

T. C.
KOCAELİ ÜNİVERSİTESİ
TIP FAKÜLTESİ

**PATELLOFEMORAL AĞRI SENDROMUNDA NÖROMÜSKÜLER
ELEKTRİK STİMÜLASYONU TEDAVİSİ**

Dr. Saadet SAĞLAM

UZMANLIK TEZİ

FİZİKSEL TIP VE REHABİLİTASYON ANABİLİM DALI

2009

T. C.
KOCAELİ ÜNİVERSİTESİ
TIP FAKÜLTESİ

**PATELLOFEMORAL AĞRI SENDROMUNDA NÖROMÜSKÜLER
ELEKTRİK STİMÜLASYONU TEDAVİSİ**

Dr. Saadet SAĞLAM

UZMANLIK TEZİ

FİZİKSEL TIP VE REHABİLİTASYON ANABİLİM DALI

Tez Danışmanı

YRD.DOÇ.DR. MURAT İNANIR

Anabilim Dalı Başkanı

PROF. DR. ERBİL DURSUN

2009

Etik Kurul Ön Onay No: 2007/61, İAEK 10/8

İÇİNDEKİLER

	Sayfa No
İÇİNDEKİLER	i-ii
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	iii
ŞEKİLLER DİZİNİ	iv-v
TABLolar DİZİNİ	vi
1. AMAÇ VE KAPSAM	1
2. GENEL BİLGİLER	4
2.1. Patellofemoral Eklemın Anatomisi	4
2.2. Patellofemoral Eklemın Biyomekaniği	9
2.3. Ön Diz Ağrısı Yapan Nedenler	13
2.4. Patellofemoral Ağrı Sendromu	15
2.4.1. Etiyopatogenez	16
2.4.2. Semptomlar	25
2.4.3. Fizik Muayene	27
2.4.4. Fonksiyonel Değerlendirme	44
2.4.5. Görüntüleme Yöntemleri	47
2.5. Patellofemoral Ağrı Sendromu Tedavisi	54
2.5.1. Konservatif Tedavi	54
2.5.2. Cerrahi Tedavi	60
2.6.1. Elektriksel Stimülasyon Tedavisi	61
2.6.2. NMES	64
2.6.3. Elektriksel Stimülasyonun Endikasyonları ve Kontrendikasyonları	68
3. GEREÇ VE YÖNTEM	69
4. BULGULAR	81
5. TARTIŞMA	99
6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER	122

7. ÖZET	123
8. ABSTRACT	125
9. KAYNAKLAR	127
10. EK 1: ANKETLER	143
Fonksiyonel İndeks Anketi	143
Kujala Ön Diz Ağrı Anketi	144
Patellofemoral Ağrı Şiddet Skalası	145
Görsel Ağrı Skalası	146
Hastanın Değişimi Global Değerlendirme Anketi	147

SİMGELER VE KISALTMALAR

CA	:Congruence Açısı
EHA	: Eklem Hareket Açıklığı
hf	: Hafta
İTB	: İliotibial Band
KMP	: Kondromalazi Patella
LPD	: Lateral Patellar Yerdeğiştirme
mm	: Milimetre
NMES	: Nöromusküler Elektrik Stimülasyonu
PFAS	: Patellofemoral Ağrı Sendromu
PFE	: Patellofemoral Eklem
PFI	: Patellofemoral İndeks
PT/P	: Patellar Tendon/Patella
RF	: Rektus Femoris
sm	: Santimetre
Syf	: Sayfa
VLL	: Vastus Lateralis Longus
VLO	: Vastus Lateralis Oblikus
VML	: Vastus Medialis Longus
VMO	: Vastus Medialis Oblikus

ŞEKİLLER

- Şekil 2.1** : Patellanın aktif ve pasif yumuşak doku kısıtlayıcıları (*Syf: 5*)
- Şekil 2.2** : Diz medialinin şematik diagramı (*Syf: 6*)
- Şekil 2.3** : Kuadriseps-patellar kuvvet diagramı (*Syf: 8*)
- Şekil 2.4** : Patella üzerinde etkili itme kuvvetleri (*Syf: 9*)
- Şekil 2.5** : PFE temas alanına dik PFE reaksiyon güç vektörü (*Syf: 10*)
- Şekil 2.6** : Diz fleksiyon açısı arttıkça PFE reaksiyon gücü de artar (*Syf:10*)
- Şekil 2.7** : Farklı diz açılarında PF temas alanları (*Syf: 12*)
- Şekil 2.8** : PFAS'a katkıda bulunan faktörler (*Syf: 17*)
- Şekil 2.9** : AE statik dizilim bozukluğu yapan faktörler (*Syf: 16*)
- Şekil 2.10** : Screw-home mekanizması (*Syf: 19*)
- Şekil 2.11** : PFAS'lı hastalarda merdiven inmede kalça-diz kinematiği (*Syf: 21*)
- Şekil 2.12** : Lateral patellar tilt (*Syf: 23*)
- Şekil 2.13** : Patellar pozisyon bozuklukları (*Syf:24*)
- Şekil 2.14** : Q açısı (*Syf: 25*)
- Şekil 2.15** : Bayonet işareti (*Syf:28*)
- Şekil 2.16** : Craigs testi (*Syf:29*)
- Şekil 2.17** : Tibial torsiyon ölçümü (*Syf: 30*)
- Şekil 2.18** : Naviküler düşme testi (*Syf: 31*)
- Şekil 2.19** : Patellar pozisyon ölçümü (*Syf:34*)
- Şekil 2.20** : Patellar mobilite ölçümü (*Syf: 34*)
- Şekil 2.21**: A açısı (*Syf: 35*)
- Şekil 2.22** : Kuadriseps çekme testi (*Syf: 35*)
- Şekil 2.23** : Lateral patellar aşırı hareket (J işareti) (*Syf: 36*)
- Şekil 2.24** : Patellar tilt testi (*Syf: 37*)
- Şekil 2.25** : Patellar endişe testi (*Syf: 37*)
- Şekil 2.26** : Q açısının ölçümü (*Syf: 39*)
- Şekil 2.27** : Tüberkül sulkus açısı (*Syf: 39*)
- Şekil 2.28** : Patellar kompresyon testi ve Clark testi (*Syf: 42*)
- Şekil 2.29** : Vastus medialis koordinasyon testi (*Syf: 43*)
- Şekil 2.30** : McConnel testi (*Syf: 43*)

Şekil 2.31 : Waldron testi (*Syf: 44*)

Şekil 2.32 : Egzantrik step test (*Syf:47*)

Şekil 2.33 : İnsall-Salvati indeksi, Blackburne-Peel İndeksi, Caton indeksi (*Syf:49*)

Şekil 2.34 : Aksiyal grafi teknikleri (*Syf:50*)

Şekil 2.35 : Sulkus açısı, Uyum açısı, Lateral patellar yer değiştirme, Lateral patellofemoral açı (*Syf:51*)

Şekil 2.36 : Patellofemoral indeks ve Bisect ofset açısı (*Syf:52*)

Şekil 2.37 : Nöromüsküler elektrik stimülasyonu (*Syf:64*)

Şekil 3.1 : NMES uygulaması (*Syf:75*)

Şekil 3.2 : NMES protokolü (*Syf:76*)

Şekil 4.1 : Çalışmanın hasta akış şeması (*Syf:82*)

TABLULAR

Tablo 3.1 : Çalışmaya alınma kriterleri (*Syf:70*)

Tablo 3.2 : Çalışmaya alınmama kriterleri (*Syf:71*)

Tablo 3.3 : Tedavi grubuna uygulanan NMES protokolü (*Syf:76*)

Tablo 4.1 : Hastaların yaş, kilo, boy, vücut kitle indeksi dağılımları (*Syf:83*)

Tablo 4.2 : Hastaların eğitim seviyelerine, meslek gruplarına ve düzenli spor yapma alışkanlıklarına göre dağılımları(*Syf:84*)

Tablo 4.3 : Hastaların dizde boşalma, kilitlenme ve krepitasyon bulgularının tedavi öncesi, 6. hafta ve 12. hafta dağılımları (*Syf:85*)

Tablo 4.4 : Hastaların tedavi öncesi alt ekstremite statik dizilim bozukluğu değerlendirilmesi (*Syf:86*)

Tablo 4.5 : Hastaların alt ekstremite kas kısalıkları değerlendirmesi(*Syf:88*)

Tablo 4.6 : Hastaların popliteal açı ölçümleri (*Syf: 89*)

Tablo 4.7 : Hastaların patellar mobilite değerlendirme sonuçları (*Syf:90*)

Tablo 4.8 : Hastaların patellar tilt testi sonuçları (*Syf:91*)

Tablo 4.9 : Hastaların Q açısı ölçüm sonuçları (*Syf:92*)

Tablo 4.10 : Hastalarda diz ağrı diagramına göre palpasyonla ağrılı noktaların dağılımı (*Syf:93*)

Tablo 4.11 : Hastaların diz ağrı diagramına göre görsel ağrı skalası değerleri ve ağrılı nokta sayıları (*Syf:94*)

Tablo 4.12 : Hastaların vastus medialis koordinasyon testi, Clark testi ve patellar kompresyon testi sonuçları (*Syf:95*)

Tablo 4.13 : Hastaların egzantrik step test sonuçları (*Syf:96*)

Tablo 4.14 : Hastaların uyum açısı, lateral patellar yer değiştirme, patellofemoral indeks ölçüm sonuçları (*Syf:97*)

Tablo 4.15 : Hastaların görsel ağrı skalası-olağan ağrı, görsel ağrı skalası-şiddetli ağrı, patellofemoral ağrı şiddet skalası, fonksiyonel indeks anketi, Kujala ön diz ağrı anketi sonuçları (*Syf:99*)

1. AMAÇ VE KAPSAM

PFAS, dizin anterior bölgesinde ağrı ile karakterize bir sendromdur. Özellikle genç popülasyonda dizin en sık görülen hastalıklarındandır. Kadınlarda erkeklere göre 2 kat daha sık görülür. Spor kliniklerinde diz yaralanmalarının % 16-25'inden sorumludur. Sporun yaygınlaşmasıyla PFE ile ilgili yakınmalar artma eğilimindedir (1,2,3,4,5,6).

PFAS olan hastaların en önemli problemi diz ağrısı ve fonksiyonel aktivitelerin kısıtlanmasıdır. Semptomlar hastaların fonksiyonel durumunu kısıtlayarak günlük yaşam aktivitelerini, sosyal ve meslek hayatlarını olumsuz yönde etkileyebilmektedir. Dizin özellikle fleksiyon pozisyonunda tutulduğu aktiviteler sırasında patella çevresinde veya arkasında ağrı tipik semptomdur (6,7,8,9). Ağrıya neden olan patoloji zaman içinde patellar kartilajda degradasyona, matriksin yumuşaması ile başlayan fissüre, fragmentasyona ve sonunda patellofemoral osteoartroz oluşumuna yol açabilir (10). Etiyolojisi kesin olarak bilinmemektedir, ancak multifaktöriyel olduğu çalışmalarda gösterilmiştir. Lateral diz retinakulumunun gerginliği, medial diz retinakulumunun laksitesi, patellanın hipo ya da hiper mobilitesi, hamstring, kuadriseps, İTB ve gastrokinemius kaslarının gerginliği, kuadriseps, kalça abduktör, kalça eksternal rotatör kaslarının zayıflığı, subtalar eklemin aşırı pronasyonu, derin duyunun bozulması gibi alt ekstremitenin statik ve dinamik biyomekaniğinin değişmesine neden olan durumlar yanında troklear oluşun sık oluşu, aşırı ve hatalı yapılan egzersizler, kartilaj ve subkondral kemiğe binen aşırı stres, travma gibi faktörler sonucunda PFAS gelişebilir (11,12,13,14,15).

Dizin ekstansör mekanizmasındaki fonksiyon bozuklukları PFAS oluşumunda en önemli neden olarak kabul edilir. Normalde VMO, VL'den daha önce tetiklenmektedir. Bu da medial kuvvet vektörlerinin erken aktivasyonunu sağlayarak

lateral patellar yer değiştirmeyi engellemektedir (16,17,18). VMO aktivitesinde gecikme ve kas gúcünde azalma, medial patellar stabilitenin azalmasına, patellaya etki eden kuvvet vektör dengesinde bozulmaya, patellanın laterale hareketine ve lateral faset üzerinde eklem basıncına neden olur. Bu da patellofemoral temas alanı ve temas basıncı değiştirerek PFAS gelişmesine neden olabilir (19,20,21). PFAS'lı hastalarda kuadrisepte özellikle de VL'ye göre VMO kas aktivitesinde azalma, nöromotor disfonksiyon, EMG'de VMO/VL tetiklenme zamanında gecikme, vardır (8,21).

PFAS'lı hastalarda rehabilitasyonun amacı, patellofemoral eklem biyomekaniğini düzeltmek, patellofemoral eklem reaksiyon gücü ve stresini azaltarak kuadriseps kas gücünü arttırmaktır (22). PFAS'nin tedavisi öncelikle konservatiftir ancak PFAS'da en uygun terapötik yaklaşım konusunda genel uzlaşma yoktur. Fizik tedavi modaliteleri, diz çevresi kasları kuvvetlendirme egzersizleri, hamstring, İTB, iliopsoas, rektus femoris, gastrokinemius kaslarını germe egzersizleri, denge kordinasyon egzersizleri, EMG bio-geribildirim, patellar breys, patellar bantlama ve ayak ortezlemesi kullanılan tedavi yöntemleridir (23,24,25).

PFAS oluşumunda ekstansör mekanizmadaki fonksiyon bozukluklarının önemli olması nedeniyle PFAS tedavisinde özellikle bu fonksiyon bozukluğunun düzeltilmesi amaçlanmaktadır. PFAS'lı hastalarda kuadriseps kasının izometrik, izotonik, açık kinetik ve kapalı kinetik zincir egzersizleri ile güçlendirilmesinin klinik bulgularda anlamlı düzelme sağladığı gösterilmiştir (26,27). PFAS'da konvansiyonel egzersiz programına eklenen bio-geribildirim tedavisi ile sadece konvansiyonel egzersiz uygulamalarına göre vastus medialis ve lateralis kaslarına daha fazla güçlendirme sağlandığı bildirilmiştir (28). Normal patellofemoral hareket için VM ve VL kasları arasındaki dengenin sağlanması önemlidir. Genellikle VL lehine bozulan dengenin tekrar düzeltilmesi için öncelikle VM kasının kası özgün olarak kuvvetlendirilmelidir (29).

NMES, normal bir kas kontraksiyonunu arttırmak veya yerini almak amacıyla kasa uygulanan motor eşik üzerindeki elektrik stimülasyonudur. VM kasının NMES uygulanmasıyla güçlendirilmesi PFAS'da önerilen konvansiyonel tedavi yöntemlerinden biridir (30,31). NMES, diz yaralanmaları ve cerrahi girişimler

sonrası tedavilerde başarıyla kullanılmıştır. (32,33). NMES'nin diz osteoartritinde diz ekstansör kaslarının nöral aktivasyonunu ve fonksiyonel özelliklerini arttırdığı gösterilmiştir (34). PFAS'lı hastalarda kuadriseps kas gücünde artışa, klinik parametrelerde iyileşmeye ve ağrıda azalmaya neden olduğu bildirilmiştir (35-38). Ancak bu konuyla ilgili yapılmış çok az sayıda çalışma vardır ve kullanılacak stimülasyon parametreleri, tedavi süreleri üzerinde fikir birliği yoktur.

Bu çalışmada PFAS'lı hastalarda egzersiz tedavisi ile birlikte VM kasına NMES uygulamasının etkilerinin araştırılması amaçlanmıştır.

2. GENEL BİLGİLER

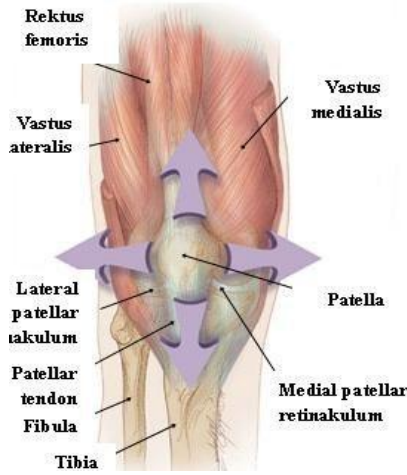
2.1. Patellofemoral Eklem Anatomisi

Patella insan vücudunun en büyük sesamoid kemiğidir ve artiküler kartilajı en kalın kartilajdır (1). Femur ile eklem yüzü patellanın arka bölümünün 2/3 proksimalindedir. Patellanın 1/3 distal bölümü ise ekstraartikülerdir ve patellar tendona bağlanır. Patella arka yüzü 7 faset (süperior-lateral, middle-lateral, inferior-lateral, süperior-medial, middle-medial, inferior-medial, odd faset) içerir. Odd faset, patellanın medial kenarına yakın medial faset üzerinde sekonder bir sırt olarak tanımlanır ve kartilajdan oluşur (2).

Diz fleksiyondayken 3 medial ve 3 lateral faset femoral oluk ile eklemleşir (1). Odd faset ise, dizin tam ekstansiyonunda medial femoral kondille temas eder. Tam fleksiyonda (>135°) yalnızca odd faset medial femoral kondille eklemleşir. Odd faset sıklıkla PFAS'da ilk etkilenen kısımdır (3,4,5,6). Patellanın faset özelliklerine göre 4 fark tipi bildirilmiştir. Tip I'den Tip IV'e gidildikçe lateral fasetin mediale oranı artmaktadır. Tip II (%65), Tip I (%10), Tip III (%25) sıklıkta görülür. Lateral faset predominansı lateral patellofemoral ligament genişliğiyle ve dolayısıyla lateral yer değiştirme ve subluksasyon ile ilişkili bulunmuştur (4,7). Patellanın anatomik varyasyonları patella parva (küçük patella), patella magna (geniş patella), Hunter başlığı şeklinde patella, yarımay şeklinde patella, çakıltaşı şeklinde patella olarak belirtilmiştir. Patellar hiperplazi, patellar aplazi, patellar multipartite, patellar fragmentasyon, patellar duplikasyon gibi displaziler ise nadiren görülmektedir (1). En sık görülen patella displazisi patella bipartitadır. Genellikle VL tarafından uygulanan çekme kuvvetiyle süperolateral ve lateral retinakulum uygulanan çekme kuvvetiyle de lateral kenarda gözlenir (5,7).

Femoral troklea: Anterior femurun artiküler yüzeyi lateral ve medial fasetler ile bir sulkustan oluşur. Troklear ve kondiler yüzey arasındaki bağlantı sığ bir oluk ile

sağlanır. Femoral troklenin medial ve lateral fasetleri de asimetriktir ve lateral faset normal dizde medialden 5 mm daha yüksektir. Lateral troklear fasetin daha yüksek ya da daha kalın olması ve patellanın santral sırtı ile lateral faset arasındaki uyum patellanın kemiksel stabilizasyonunda etkili faktörlerdir (3,4,7). Troklear oluk ortalama 7.8 mm derinliğindedir (sulkus açısı $\leq 150^\circ$ dir). Sığ troklea (sulkus açısı $>150^\circ$), patellanın laterale dislokasyonunu önlemek için yetersiz olabilir (1).



Şekil 2.1: Patellanın aktif ve pasif yumuşak doku kısıtlayıcıları

Patella stabilizasyonunu sağlayan faktörler

Yumuşak doku kısıtlayıcıları:

Patellanın dize uygun konumda yerleşiminin sağlanmasında süperior, inferior, lateral ve medial yönde etkili aktif ve pasif yumuşak doku stabilizatörleri önemlidir. Bu yapılar dizin fleksiyon ve ekstansiyonunda patellanın hareketine kılavuzluk yapmaktadırlar (Şekil 2.1) (4,5,7).

Pasif yumuşak doku stabilizatörleri, patellar tendon, lateral retinakulum, VL ve İTB (lateral yönde stabilizatör), medial retinakulum ve VM (medial yönde stabilizatör)'dir (4,5,6,7) .

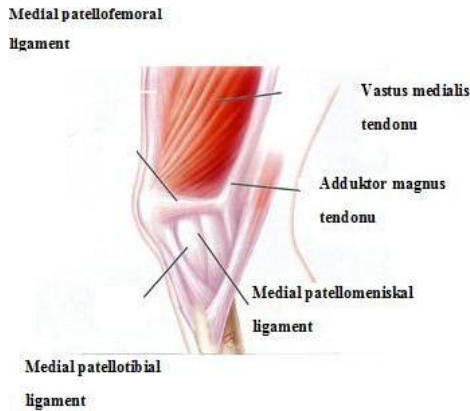
Patellar tendon, patellanın apeksi ile tibial tüberkülü birleştirir ve eklem çizgisi ile ilişkili patellanın vertikal pozisyonunu, yüksekliğini belirler. Uzunluğu ortalama 4.6 sm'dir ve proksimalde daha geniştir. Patellar tendon patellanın inferior kenarından,

tibial tüberküle oblik ve lateral olarak uzanır. Bu ekstansör mekanizmanın normal valgus dizilimine ve bazen de patellanın lateral yer değiştirme eğilimine katkıda bulunur (4).

Lateral retinakulum, yüzeysel ve derin tabakadan oluşur. Yüzeysel tabaka (süperfişiyal oblik retinakulum), İTB ve VL'den patellar tendon ve patellanın lateral kenarına oblik uzanan liflerdir (4,7,8). Derin tabaka (derin transvers retinakulum) epikondilopatellar band, orta transvers band ve patellotibial banttandır. Epikondilopatellar band (lateral patellofemoral ligament) patellaya süperolateral destek sağlar (3,8). Lateral epikondilden patellanın süperolateral kenarına yapışır. Orta transvers band patellaya lateral destek sağlar. Transvers yönde İTB'nin derin yüzeyinden patellanın lateral kenarına yapışır. Patellatibial band (patellameniskal ligament), patellaya inferolateral destek sağlar. Tibianın Gerdy's tüberkülünden patellanın inferolateral yüzüne yapışır (5,8).

Lateral retinakulum, patella ve patellar tendonun lateral yüzünden İTB'nin önüne doğru uzanır. Fleksiyonun artmasıyla İTB posteriora yer değiştirir, patellayı laterale çeker. Eğer medial stabilizatörler yetersizse, patellar tilt ya da subluksasyon gelişebilir (4). Dizin 20-30° fleksiyonunda süperfişiyal oblik retinakulum ve lateral patellofemoral ligamentte germe stresi ve laterale çekme artar (7).

İTB, proksimalde tensör fasiya lataya, distalde vastus lateralis'e bağlanır. Lateral retinakulumun süperfişiyal oblik ve derin transvers parçası İTB'den çıkar, bu nedenle İTB indirek olarak lateral stabilizasyon sağlar ve medial patellar kayma için pasif bir kısıtlayıcı olarak çalışır. İTB lifleri, süperior oblik lateral retinakulumun güçlenmesine yardım eder (3,8).



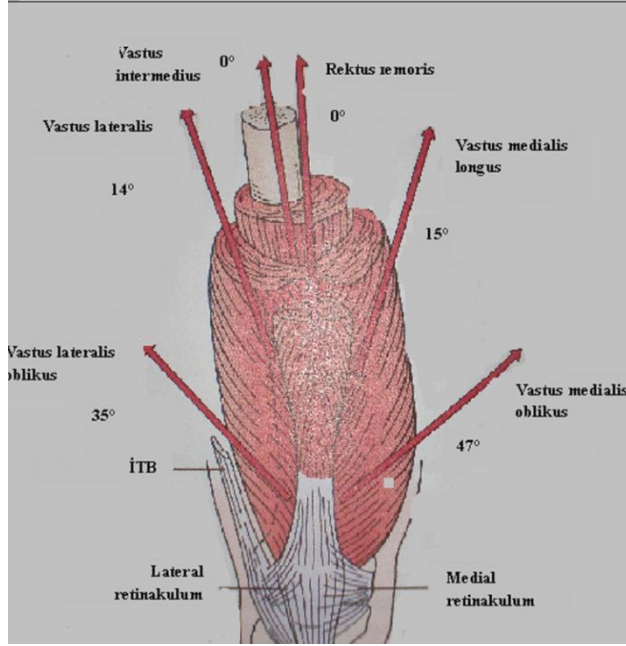
Şekil 2.2: Diz medialinin şematik diagramı

Medial retinakulum: Medial patellar retinakulum patellanın üst 2/3 medial kenarına yapışır. Medial retinakulum, lateral retinakulumdan daha incedir. Medial patellofemoral, medial patellomeniskal, medial patellotibial ve medial parapatellar ligament olmak üzere 4 ligamentten oluşur (şekil 2.2) (3,5,8). Medial patellofemoral ligament, medial femoral kondil ile adduktor magnus tendonunun yapıştığı adduktor tüberkülden orjin alır, patellanın 2/3 süperomedialine, VMO ve vastus intermedius kaslarının distal yüzlerine yapışır. VMO liflerinin aşırı elongasyonunu ve VMO'nun ön parçasının laterale sublüksasyonunu önleyerek patellar stabilizasyona katkı sağlar (4,7). Medial patellofemoral ligamentin bozulması, zayıflaması ya da adduktör tüberkülden kopması lateral patellar yerdeğiştirme ve tilte yol açar (7). Yüksek patella, sıklıkla medial patellofemoral ligamentin yokluğu ya da zayıf olması ve lateral sublüksasyon ile ilişkilidir. Medial patellofemoral ligament ve VMO artmış patellar deviasyona karşı primer engelleyici mekanizmalardır. Özellikle patellar sublüksasyon ve dislokasyon riskinin yüksek olduğu terminal ekstansiyonda etkili olurlar (8). Statik medial stabilite %50 medial patellofemoral ligament, %24 medial patellomeniskal ligament %13 medial patellotibial ligament ve % 13 medial parapatellar ligamentten sağlanmaktadır (8).

Adduktor magnus tendonuna bağlı olan VMO patellayı medial yönde stabilize eder (8,9). Adduktor magnus tendonu VMO'nun ilavesi gibidir, VMO kontraksiyonuna katkıda bulunur. Kalça adduksiyonu, kuadriseps harekete geçerken VMO'yu aktive edebilir. Adduktor magnus tendonu medial retinakulumla bağlandığından patella stabilitesinde kritik bir parçadır. Patellanın laterale yer değiştirmesini önlemek için güçlü bir VMO-adduktor magnus kompleksine ihtiyaç vardır (9).

Aktif yumuşak doku stabilizatörleri (Kuadriseps tendonu): Kuadriseps tendonu oluşturan 4 tendonun kuvvet vektörleri patellar stabilizasyonda aktif rol oynar (şekil 2.3). Ortalama kuadriseps kuvvetleri patellayı sagittal olarak posteriora çekerek patellanın troklear oluk ile uyumlu yerleşimini sağlar. VL ve VM kasları oblik ve longus bölümlerinden oluşur (6,7,8,10). VMO, VM'nin %30'unu oluşturur. VMO lifleri adduktor tüberkül proksimalinde adduktor magnus tendonundan, patellanın

medial kenarına yapışır. VMO en önemli aktif medial patellar stabilizatördür. Patellar subluksasyonlu dizlerin % 91'inde displastik bir VMO'nun varlığı gösterilmiştir (7,10,11).



Şekil 2.3 : Koronal planda, femurun uzun eksenine göre ortalama kuadriseps kuvvet vektör açıları (kuadriseps-patellar kuvvet diagramı): Vastus medialis oblikus 47°; Vastus medialis longus 15°; Rektus femoris ve Vastus intermedius 0°; Vastus lateralis longus 14°; Vastus lateralis oblikus 35°.

PFE'nin kanlanması superiormedial, superiolateral, middle (posterior), inferomedial ve inferolateral geniküler arterlerin anastomozuyla olmaktadır. Middle geniküler arter hariç geniküler arterler circumpatellar anastomozu oluşturur ve bu anastomoz patellanın beslenmesini sağlar. PFAS'daki ağrı, mekanik kuvvetler sonucu oluşan iskemi ve 20-90° arasındaki pasif fleksiyonda geniküler arter akımının azalması ile ilişkilendirilmektedir (8).

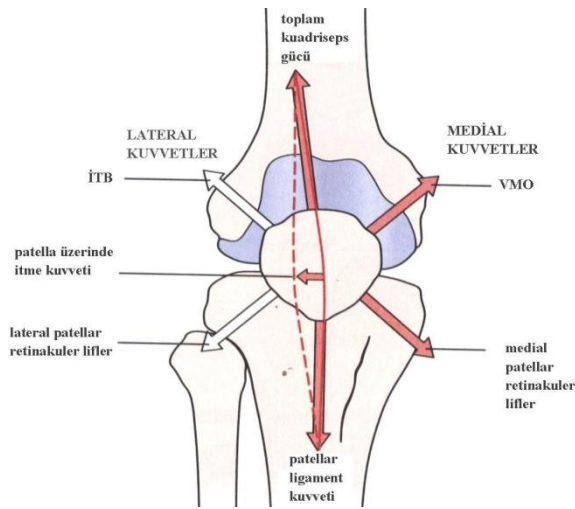
PFE, çok sayıda duyuşal reseptör içermektedir. Femoral sinirin distal dalları olan lateral ve medial patellar sinir PFE'nin innervasyonu sağlar. Patellanın medial ve

santral bölümünde lateral patellaya göre daha yoğun interosseöz innervasyon vardır (8).

2.2. Patellofemoral Eklem Biyomekaniği

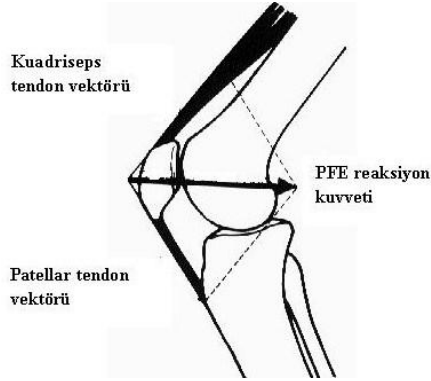
PFE dinamik bir eklemdir ve patella troklear oluk içinde yaklaşık 20 mm hareket eder (10). Patellanın önemli bir fonksiyonu dizin ekstansör kolunu uzatarak ekstansiyonun son 30°'sinde kuadrisepsin etkinliğini arttırmaktır. Patellektomide, kuadriseps torku 0-70° (özellikle de 10-30°) arasında yaklaşık %40 azalır (4,8). Patella, patellar tendon hareket kolunun da artmasını sağlar (10). Patella, kuadrisepsin 4 başından gelen kuvvetleri santralize eder ve patellar tendon ve tibial tüberküle iletir (4,8). Patella ayrıca kuadriseps mekanizmasının sürtünmesini azaltır, dizde kapsül basıncı kontrol eder, femoral kondillerin kartilajları için bir koruyucu kemik gibi davranır ve dize estetik bir görünüm sağlar (8).

Vastus lateralis ve rektus femoris, patella üzerinde lateral yönde çekme vektörü oluşturur. Q açısıyla ilişkili olarak rektus femoris, vastus lateralis ve patellar tendon kuvvetlerinin toplamı lateral vektörü oluşturur. Bu valgus vektörü VMO'nun distal lifleri tarafından sınırlandırılır. VMO normal fonksiyon gördüğünde, potansiyel lateral vektör sıfıra eşittir. Medial patellofemoral ligament ve lateral troklear fasetin çıkıntısı lateral vektörü sınırlandıran diğer faktörlerdir (şekil 2.4) (7,12).



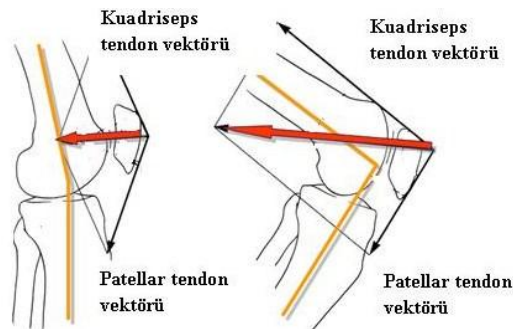
Şekil 2.4: Patella üzerinde etkili itme kuvvetleri

PFE reaksiyon gücü, kuadriseps kontraksiyonu sonucu kuadriseps tendonu ve patellar tendonda oluşan gerilimlerin sonucudur ve bileşke vektörü ile gösterilir. PFE reaksiyon gücünün kaba bir hesaplaması için kuadriseps ve patellar tendon vektörleri eşit kabul edilir (şekil 2.5) (4).



Şekil 2.5: PFE'e lateral bakış, PFE temas alanına dik PFE reaksiyon güç vektörü

PFE reaksiyon gücü diz fleksiyonunun derecelerine uygun olarak değişir. Dizin fleksiyonunda bir artış, vücut ağırlığının fleksiyon kolunu arttırır. Statik bir pozisyonu devam ettirmek için çok fazla kuadriseps gücü gerekir. Diz fleksiyonunun artması kuadriseps tendon vektörünün patellar tendon vektörüne oranı 1.5'e çıkar ve PFE reaksiyon gücünün de artmasına neden olur (şekil 2.6) (4,7,13).



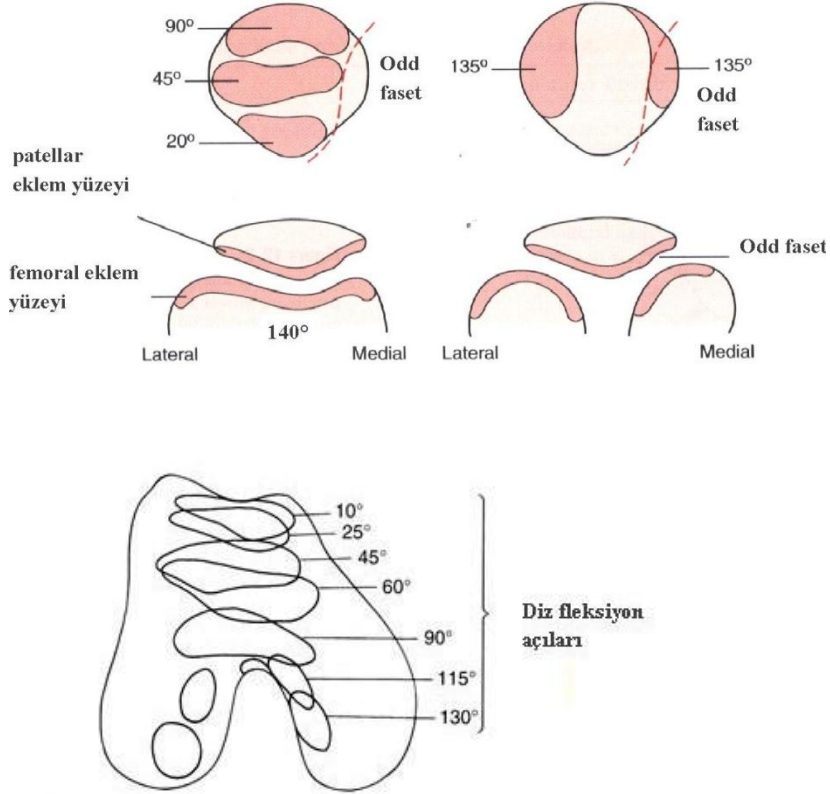
Şekil 2.6: Diz fleksiyon açısı arttıkça PFE reaksiyon gücü de artar.

Spor ve günlük yaşam aktiviteleri esnasında oluşan yüksek kompresif yüklere direnme PFE biyomekaniğinin bozulmasına katkıda bulunabilir. Bu nedenle çoğu aktiviteler esnasında patellada oluşan kompresif güçlerin (PFE reaksiyon gücü) hesaplaması yapılmıştır. PFE reaksiyon gücü, yürürken 9° diz fleksiyonunda vücut ağırlığı x 0,5 (850 newton), merdiven çıkma esnasında 60° fleksiyonda vücut ağırlığı x 3,3 (1500 newton), merdiven inme esnasında vücut ağırlığı x 5 (4000 newton), maksimum izometrik kuadriseps kontraksiyonu esnasında diz 90° fleksiyonda 4600 newton ya da yaklaşık 6.5 x vücut ağırlığı olarak hesaplanmıştır (7).

Patellofemoral temas alanı fleksiyonda artar, ekstansiyonda ise azalır. Dirence karşı ekstansiyon egzersizi, kuadriseps gücünün artması yanında patellofemoral temas alanının azalmasından dolayı diz için fizyolojik değildir. Çömelmede ise, kuadriseps gücü artarken temas alanı da artar ve kuvvet daha fazla alana dağılır, bu nedenle diz için daha fizyolojiktir. Ağırlıkla yapılan diz ekstansiyon egzersizinde oluşan PFE kompresyon kuvvetlerinin, 50° fleksiyonda çömelme sırasında oluşan kuvvetlerine göre daha fazla olduğu gösterilmiştir. Diz ekstansiyon egzersizi esnasında patellofemoral temas basınçları 30° fleksiyondaki çömelme egzersizine göre 6 kat daha yüksek bulunmuştur (7,4,13,14).

Patellofemoral temas alanları: Diz fleksiyonu esnasında patellanın farklı kısımları femoral kondillerle eklemler, patellanın temas alanları proksimale kayar. Fleksiyonun 10-20°'lerinde femoral trokleanın üst parçası ile patellanın inferioru yüzünün ilk teması sağlanır. Fleksiyonun 30°, 60° ve 90°'sinde ise sırasıyla temas alanı patellanın alt, orta ve üstünde lokalize olur. Temas alanları 0°-60° arasında artar ve bu kuadriseps güç artışıyla ilişkili olarak PF temas basıncının azalmasına katkıda bulunur. Altmış dereceden sonraki diz fleksiyon açısı ve PF temas alanı arasındaki ilişki olarak farklı sonuçlar bildirilmiştir. Diz fleksiyon açılarındaki artışla temas alanının orantılı arttığını gösteren birçok yayının aksine son yayınlarda 60°'den daha büyük diz açılarındaki temas alanının azaldığı belirtilmiştir. PF temas alanı 60°'de medialden laterale devam eden horizontal bir bant şeklindedir, 90°'de patellar artiküler yüzeyin en proksimal parçasına ulaşır, 90°'nin üzerinde lateral, medial ve odd fasetler üzerinde ayrı alanlar şeklinde görülür. 90°'nin üzerindeki fleksiyonda

distale doğru genişleyen kuadriseps tendonu femoral troklea ile temasa geçer ve tendofemoral alan temas alanının %75'ini oluşturur. Fleksiyonun 135°'sinde, medial faset temas etmez. Bu derecede medial temas, medial kondilin lateral kenarı ve odd faset arasında, lateral temas lateral kondille lateral faset arasındadır. Odd faset, 135°'ye kadar ve patella troklear oluğa gömülene kadar femurla temas etmez (şekil 2.7) (12, 14).



Şekil 2.7: Farklı diz açılarında PF temas alanları

Patellofemoral temas basınçları:

Patellofemoral temas basıncı, PFE reaksiyon gücünün temas alanına oranıdır. Temas alanı ve temas basıncı EHA boyunca anlamlı olarak değişir. PFE basıncı egzantrik ve konsantrik kas kontraksiyonlarında 30°'den 90°'ye artar, 90°'de pik yapar. Son çalışmalarda pik PFE temas basıncı 60° olarak gösterilmiştir. Fleksiyonun 20, 30, 60, 90° lerinde maksimum izometrik istemli kuadriseps kontraksiyonu uygulandığında sırasıyla 29.6, 30.7, 47.2, 35 newton diz momentlerinin bileşkesi elde edilmiştir (7,12). Fleksiyonda temas alanında artış, PFE reaksiyon gücündeki artışı kısmen

telafi eder (12). PFE üzerinde yük artışı sırasıyla en fazladan aza doğru mini çömelme, merdiven inerken, merdiven çıkarken ve yürüme şeklindedir (6). PFE'nin kompleks anatomisi ve ekstansör mekanizmanın valgus vektörüne rağmen patellofemoral temas basıncı, temas alanları üzerinde homojen olarak dağılır. Tendofemoral temas alanı, 90° üzerindeki fleksiyon açılarında, PFE reaksiyon basıncını ve patellofemoral temas basınçlarını azaltmada önemli rol oynar (7,12).

2.3. Ön Diz Ağrısı Yapan Nedenler:

Dizde artiküler kartilaj dışında tüm yapıların nosiseptif sinir sonlanmaları vardır. Bu nedenle patellada subkondral bölge, yağ yastığı, sinovya, retinakula ve eklem kapsülü, sinovyal plika, patellar tendon apofizi, İTB ve femoral kondiller ağırlı yapılar olup bu bölge patolojileri ön diz ağrısına neden olabilir. Ön diz ağrısı sıklıkla ekstansör mekanizmadaki bozukluktan kaynaklanır. PFE'de stres yaratan fiziksel aktivite ile şiddetlenen dizin ekstansör mekanizmasındaki problemler, artiküler kartilajda yumuşamaya ve lateral patellar fasette aşırı basınca neden olabilir. Artiküler kartilajdaki değişiklikler, dizdeki inflamasyon, subkondral kemik iritasyonu ve sinovit ile lateral retinakulumdaki stresin yarattığı sinir duyarlılığı sonucu ağrı oluşur. Ön diz ağrısı yapan nedenler şöyle sıralanabilir (15,16,17,18) :

- Artiküler kartilaj hasarı
- Kondromalazi patella
- Semptomatik parçalı patella
- Patellar stres fraktürü
- PFAS
- Patellar instabilite/subluksasyon: Patellanın troklear oluktan kısmi anormal yer değiştirmesidir. Patellofemoral ağrı, boşalma veya atlama hissine neden olabilir. Patellar tilt sıklıkla eşlik eder ve patella çevresinde gerginlik mevcuttur (4,19).

- Lateral retinaküler sendrom: (Aşırı lateral basınç sendromu): Ön diz ağrılarının %10'unu oluşturur. Hastaların hemen hepsinde patella lateralizasyonu ve gergin retinakulum vardır. Bu patellanın lateral yüzü üzerinde anormal stresi düşündürür. Genellikle lateral patellar tilt (patella medial kenarının yukarda lateral kenarının aşağıda olması) ve/veya patellar sublüksasyon görülür. Palpasyon lateral kapsülde ağrıya yol açmaktadır. Kronik lateral retinaküler gerginlik dejenerasyona ve ağrıya neden olur (9,19,20).
- Hoffa's hastalığı: Ağrı patellar tendonun altında yer alan hoffa's yağ yastığından kaynaklanır. Oldukça sık görülür. Patellar tendonun medial ve lateralinde palpe edilir. Mikrotravma ve sinovitis, romatoid artrit, kartilaj dejenerasyonu gibi herhangi bir inflamatuvar olay yağ yastığında sinovyal hipertrofiye, yağ yastığının genişlemesine ve PFE arasında sıkışmasına neden olabilir (19).
- Plika sendromu: Plika birçok dizde bulunan ve intrauterin dönemde oluşan sinovyal doku artığıdır. Plikanın mekanik iritasyonu sinovite, plikanın kalınlaşmasına ve ağrıya neden olur. Semptomlar sıklıkla medial plikaya bağlı gelişir. Kesin tanısı artroskopi ile konulur (6,9,15,19).
- İTB sendromu (koşucu dizi): Lateral femoral kondil ve iliotal bant arasındaki sürekli sürtünmeden kaynaklanan bir bursittir. İTB'nin gerginliği yada aşırı kullanımından (yokuş inme yada gluteus maksimusun aşırı kullanımı ile) dolayı İTB ve tibia arasındaki bursada inflamasyon gelişebilir (9,15,19).
- Patellar tendinit
- Kuadriseps tendiniti
- Pes anserin bursiti
- Prepatellar bursit
- Osteokondritis dissekans

- Kalça eklemi ya da lomber omurga patolojilerinden yansıyan ağrı
- Sinding Larsen Johansson sendromu: Patellar kemik alt uç osteokondrozudur. Patella distalinde patellar tendonun traksiyon apofizitidir. Sıklıkla 10-14 yaş erkek çocuklarda, atlama, zıplama gibi aktiviteler ardından gelişir. Patella alt kenarı üzerinde hassasiyet görülür.
- Osgood-Schlatter sendromu
- Kemik tümörleri

2.4. PFAS

PFAS, en sık diz ağrısı nedenidir (17,18). Aktivite esnasında ve sonrasında peripatellar-retropatellar lokalizasyonlu künt bir ağrı ile karakterizedir. Sıklıkla bilateraldir ve sürekli, zaman zaman alevlenmeler göstererek seyreder (21,22,23). PFAS adolösanlarda ve genç adütlerde, özellikle atletlerde ve askerlerde görülen, diz eklemine etkileyen en yaygın kas iskelet sistemi problemidir (8,23). PFAS gerçek bir hastalık varlığından daha çok bir semptomlar topluluğunu ifade eder (9,24).

PFAS ilk kez 1928 yılında Aleman tarafından kondromalazi posttravmatik patella olarak tanımlanmıştır (18). Ön diz ağrısı (Fulkerson), patellofemoral disfonksiyon (Anderson ve Hall), patellofemoral stres sendromu (Arnheim ve Prentice), patellofemoral artralji (Arnheim ve Prentice), patellofemoral kompresyon sendromu (Larson), lateral patellar kompresyon sendromu (Kolowich), aşırı lateral basınç sendromu (Ficat ve Hungerford), patellar dizilim bozukluğu sendromu (Galea), ekstansör mekanizma displazisi (Wiberg), retropatellar ağrı sendromu (İnsoll), patellalji (Percy ve Strother) ve kondromalazi patella (Budinger) gibi isimler kullanılmış, son olarak Dehaven ve Goodfellow tarafından PFAS olarak adlandırılmış ve kabul görmüştür (23,25,26).

Kas-iskelet sistemi şikayetlerin %11'ini ön diz ağrısı (sıklıkla PFAS) oluşturur. 2002 yılında yapılan retrospektif bir çalışmada ise PFAS, %19 sıklıkta bulunmuştur (18). McConnel ise tüm populasyonun $\frac{1}{4}$ 'ünü etkilediğini bildirmiştir (25).

Koşucularda %16-25 sıklıkta görülür (17). Spor merkezlerine başvuran diz problemlerinin ise %25-40'ını oluşturur (23). Aktif genç popülasyonun daha sık görüldüğü ve %7-40'ını etkilediği bildirilmiştir (27). Kadınlarda 2 kat sık görülür (25). Yedi yıllık takip çalışmasında PFAS sıklığının erkeklerde %18,1 ve kadınlarda %33,2 oranında olduğu bildirilmiştir (28).

Merdiven inme, çıkma, koşma, diz çökme, çömelme, yokuş, inme, çıkma gibi PFE'ye kompresif güçleri, patellofemoral reaksiyon kuvvetlerini arttıran aktiviteler ya da uzun süre oturmayla ortaya çıkar ya da tetiklenir. Semptomların varlığı ve klinik testler PFAS'ın kesin tanısını koymada yetersizdir (27). Tanı için intraartiküler patolojiler, peripatellar tendinit ve bursitler dışlanmalıdır. PFAS kronikleşmeye meyillidir; 4 yıllık takipte % 94'ü devamlılık göstermiştir ve 20 yıl sonra da % 25' inde semptom gözlenmiştir (30).

2.4.1. Etiyopatogenez: En çok PFE'e aşırı yüklenmeden veya dizilim bozukluğundan kaynaklandığı düşünülmektedir. Ekstansör mekanizma işlev bozukluğu ve bununla ilişkili patellanın femur trokleanı içinde yerleşim bozukluğu sıklıkla muhtemel neden olarak kabul edilmektedir. Diz ekstansör gücünde azalma bir başka neden ya da ağrı algılanmasının bir sonucu olabilir. Etiyopatogenezindeki farklılıklardan dolayı ağrının nedeni her hasta için aynı değildir (21).

PFAS'nun risk faktörleri: Çeşitli faktörler, patellar hareket ve PFE güçlerinde değişiklik yaparak PFAS oluşumu için yatkınlık oluşturabilir (şekil 2.8) (1,7,8,9,15,17,19,21,31,32,33,34):

Ekstresek nedenler:

1. Aşırı kullanım, yanlış egzersiz, çevresel etmenlere bağlı eklemin aşırı strese maruz kalması
2. Travma
3. Geçirilmiş diz cerrahisi

İntrinsik nedenler:

1. Anatomik anomaliler (patella displazisi, patella alta, troklea displazisi)
2. Alt ekstremite statik dizilim bozukluğu ve alt ekstremitenin bozulmuş biyomekaniği: Artmış femoral anteverسیون, eksternal tibial torsiyon,

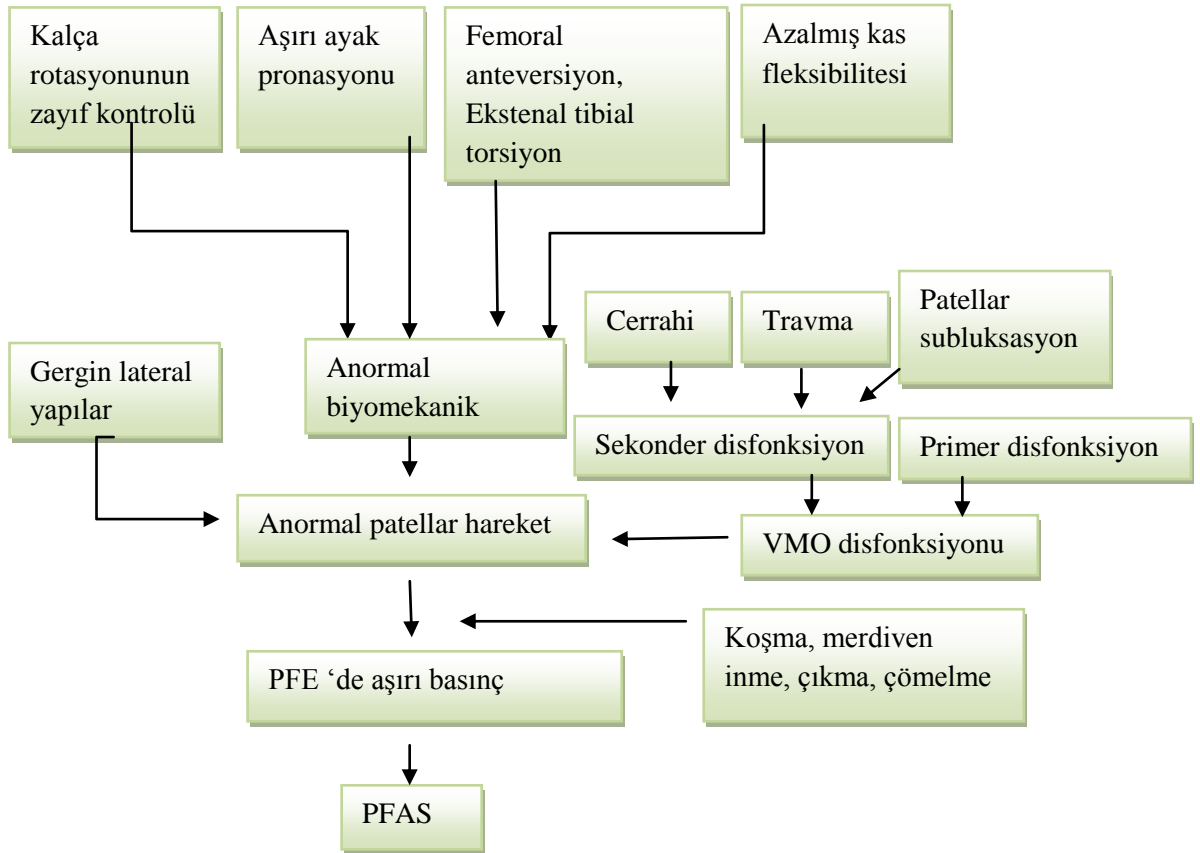
tibial tüberkülün laterale yer değiştirmesi, tibia vara, patella alta, genu valgum, genu rekurvatum, subtalar pronasyon, kalkaneus valgus, pes planus, bacak boyu uzunluk farkı, geniş pelvis, artmış Q açısı.

3. Alt ekstremité dinamik dizilim bozukluğu ve alt ekstremitenin bozulmuş biyomekaniği:

- Kuadrisepte güç kaybı, uygunsuz tetikleme paterni, displastik VMO, kalça adduktörlerinde güç kaybı
- Kalça ekstansör, abduktör ve eksternal rotatörlerinde güç kaybı
- Kuadriseps, hamstring, iliopsoas, İTB ya da gastrokinemius kaslarındaki kısalıklar

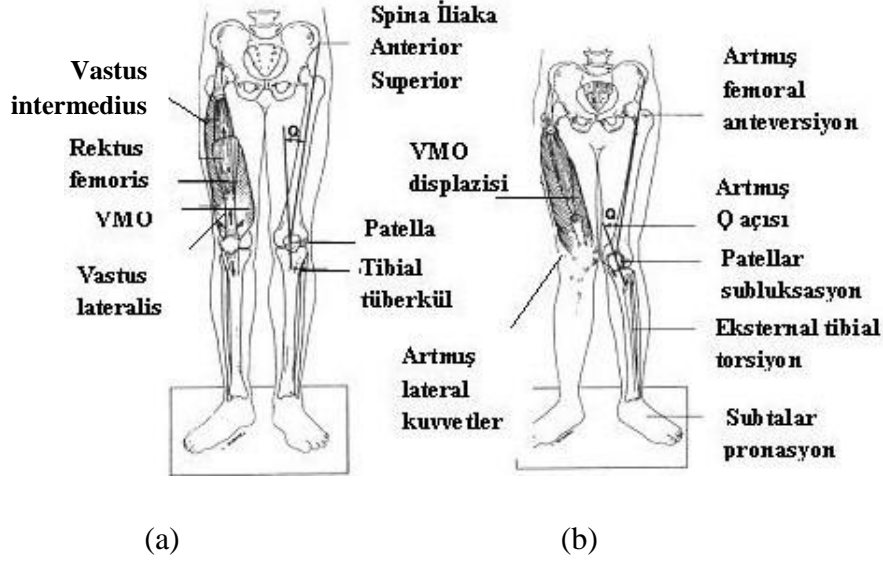
4. Patellar dizilim bozukluğu:

- Medial patellofemoral ligament zayıflığı veya rüptürü
- Patellar hipermobilité (ya da generalize ligamentöz laksite)
- Gergin lateral retinakulum



Şekil 2.8: PFAS'a katkıda bulunan faktörler (31)

Statik dizilim bozukluğu: PFAS ve alt ekstremite statik dizilim bozukluğunun arasındaki sebepsel ilişkiyi destekleyen kanıt sınırlıdır. PFAS'lı hastaların küçük bir yüzdesinde PFE'de artmış strese yol açan statik dizilim bozukluğu saptanmıştır (şekil 2.9) (21).

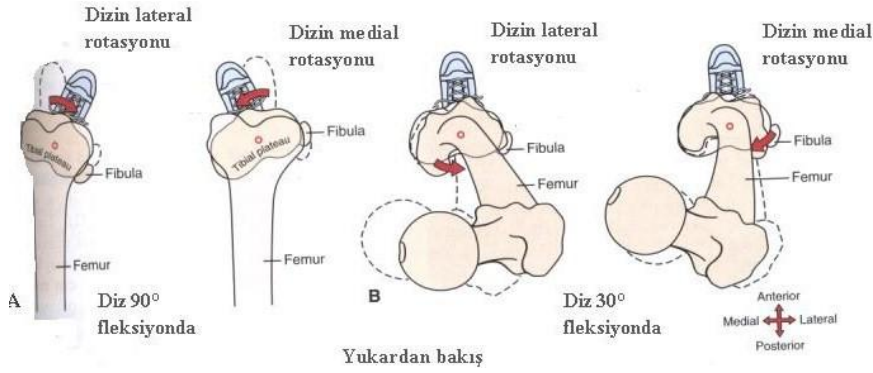


Şekil 2.9: Normal AE dizilimi (a) AE statik dizilim bozukluğu yapan faktörler (b)

Lateral femoral kondilin medial kondilden daha büyük olması nedeniyle tibia da diz fleksiyonu ile iç rotasyon (tibia üzerinde fibulanın anteromedial kayması), diz ekstansiyonu ile dış rotasyon meydana gelir, bu burgu şeklindeki harekete dizin *screw-home* mekanizması denir (şekil 2.10). Sandalyeden kalkma gibi egzantrik harekette ise sabit tibia üzerinde femurun internal rotasyonu şeklinde gerçekleşir. Bu mekanizma Q açısının oluşumunu ve dizin stabilitesini sağlar. Dizin fleksiyonunda tibianın iç rotasyonu lateral vektörü azaltırken dizin terminal ekstansiyonunda tibianın dış rotasyonu lateral vektörü ve Q açısını arttırır. Alt ekstremite dizilim bozukluklarında dizin *screw-home mekanizması* bozulur, dizin kilitlemesi önlenir.

Femoral anteversiyon, femur boyununun femur kondillerinin koronal planından öne doğru fazla açılmasıdır. Erişkinlerde 8-15°'dir. Artmış femoral anteversiyon (>15°), alt ekstremite internal rotasyonda (>60°) ve ayak baş parmağı içe bakacak şekilde (*toe in*) yürüyüşe neden olur (şekil 2.11) (21). Femoral internal rotasyon artışının patella ve lateral troklear oluk arasında temas basıncının artmasına yol açtığı, bir çalışmada bildirilmesine rağmen, PFAS hastalarda artmış femoral

anteversiyon varlığı ispatlanmamıştır (35,36). Femoral anteversiyonun artması, Q açısını artırır ve İTB'yi gerer. Gergin İTB ve artmış Q açısı dizde valgus vektörünü artırarak patellanın laterale çekilmesini kolaylaştırır. Femoral anteversiyonu kompanse etmek için tibial eksternal rotasyon ve subtalar pronasyon olur. Ayakta pes planus olması halinde pronasyon belirginleşir (17). Eksternal tibial torsiyonda, tibial tüberkülün lateral lokalizasyonundan dolayı Q açısı daha büyüktür. Genu valgum da Q açısını artırır, patella üzerindeki güçleri laterale yönlendirir. Yine de birçok çalışmada statik ölçümlerde PFAS'lı hastalar ve kontroller arasında genu valgumda fark bulunmamıştır (8,21). Dinamik hareket esnasında oluşan genu valgum, PFAS oluşumunda önemli rol oynayabilir (21).



Şekil 2.10: Screw-home (burgu) mekanizması A) Açık kinetik zincirde, diz 90° fleksiyonda femur üzerinde tibianın rotasyonu B) Kapalı kinetik zincirde, dizin 90° fleksiyonunda tibia üzerinde femurun rotasyonu

Ayağın hiperpronasyonu PFAS'a sıklıkla neden olan bir faktördür (şekil 9). Ayağın hiperpronasyonu, basma fazında tibianın internal rotasyonuna neden olur, böylece basma fazında tibianın eksternal rotasyonunu önler. Böylece dizin screw-home mekanizması ile kilitlemesi önlenir. Kuadriseps kontraksiyonu esnasında femoral internal rotasyon, patellayı lateral troklear oluğa doğru iterek patella üzerinde daha büyük bir lateral güce neden olabilir (21).

Gastrokinemius zayıflığı ile ilgili olan subtalar pronasyon genu rekurvatum ile birlikte olabilir. Tibia proksimalinin konumunu değişmesi sonucu Q açısı artar ve

patellanın lateral yüzündeki basınç artışına neden olur. Bu durum patellar subluksasyona, kartilajda yumuşamaya, retinaküler strese hatta PFAS'ın kalıcılığına neden olabilir (15).

Normalde patellar tendon uzunluğu/patellar uzunluk oranı 0.74-1.33 arasındadır. Oranın 1.5'in üzerinde olması patella altayı gösterir. Normalde diz fleksiyonu artarken patella, Q açısından dolayı trokleaya lateralden girer. Aşırı uzun patellar tendona bağlı olarak patellanın trokleaya yerleşmesi ancak ileri fleksiyon derecelerinde olur ve bu durum potansiyel instabil patella nedeni olabilir (12,37).

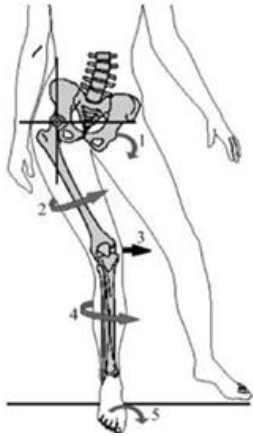
Dinamik dizilim bozuklukları, alt ekstremitede kas güçsüzlükleri ve/veya kısalıklarına bağlı olarak hareketle ortaya çıkan problemlerdir.

Normalde VMO/VL kas yanıtı daha hızlıdır, VMO, VL'den daha önce tetiklenmektedir. Bu da medial kuvvet vektörlerinin erken aktivasyonunu sağlayarak lateral patellar yerdeğiştirmeyi engellemektedir (8,38,39). VMO aktivitesinde gecikme ve kas gücünde azalma, medial patellar stabilitenin azalmasına, patellaya etki eden kuvvet vektör dengesinde bozulmaya, patellanın laterale hareketine ve lateral faset üzerinde eklem basıncına neden olur. Bu da patellofemoral temas alanı ve temas basıncı değiştirerek PFAS gelişmesine neden olabilir (8,17,25,38). PFAS'lı hastalarda kuadrisepte özellikle de VL'ye göre VMO kas aktivitesinde azalma, nöromotor disfonksiyon, EMG'de VMO/VL tetikleme zamanında gecikme, vardır (8,40,41). Bir çalışmada PFAS'lı sporcuların %39'unda anlamlı kuadriseps zayıflığı gösterilmiştir (42).

Kalça çevresi kas güçlerindeki dengesizlik alt ekstremitte dinamik torsiyonel dizilim bozukluğuna neden olur. Bu da patellofemoral temas basıncını arttırarak PFAS'a zemin hazırlar (8). Literatürde proksimal kas zayıflığının prevalansıya ilgili objektif veriler yoksa da klinik gözlemler PFAS'lı hastaların en az %50'sinde görünür kalça ve/veya karın kaslarında zayıflık olduğunu göstermiştir (9,21). Çoğu PFAS'lı hastada kalça fleksörleri, abduktörleri, eksternal rotatörleri ve karın kaslarında güç kaybı mevcuttur (8,27). Tek bacak üzerinde yapılan aktiviteler sırasında pelvisin pozisyonunun ve alt ekstremitte diziliminin korunmasında gluteus medius önemlidir (9,21). Gluteus mediusun zayıflığı ve kısalmış ya da aşırı aktif İTB ile birlikte sık görülür ve sıklıkla lateral patellar retinakulumda gerginliğe yol açar. Gluteus mediusun zayıflığında İTB, kuadratus lumborum ya da piriformis gibi

sinerjistiklerin kompensatuar aktivasyonu (trandelenburg) görülür (9,43). Karşı pelvis düşer (pelvik tilt) ve basan bacak adduksiyon pozisyonundadır. Buna femur ve tibianın aşırı internal rotasyonu, subtalar eklemin pronasyonu eşlik eder (8,9,21).

PFAS'lı hastalarda basamak inme veya tek bacak çömelme esnasında alt ekstremitenin zayıf nöromüsküler proprioseptif kontrolü ya da kalça çevresi kuvvet kaybı sonucu karşı pelvis düşmesi, dizin mediale kayması, artmış kalça adduksiyonu, internal rotasyonu, diz valgusu ve subtalar eklemin pronasyonu üç boyutlu video kinematik analizlerde birçok çalışmada gösterilmiştir (şekil 2.11) (9,21,27,44,45). Bayanlarda aşırı frontal ve transvers plan hareketi zayıf kalça abduksiyon ve eksternal rotasyonuna katkıda bulunur (9,21,27). Barton C.J. ve ark. yaptığı yeni bir çalışmada, PFAS'lı hastalarda yürüme analizi yapılmış ve yürüyüş, merdiven, yokuş inip çıkma esnasında yürüme hızında azalma tesbit edilmiştir. Yürüme esnasında topuk vuruşuna geçerken arka ayak eversiyonunun arttığı ve arka ayak eversiyonunun zamanlamasında gecikme olduğu, koşu esnasında ise kalça adduksiyonu ve diz ekstansiyon momentinde diz eksternal rotasyonunun arttığı gösterilmiştir (46).



Şekil 2.11: PFAS'lı hastalarda merdiven inme esnasındaki kalça ve diz kinematığı (1- karşı pelvis düşmesi, 2- artmış kalça adduksiyonu ve internal rotasyonu, 3-diz valgusu, 4-subtalar pronasyon)

PFAS; hamstring, kuadriseps, İTB, iliopsoas, gastrokinemius kaslarının fleksibilitesinde azalma ile sıklıkla ilişkilidir (43). Literatürde bu kısıtlıklar PFAS

için olası faktör olarak gösterilmişlerseler de genellikle birlikte değerlendirilmişlerdir (47). Hamstring gerginliği teorik olarak ya basma fazında topuk yere basarken hafif diz fleksiyonuna ve ayak bileği dorsifleksiyonuna sebep olur ya da pasif hamstring direncini yenmek için daha yüksek kuadriseps güçleri gerektirir. Her iki durum da PFE reaksiyon kuvvetlerini artırır. Eğer yeterli dorsifleksiyon mümkün olmazsa ayak pronasyonu ile kompanse edilir ve dinamik Q açısı artar (6,8,19,47).

PFAS'lı hastalarda uyluk lateral yapılarda gerginlik olduğu çalışmalarda gösterilmiştir (48,49). İTB, anatomik olarak lateral retinakulum ve patella ile ilişkilidir, PFE'de pasif dinamik kısıtlayıcı bir rol oynar. İTB'nin hafif kısalması, lateral retinakulumun da kısalmasına neden olur (43). Gergin İTB, lateral retinakulumun patellaya bağlandığı yerden lateral patellar anormal hareket, patellar tilt ve lateral patellar kompresyona neden olur (48). İTB gerginliği, diz fleksiyonunda patellaya etki eden lateral kuvvet vektörlerini arttırarak, lateral PFE stresini arttırır (43).

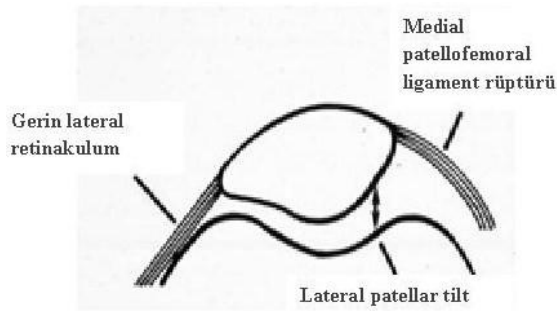
Kuadriseps fleksibilitesinin azalması, patellofemoral stresin artışına ve PFAS'ın gelişimine neden olabilir. Özellikle kalça ekstansiyonunda patellanın troklea içindeki hareketini kısıtlar. Gastrokinemius gerginliği, kuadriseps gerginliği ya da hamstring zayıflığı genu rekurvatuma neden olabilmekte ve PFE'ye binen yükü artırarak PFAS gelişimini tetikleyebilmektedir. Gastrokinemius gerginliği ayak bileği dorsifleksiyonunu kısıtlar ve dinamik subtalar hiperpronasyona, dizin internal rotasyonuna, diz fleksiyonunun artmasına patellanın lateralizasyonuna, Q açısının artmasına ve PFE stresinde artışa neden olur (8,9).

Ayrıca bacakların adduksiyonda tutularak oturulması, yüksek topuklu ayakkabı giymek, yürüyüş esnasında gerekli olan hafif diz fleksiyonu gibi sosyolojik farklılıklar da PFAS için risk faktörleridir. Östrojenin ve diğer kadın seks hormonlarının konnektif dokuya etkileri ve hormonlarda görülen değişimler de PFAS gelişimine katkıda bulunabileceği öne sürülmektedir (15).

Eklem laksitesi de eklem propriosepsiyonunda azalmaya katkıda bulunur ve konnektif dokuda mikrotravmaya ve PFAS'a yatkınlık oluşturabilir. Kadınlarda daha sık görülür. PFAS'lı hastalarda alt ekstremitenin proprioseptif nöromüsküler kontrolünde (pozisyon duyusu, hareket duyusu, üç boyutlu oryantasyon, kuvvet duyusu) zayıflama görülebilir (50). Edin ve ark çevre dokudaki gerilim

değişikliklerinin bozuk eklem pozisyon duyusuna neden olabileceğini savunmuştur (51). Jensen ve ark. PFAS'lu hastalarda dokunma duyusunun ve soğuğu hissetme eşiğinin azaldığını göstermişlerdir (52). Baker ve ark ve Hazneci ve ark PFAS'lı hastalarda propriosepsiyonun kötüleştiğini göstermişlerdir (53,54). Akseki D ve ark. PFAS'lı ve sağlıklı kişilerde dört farklı hedef açı için (15°, 30°, 45°, 60°) aktif eklem pozisyon duyusunu dijital gonyometre ile ölçtükleri çalışmalarında PFAS'lı hastalarda hedef açılarda daha fazla yanılma bulmuşlardır. PFAS'lı hastalarda diz eklemi propriosepsiyonunun azaldığını ve bu sorundan normal dizin propriosepsiyonunun da etkilendiğini bildirmişleridir (50).

Patellar dizilim bozukluğu: Patellanın troklear oluktaki yerleşiminde bir değişiklik patellofemoral temas alanında, temas basıncında ve PFE reaksiyon gücünde değişikliğe neden olur ve PFAS'ı tetikleyebilir. Yırtılmış ya da incelmış medial patellofemoral ligament, patellar hipermobilitate, ligamentöz laksite, gergin lateral yapılar (lateral retinakulum, İTB)'ye bağlı patellanın lateral yönde yerdeğiştirmesi patellanın dizilim bozukluğunda neden olarak gösterilmiştir (şekil 2.12) (8,9,15,17,19,21,33,34). Bununla birlikte medial retinakulum gerginliği ve patellar şaşılık da patellar dizilim bozukluğuna neden olarak PFAS'ı başlatabilir (19,55). Patellanın laterale kayması Q açısını attırırken, mediale kayması Q açısını azaltır (56).

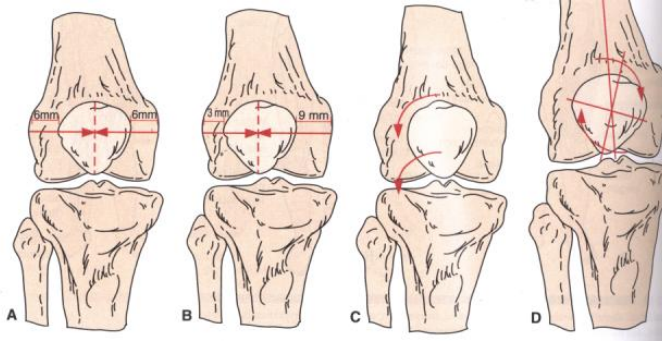


Şekil 2.12: Lateral yapılarda gerginlik yada medial yapılarda zayıflığa bağlı lateral patellar tilt

Lateral patellar hipermobilitate gergin İTB, medial patellofemoral ligamentin ya da patellomeniskal ligamentin gevşekliğine bağlı gelişebilir (4,17,24,43,57). İki çalışmada, PFAS hastalarında patellar mobilitede azalma gösterilmiştir (55,58). Bazı

çalışmalarda da semptomatik PFAS ve patellar ligamentöz laksite arasında anlamlı bir ilişki gösterilmiştir (33,43).

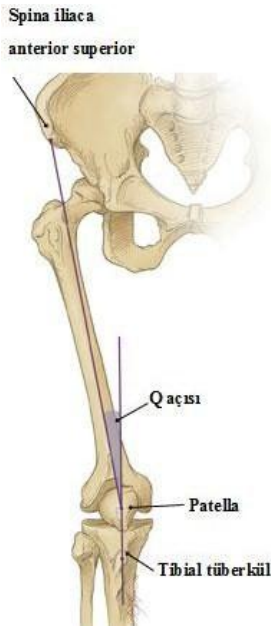
Mc Connel tarafından patellanın yerleşiminin 4 komponenti medial/lateral kayma, medial/lateral rotasyon, medial/lateral ve anterior/posterior tilt olarak açıklanmıştır (şekil 2.18).



şekil 2.13: Patellar pozisyon bozuklukları A) Normal dizilim B) Patellanın laterale kayması C) Patellanın laterale tilti D) Patella inferior polünün lateral rotasyonu

Kuadriseps açısı (Q açısı) alt ekstremite diziliminin sık kullanılan klinik bir ölçümüdür. Q açısı kuadriseps ve patellar tendon çekme yönleri arasındaki valgus açısıdır. SİAS-patella orta noktası izafi çizgi ile tibial tüberkül-patella orta noktası izafi çizgi arasındaki açıdır. Kuadriseps kuvvetinin oluşturduğu çizgi doğrusudur (şekil 2.13). İlk kez Brostrom tarafından tarif edilmiştir (24,59). Q açısı, kuadriseps kasıldığı zaman patellanın lateral olarak hareket etmeye eğiliminin bir ölçüsüdür. Dizin fleksiyonunda tibianın iç rotasyonu Q açısını ve lateral vektörü azaltırken dizin terminal ekstansiyonunda tibianın dış rotasyonu Q açısını ve lateral vektörü arttırır. Bu fizyolojik mekanizma dışında tibianın dış rotasyonunu ve femurun iç rotasyonunu arttıran alt ekstremite dizilim bozuklukları Q açısının artmasına neden olur (7, 14). Artmış Q açısı, ekstansör mekanizmayı lateral yönde arttırır, patellanın laterale hareketine ve instabilitesine neden olur (21,57). Azalmış Q açısı patellayı mediale kaydıramaz fakat medial tibiofemoral temas basıncını dizin artmış varus yönelimi aracılığıyla arttırır (8,15). Artmış ve azalmış Q açısı, PFE'de temas basıncı ve temas lokalizasyonunu değiştirir, artmış patellofemoral pik basınçlara neden olur (8). Bazı çalışmalarda artmış Q açısı ve PFAS arasında ilişki gösterilmiştir (8,43,55,60). Statik ve dinamik dizilim bozuklukları ile ilişkili faktörler

ve patellanın laterale yer değiştirmesi Q açısında da artışa neden olur. Birçok çalışmada statik Q açısını PFAS ile ilişkili bulunmazken dinamik Q açısı PFAS ile ilişkili bulunmuştur (9,21). Q açısının ortalama 20° nin üzerinde olması PFAS için risk faktörüdür (7,57). Patellanın 1 mm laterale yerdeğiştirmesi, Q açısını 1.1°, 5 mm yer değiştirmesi ise 5.18° azaltır. Q açısındaki 5° değişiklik VMO geriliminde %50 azalmaya neden olur (4,7,43). Q açısının cinsiyete göre değişip değişmediği tartışmalıdır. Q açısı kadınlarda erkeklerden 3-6° daha fazladır (21). Ancak 3-6° gibi hafif fark, pelvis boyutlarının daha büyük olması ile ilişkili olabilir. Kısa boylu kişiler daha büyük Q açısına sahiptir, bundan dolayı, cinsiyetler arası hafif fark, erkeklerin kadınlardan daha uzun olmasına bağlanabilir (8). Fulkerson, erkeklerde 15°, kadınlarda 20° büyük açıları potansiyel abnormalite olarak kabul etmiştir (7,57).



Şekil 2.14: Q açısı

2.4.2. Semptomlar

PFAS'da bir çok nonspesifik semptom görülebilir. En sık görülen semptomlar ağrı, krepitasyon, boşalma ve kilitlenme, daha az sıklıkla tutukluk ve şişliktir. Şikayetlerin paterni PFE'ye spesifiktir (15).

Ağrı: Genellikle dizin ön tarafında, sıklıkla patellanın medial bölümü boyunca peripatellar ve/veya retropatellar yaygın ağrı vardır. Lateral patellar ağrı da görülebilir (4,19,25,38). Bilateral ve sinsi başlangıç, ağrının kademeli olarak aşırı patellar ağrı için karakteristiktir. Sıklıkla sürekli ve zaman zaman alevlenmeler gösterir. Başlangıçta ağır aktivite ya da minör travma görülebilir ve bu dizilim bozukluğu olan hastalarda ağrıyı tetikleyebilir (4,61). Ağrı, merdiven inme, çıkma, koşma, diz çökme, çömelme, yokuş inme, çıkma dizler fleksiyonda uzun süre oturma (sinema belirtisi) ile tetiklenir (4,19,38).

Ağrının kaynağı net değildir, çünkü dizdeki bütün yapıların aksine artiküler kartilajda sinir sonlanımı yoktur (8,15). PFAS, sıklıkla multibl lokalizasyon gösterir (8,59). Fulkerson 1983'deki çalışmasında, PFAS'da ağrı kaynağının %90 lateral retinakulum, %10 patellar kompresyon olduğu belirtilmiştir. Fulkerson, lateral retinakuler nöroma formasyonunu, lateral retinakulumun içinde sinir hasarı ve hiperinnervasyon bulunduğunu göstermiştir (18). Bu hastalarda sinir lifinden ve damar duvarından nöral GF aşırı salgılanır ve serbest sinir ucundan substans-P maddesinin salınımını stimüle eder. PFAS'lı hastaların lateral retinakulumunda nöral growth faktör artışı, substans P'nin yoğun olarak bulunduğu Sanchis-Alfonso ve ark. tarafından gösterilmiştir (8). Gerbino ve ark'nın yaptığı çalışmada ise %10 hastada lateral retinakulum, ağrının en yoğun olduğu nokta olarak bulunmuş, çoğu hastada ise ağrı lateral kompresyonla ortaya çıkmıştır ve lateral ağrı yoktur (17). Dye ve ark. sinovyal dokunun ağrılı uyarana karşı oldukça duyarlı olduğunu ve sinovyumun inflamasyonu yada difüz iritasyonunun PFAS'da ağrının kaynağı olduğunu savunmuştur ve başka çalışmalarda da desteklenmiştir (9, 17). Darracott 1971'de, Fulkerson da son yayınlarında PFAS'lı hastalarda semptomların ana kaynağının patellanın subkondral kemiğindeki abnormalite, lezyon ya da basınç artışı olduğunu göstermiştir (24,62). Uzun süre 90° fleksiyonda oturma, hassas patellar subkondral kemikte basınç artışına ve venöz göllenmeye bu da ağrıya neden olur. Brush C ve ark'a göre subkondral kemik ağrıyı başlatan faktör değildir, fakat uzun süreli ağrıda özellikle travma yada dizilim bozukluğu olan PFAS'lı hastalarda sekonder olarak subkondral kemik tutulur (59). Fairbank, İnsall ve Ficat'a göre PFAS'daki asıl lezyonun odağı PFE'deki reaktif kuvvetlerdir. Artmış PFE reaksiyon

kuvvetleri, subkondral strese (infrapatellar basıncın yükselmesine) ve ağrıya neden olur (8,20).

Boşalma hissi, dizin fleksiyon ve ekstansiyon hareketi (merdiven ya da yokuş inip çıkma) sırasında PFE'ye yüklenmeyle ağrı ve kuadriseps kasında zayıflık nedeniyle kuadriseps kasının ani gevşemesi sonucu olur (38). Çapraz bağ ve menisküs patolojilerindeki boşalma dönme hareketlerinde olurken, PFAS'da tek planlı hareket sırasında boşalma görülür, ana sebep kuadriseps-hamstring kaslarının nöromusküler kontrol dengesinin kaybolmasıdır (63). Olguların %50'sinden azında görülür (10, 61).

Krepitasyon nonspesifik bir bulgudur. PFAS'lı hastalarda görülebilmeye karşın tipik bir bulgu değildir. Tanısal bulgu olarak tartışmalıdır. Asemptomatik dizlerde ya da kondromalazi patellada da görülebilir. Ağrı ve krepitasyon arasında bir ilişki yoktur (38,43). Oturur pozisyonda değerlendirilir ve alt bacağı elle direnç uygulanarak arttırılabilir. Tam çömelmede de iyi değerlendirilebilir (43).

Patlama ya da klik sesi, pasif ya da aktif hareket açıklığı sırasında hissedilebilen patella kaynaklı bir sestir. Bu patellar anormal hareketin işaretinin yanında sinovyal hipertrofi, plica sendromu, kist formasyonuna bağlı gelişebilir. Ekstansiyonda patellanın laterale deviyasyonu ile oluşan klik sesi, patellar instabilite göstergesidir (17).

Kilitlenme kısa süreli geçici bir sürtünme hissidir. Merdiven çıkma, inme, sandalyeden kalkma gibi kısmen PFE'ye yük bindiren aktivitelerde diz ekstansiyonu sırasında sürtünme ya da daha çok takılma hissidir. Troklear ve patellar sorunlardan kaynaklanır. Patellar hareketin durması kilitlenmeyi hızlandırabilir. Hamstring spazmı ve posterior kapsülün sekonder kontraktürü gibi mekanik blok etkisi inatçı kilitlenmeye katkıda bulunabilir (4, 15,63).

Şişme: Fizik muayenede çok sık rastlanmayan geçici bir durumdur. Ciddi patellofemoral dizilim bozukluğu, osteokondritis dissekans, sinovyal hastalıklarda, kanama ve travmada saptanabilir (4,61,63).

2.4.3. Fizik muayene: PFAS tanısı ayrıntılı anamnez ve dikkatli fizik muayene ile klinik olarak konur. PFAS için herhangi bir geçerli klinik test olmamasına rağmen tanı için semptom ve bulguların özel bir birleşimi genellikle yeterli olarak kabul edilmektedir. Çoğunlukla hastalar uzun süre oturma, çömelme, diz çökme, merdiven çıkma veya koşmayla ilişkili ön diz ağrısından yakınırırlar. Tanıyı doğrulamak için eklem içi patolojiyi, peripatellar tendinit ve bursitleri dışlamak gerekir (17,21).

Statik dizilim bozukluğu değerlendirilmesi: Hasta ayakta, yürürken, otururken, supin ve pron pozisyonlarında muayene edilir. Genu varum, genu valgum, femoral anteversiyon, tibial torsiyon, pes planus, subtalar pronasyon, kalkaneus valgus ve ön ayak valgusu gibi alt ekstremité statik aligmentleri kolayca değerlendirilir. Hasta supin pozisyonda kuadriseps gevşekken normalde hem medial malleoller hem de medial kondiller temas eder. Medial malleoller temas ederken medial kondiller arası en yakın mesafenin 1 sm'den fazla olması genu varum, medial kondiller temas ederken medial malleoller arası mesafenin 1 sm'den fazla olması genu valgum kabul edilir (21,33). Oturur pozisyonda şaşı patella, çekirge gözü patella değerlendirilebilir. Nötral pozisyonda otururken patella yüzleri dışa bakarsa çekirge gözü patella, içe bakarsa şaşı patella, patella normalden yukarda durursa patella alta, aşağıda durursa patella baja düşünülür (4,6). Oturma pozisyonunda normalde patella kondiller arasındadır ve karşıya bakar. Patella altada ise patella yüzü yukarı bakar (4,5,6,38).

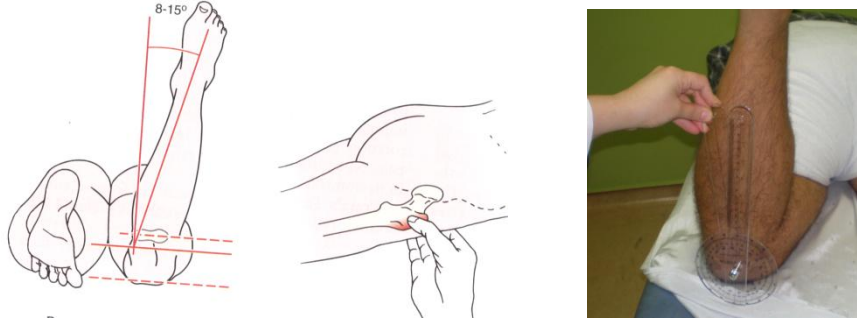
Alt ekstremité dizilim bozuklukları (femoral anteversiyon, eksternal tibial torsiyon) süngü işareti (bayonet sign) görünümüne neden olurlar (şekil 2.14) (6).



Şekil 2.15: Bayonet işareti

Femoral anteversiyon, *Craigs testi* ile değerlendirilir. Hasta pron pozisyonunda dizler 90° fleksiyonda uzanır. Büyük trokanterin posterior yüzü palpe edilir ve en

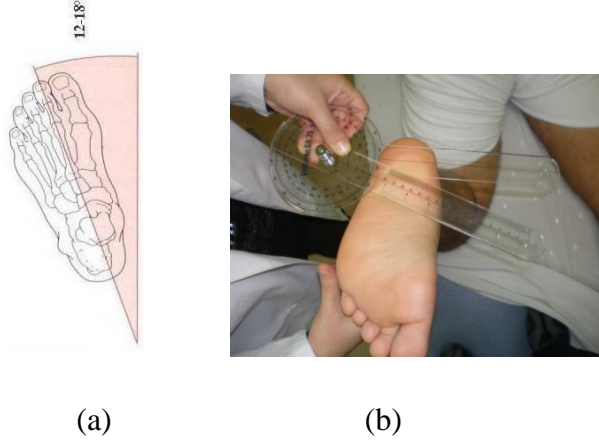
çıkıntılı noktası horizontal plana paralel olana ve en belirgin şekilde palpe edilene dek kalçaya internal rotasyon yaptırılır. Gonyometre medial malleolun proksimalinde alt bacağın medial yüzü üzerine yerleştirilir. Vertikal planla tibia'nın arasındaki açı anteversiyonun açısı olarak değerlendirilir, 15°'nin üzeri femoral anteversiyonu, 8°'nin altı retroversiyonu gösterir (şekil 2.15). Eksternal rotasyondan daha fazla internal rotasyon, femoral anteversiyon artışının iyi bir göstergesidir (6,64).



Şekil 2.16: Craigs testi

Eksternal tibial torsiyon üç şekilde ölçülebilir. Hasta, dizler 90° fleksiyonda oturur. Normalde bu pozisyonda patellar karşıya bakar, ayak baş parmakları hafif dışa bakar pozisyonundadır. Tibial tüberkül ve medial-lateral malleoller arası hattın ortasından geçen dik hayali çizgi ile 2. parmak ve kalkaneusun orta noktası arasından geçen hayali çizgi arasındaki açı ölçülür (*Fick açısı*) (*ayak progresyon açısı*) (şekil 2.16-a). Normalde tibia 12-18° eksternal rotasyondadır. Bu derecenin artması eksternal tibial torsiyonu düşündürür. İkinci yöntemde, hasta yüzüstü pozisyonda muayene masası üzerinde dizler 90° fleksiyonda yatar. Ayağa üstten bakılarak ayak eksenini ve uyluk eksenini arasındaki açı ölçülür. Normalde *uyluk-ayak eksenini* 10-15° eksternal rotasyondadır. Bu açının artması eksternal tibial torsiyonu düşündürür. Açının eksternal rotasyon yönünde artışı pozitif açı, internal rotasyon yönünde artması negatif açı ile ifade edilir. Üçüncü yöntemde hasta yüzüstü pozisyonda muayene masası üzerinde dizler 90° fleksiyonda yatar. Medial ve lateral malleollerin en çıkıntılı noktası kalemle işaretlenir. Medial ve lateral femoral kondillerden geçen hayali çizgi ile medial ve lateral malleollerden geçen hayali çizgi arasındaki açı gonyometre ile ölçülür. Normalde *transmalleoler eksen* 15-20° eksternal rotasyondadır. Bu açının 20°'den fazla olması eksternal tibial torsiyonu, 10°'den az olması internal tibial torsiyonu gösterir (şekil 2.16-b). Açının eksternal rotasyon yönünde artışı pozitif açı, internal rotasyon yönünde artması negatif açı ile ifade

edilir. Tibial torsiyon bir horizontal plan rotasyonel dizilim bozukluğu olduğundan ayak bileği eklemi ekseninin horizontal planda en iyi değerlendirilmesi bu yöntemle mümkündür (6,17,64).



Şekil 2.17: Tibial torsiyon ölçümü (a) Fick açısı (b) Transmalleoler eksen

Subtalar pronasyonda aşil tendonu içe eğilir ve düşük ark meydana gelir. Subtalar pronasyon, internal tibial torsiyon ve Q açısında artışa eşlik eder ve böylece PFE üzerine yük biner. Subtalar pronasyon, primer ya da tibia vara, genu varum sonucu kompensatuar olarak ayak arkusunu düzeltmek için gelişebilir (4,5,6,38). Naviküler düşme testi ile subtalar pronasyon değerlendirilir (şekil 2.17). Hasta sert bir zemin üzerinde ayakta durur. Kalkaneusun en posterior noktasından 4 sm medialde, zeminden 2 sm yukarıda kalkaneusun medial yüzü işaretlenir, zeminden 2 cm yukarıda 1. metatars başı işaretlenir, medial arkın naviküler kemik tuberositayı işaretlenir. Hasta ayaktayken ya da basarken (subtalar eklemi nötral pozisyonda), hastanın arkasında durularak, bir ölçekli kart dik olarak zemine yerleştirilir. Kalkaneus ve 1. metatars işaretleri arasından çizilen yatay çizgiyle naviküler kemik tuberositayı arasındaki mesafe ölçülür. Sonra hasta otururken (subtalar eklem gevşek pozisyonda) ölçüm tekrarlanır. Bu iki ölçüm arası fark 3 mm ya da daha fazla ise aşırı pronasyon ya da medial ark çökmesi düşünülür. (27,64).



Şekil 2.18: Naviküler düşme testi

Dinamik dizilim bozukluğu değerlendirmesi:

Kuadriseps atrofisi, uyluk çevresi ölçümü ile değerlendirilebilir (8). Her iki uylukta eşit mesafede tibial tüberkülden 10-15 sm yukarısı işaretlenir ve uyluk çevresi ölçülür. Atrofinin 0.5 sm ve üzerinde olması anlamlı kabul edilir (64).

Trendelenburg testi gluteus medius kasının değerlendirmesi için kullanılan bir testtir. Normalde tek ayak üzerinde durulduğunda desteksiz taraftaki krista iliaka daha yüksekte kalır. Desteksiz taraftaki krista iliaka daha aşağıda kalması karşı taraf gluteus medius kasındaki yetersizliği gösterir (8,9,64).

Kalça eksternal rotasyon ve abduksiyon kas güçleri manuel kas testi ile değerlendirilir. Eksternal rotasyon değerlendirmesi için hasta yüzüstü pozisyonunda, kalça nötral pozisyonunda ve diz 90° fleksiyonda ölçüm yapılır. Hasta, kalça nötral pozisyonunda 3-5 saniye süreyle izometrik kalça eksternal rotasyonu yapar. Medial malleol proksimalinden eksternal rotasyona manuel direnç uygulanır. Bir dakika arasıyla yapılan iki tekrarın ortalaması kaydedilir. Kalça abduksiyon kas gücü değerlendirilmesinde hasta, test edilen bacak üstte, kalça 5° ekstansiyon ve 30° abduksiyonda 3-5 saniye süreyle izometrik kalça abduksiyonu yapar. Lateral malleol proksimalinden adduktor yönde manuel direnç uygulanır. Bir dakika arasıyla yapılan iki tekrarın ortalaması kaydedilir (64).

Hamstring gerginliği popliteal açı ölçümü ile belirlenir. Hasta sırtüstü pozisyonunda, diğer bacak masa üzerinde düz uzanırken yapılır. Gonyometre tibiyanın ön kenarının alt yarısı üzerinde sıfırlanır. Sonra kalça 90° fleksiyonda stabilize edilir. Dizde gelinebilen ekstansiyon EHA'nın ölçülerek popliteal açı belirlenir. Beş saniye aralıklarla yapılan iki ölçümün ortalaması kaydedilir (47,64).

Kalça fleksör gerginliği Thomas testi kullanılarak değerlendirilir. Supin pozisyonunda her iki kalça ve diz ekstansiyon pozisyonunda hastanın karşı taraf kalçası fleksiyona getirilerek hastadan göğsüne değdirmesi istenir ve bu sırada hastanın lomber lordozu azalır. Uzatılmış olan bacağın masadan yükselmesi ya da lomber lordozun artması aynı tarafta kalça fleksör kısalığını gösterir (8,64).

İTB gerginliği Ober testi kullanılarak değerlendirilebilir. Test edilen bacak üstte hasta yan yatar pozisyonda, alt bacak hafif fleksiyonda, kalça ve diz stabil pozisyonudadır. Hekim pelvisi bir elle sabitlerken diğer eliyle üst bacağı dizin hemen altından kavrar, uyluğu nötral fleksiyon ekstansiyon, abduksiyonda, dizi fleksiyonda pozisyonlar. Hastanın bacağı ani olarak bırakıldığında uyluk masaya doğru adduksiyon yönünde düşerken bir noktada durur ve ağrı olursa test pozitiftir (8,48,64,65).

Kuadriseps gerginliği, Ely testi kullanılarak değerlendirilir. Hasta yüzüstü pozisyonda, dizler pasif fleksiyonda iken tibiannın distal 1/3'ü üzerine tam diz fleksiyonu sağlayacak şekilde kuvvet uygulanır. Eğer diz fleksiyonu lomber fleksiyon olursa rektus femoris gerginliği düşünülür. Yüzüstü pozisyonda diz fleksiyon açısı gonyometre ile ölçülür, horizontal yüzey sıfır noktası kabul edilir. Beş saniye arayla yapılan iki tekrarın ortalaması alınır (8,38,64,65).

Gastrokinemius gerginliği, diz ekstansiyondayken ayak bileği dorsifleksiyonu ölçülerek değerlendirilir. Hasta yüzüstü pozisyonda ayak masadan sarkar, subtalar eklem nötral pozisyonunu korur. Gonyometre ile fibula başından lateral malleolün tepesine çizilen bacağın lateral orta hattı ve kalkaneus yada ön ayağın kenarından ayağın lateral orta hattı arasındaki açı ölçülür. 5 saniye arayla yapılan iki tekrarın ortalaması alınır (8,38). Başka bir yöntemde, hasta ayakta, test edilen bacak diğer bacağın arkasında ekstansiyonda, 60 sm bir yükseklik üzerinde taban ile basarken hasta maksimum gücüyle topuğunu aşağı sarkıtır, ayak bileği dorsifleksiyonu sağlanmaya çalışılır (33).

Proprioseptif değerlendirme için çeşitli metotlar kullanılmaktadır. Eklem önceden belirlenmiş pozisyonlarda pasif olarak hareket ettirilip hastanın algıladığı bu pozisyonu sözel olarak söylemesi istenebilir. Hastanın eklemi önceden belirlenen

pozisyonlara getirebilme becerisi test edilebilir. İzokinetik bir dinamometre kullanılarak hastadan, önceden belirlenmiş ve hastaya öğretilmiş diz eklem pozisyonları ya da açıları oluşturması istenip, oluşturduğu açılar digital bir gonyometre ile ölçülebilir. Bu teknikte hastanın istenen açıyı oluşturması birkaç kez tekrarlatılıp ölçüm sonuçlarının hedef açıdan sapma miktarlarının ortalaması tüm açı değerlerinde not edilir. Ölçümler önce patolojik dizde, sonra normal dizde yapıp karşılaştırılır (6,19).

Patellar dizilim bozukluğun değerlendirilmesi:

Statik mediolateral patellar yer değiştirme, dinamik mediolateral patellar yerdeğiştirme, A açısı, lateral çekme testi, lateral patellar aşırı hareket testi, patellar tilt, patellar endişe testi ve patellar ligament laksitesi ile değerlendirilir. Patella tam diz ekstansiyonunda femoral ariküler yüzeyin üzerinde ve merkezde yerleşir. Patella diz fleksiyonunda, troklear oluğa proksimal ve lateralden girer, diz ekstansiyonunda lateral, proksimal yönde hareket eder ve lateral kenarı posteriora çekilir (tilt). Özellikle 0-30° terminal ekstansiyonda patella hareketi önemlidir ve medial patellofemoral ligament zayıflığı, patellar hipermobilitate ve gergin lateral retinakulum patellar subluksasyon görülebilir (66).

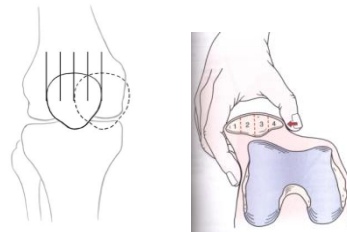
Patellar pozisyon (statik mediolateral patellar yer değiştirme): Patellanın statik pozisyonu ve yerleşimi, hasta sırtüstü pozisyonda, kuadriseps gevşek ve alt ekstremitte nötral pozisyonda, diz 20° fleksiyonda değerlendirilir. Hastanın dizinin üzerine flaster yapıştırılarak üzerinde medial kondil, lateral kondil, patella orta noktası kalem yardımıyla işaretlenir. Medial kondil-patella orta noktası ve patella orta noktası-lateral kondil arası mesafe ölçülür. Diz 20° fleksiyondayken patella her bir epikondilden eşit uzaklıkta olmalıdır. Her iki yönde 5 mm kayma normal kabul edilir (şekil 2.19) (27,29,67). Lateral retinakulum gerginliğinde patella ortası-lateral retinakulum arası mesafe azalır (43,68,69,70). Yapılan bir çalışmada lateral patellar kayma PFAS'lı hastalarda ortalama 7.5 mm, kontrol grubunda 3.8 mm bulunmuştur (70). Lateral patellar kaymanın özel bir ölçüm cihazı ve MRI görüntülerinden faydalanarak değerlendirildiği bir çalışmada PFAS'lı hastalarda lateral patellar kayma ortalama 14.2 mm bulunmuştur (37). Sheehan FT ve ark'nın patellar maltrakingin dinamik MR ile belirlenen patellofemoral yer değiştirme ya da

rotasyonlarla ilişkisini araştıran çalışmasında ise, patellofemoral lateral ve medial yer değiştirme şeklinde iki farklı maltraking grubu belirlenmiştir (72).



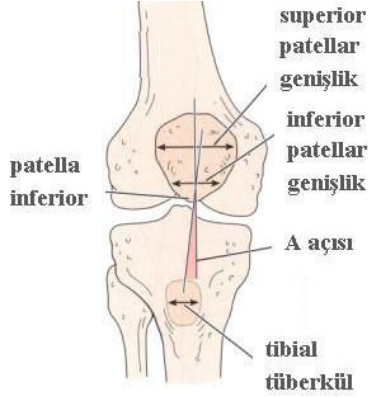
şekil 2.19: Patellar pozisyon lümü

Patellar mobilite (dinamik mediolateral patellar yerdeğiştirme) (pasif patellar kayma): Pasif patellar mediolateral hareket açıklığını ve mediolateral kısıtlayıcıların gerginliğini ölçer, retinaküler patolojiler hakkında bilgi verir. Diz altına bir yastık konarak diz 20-30° fleksiyonda olacak şekilde ve kuadrisepsi kasmadan, muayene masasında uzanır. Patella boylamasına 4 eşit kadrana bölünür ve işaret ve başparmağı kullanılarak medial ve lateral yönde hareket ettirilir (19,43,73,74). Üç kadranlığ lateral patellar mobilite yetersiz medial germeyi, bir kadranlığ medial patellar mobilite gergin lateral germeyi, 3 kadranlığ medial patellar mobilite hiper mobil patellayı gösterir (şekil 2.20). Werner'in geliştirdiği başka bir metotta; hasta supin pozisyonda kuadriseps kasılmadan uzanır, önce patella genişliği bir cetvel yardımıyla ölçülür ve patella orta noktası bir kalemle işaretlenir. Cetvelin orta noktası patellanın orta noktasına yerleştirilir, patella medial ve lateral yönde itilerek her iki yöne de maksimum yerdeğiştirme cetvel üzerinden okunur. Yerdeğiştirme koronal planda mm olarak not edilir. Sonra patella hafifçe posteriora itilip bırakılarak nötral pozisyona dönmesi sağlanır, test tekrarlanır. İki yönde de 3 tekrarın ortalaması alınır. Buna göre, normal medial patellar mobilite 4-15 (ortalama 9.3) mm, normal lateral patellar mobilite 4-11 (ortalama 5.3) mm olarak kabul edilmiştir (43,47).



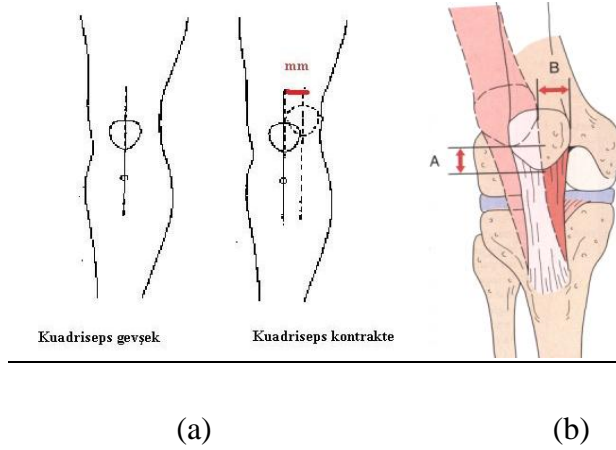
Şekil 2.20: Patellar mobilite ölçümü

A açısı: Patellanın tibial tüberkülle olan ilişkisini ölçer. Q açısı kadar sık kullanılmaz. Bir vertikal çizgi patellayı ikiye ayırır, ikinci vertikal çizgi tibial tüberkülden patellanın inferior polünün apeksine çizilir. İki çizgi arasındaki açıdır. Doğru noktanın bulunmasındaki zorluktan dolayı bu ölçümün güvenilirliği tartışmalıdır (şekil 2.21) (6,19).



Şekil 2.21: A açısı

Kuadriseps çekme testi (lateral çekme testi) (patellar dinamik kayma): Hasta sırtüstü pozisyonda ve diz tam ekstansiyonda gevşek uzanır.



Şekil 2.22: Kuadriseps çekme testi (a) kuadriseps gevşek ve kontrakte halde patellanın konumu (b) Normalde patellanın laterale yer değiştirme mesafesi (A) yukarı yer değiştirme mesafesinden (B) büyük yada eşittir. Kuadrisepsin laterale çekmesi ile $B > A$ olur.

Patellanın merkez noktası işaretlenir ve bu noktadan tibial tüberkülün merkezine bir referans çizgi çizilir. Hastaya izometrik kuadriseps kontraksiyonu yapması söylenir ve patellanın yukarı ve lateral yönde oblik hareketi gözlenir ve kuadriseps kasılıyken tekrar patellanın merkezi belirlenir ve referans çizgiden horizontal sapma ölçülür. Horizontal hareketin 15 mm'den daha fazla olması halinde test pozitifdir (şekil 2.22). Patellaya etki eden güçlerde dengesizliği, biyomekanik bozukluğu, lateral yapıların medial yapılardan daha güçlü ya da gergin olduğunu gösterir (4,6,8,57).

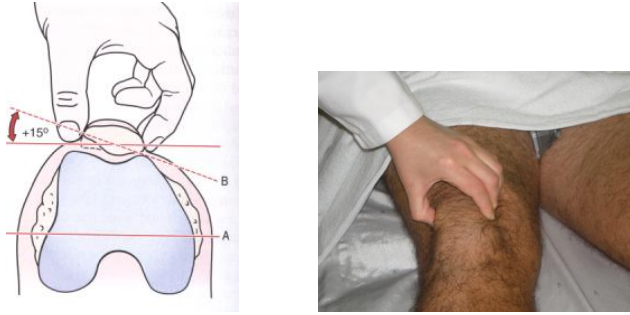
Lateral patellar aşırı hareket testi (dinamik patellar aşırı hareket testi) (J işareti): Patellar instabilitenin bir ölçümüdür. Hastanın oturması ve dizini 90°den tam ekstansiyona getirmesi istenir. Patella proksimale doğru hareket ederken, terminal ekstansiyona yakın hafif laterale kayarak trokler oluktan çıkar ve J işareti çizer (şekil 2.23). J işareti, aşırı gergin lateral retinakulum, VMO disfonksiyonu veya medial yapıların zayıflığını düşündürür. Lateral yapıların aşırı gerginliği, hareket esnasında patellanın troklear oluğa tekrar girmesini engeller (6,7,8,43,57,71,75). Sheehan FT ve ark'nın patellar maltrakingin (Q açısı, lateral hipermobilete ve J işaretinin) dinamik MR ile belirlenen patellofemoral yer değiştirme ya da rotasyonlarla ilişkisini araştıran çalışmasında, 30 PFAS'lı hastanın 7'sinde J işareti pozitif bulunmuştur (72).



Şekil 2.23: Lateral patellar aşırı hareket (J işareti)

Patellar eğilme (tilt) testi: Tilt, patellanın troklea ile ilişki içinde kendi longitudinal aksı üzerinde lateral rotasyonudur. Lateral retinaküler germe sonucu patellanın laterale aşırı eğilmesi, medial patellar mobilitede azalmaya ve patellanın lateral yüzü ile lateral troklea arasında basınç artışına neden olabilir. Hasta sırtüstü pozisyonda,

diz 20° fleksiyonda ve kuadrisepsi kasmadan femoral kondiller horizontal planda yerleşmiş halde uzanır. Başparmak ve işaret parmağı arasında patella medial kenarından posterior yönde bastırılırken, patellanın lateral kenarı femoral kondilden yukarı kaldırılır (şekil 2.24). Patella lateralinin elevasyonunun nötralde ya da nötralden daha az olması lateral yapılarda gerginlik düşündürür. Normalde horizontal plandan 0-20° elevasyon olur. Erkeklerde kadınlara göre 5° daha azdır (8,17,19,43,57,64).



Şekil 2.24: Patellar tilt testi

Patellar endişe (apprehension) testi: Tekrarlayıcı patellar dislokasyon düşünülen hastalar için kullanılır. İlk kez Fairbank tarafından tanımlanmıştır. Hasta supin pozisyonunda, bacak nötral rotasyonda, kuadriseps kasmadan ve diz 30° fleksiyonda uzanır. Patellanın medial kenarı üzerine kontrollü olarak basınç uygulanır ve patella laterale itilir. Hasta, patellanın lateral femoral kondil üzerinde aşırı kaydığını hissederse endişelenir, dislokasyonu önlemek için kuadrisepsini refleks olarak kasar ve lateral harekete izin vermez (şekil 2.25). Test sırasında ağrı uyarılığında PFAS'lı hastalarda testin yanlış pozitiflik oranı yüksektir (8,17,19,43,57,64,74).

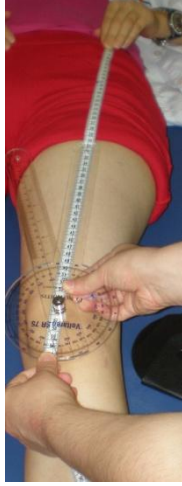


Şekil 2.25: Patellar endişe testi

Modifiye patellar endişe (apprehension) testi: İzole olarak medial patellofemoral ligament yetersizliklerinin tanısı için tercih edilir. Patellanın üst kenarından distale ve 45° laterale doğru (fibula başı yönünde) kuvvet uygulanır. Böylece medial femoral kondil ve adduktor tüberkülden patella 2/3 proksimaline yapışan medial patellofemoral ligamente yapıştığı yerden kuvvet uygulanmış olur, patella inferomedialine yapışan medial patellomeniskal ve medial patellotibial ligamentin yapıştığı yer uygulamanın dışında kalır. Patellanın medial stabilitesinde etkili olduğu gösterilmiş medial patellofemoral ligamentin zayıflaması ya da kopmasının tanısında bu test daha yararlıdır. Ayrıca lateral femoral sulkusun ön çıkıntısının lateral kaymayı engellemesinin önüne geçilerek patellar laterale kaymanın tesbiti kolaylaşır. Bu test belirgin semptomatik PFAS'lı hastaların yarısından daha azında pozitifdir (43,57,76).

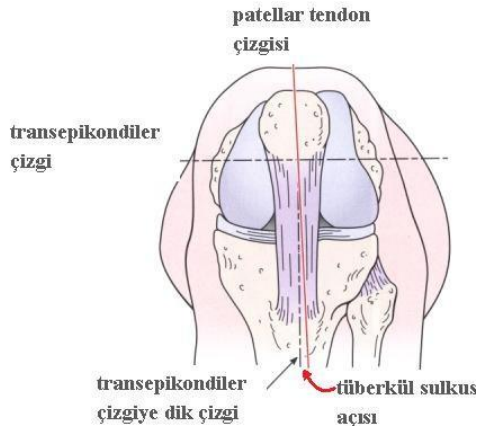
Generalize ligamentöz laksite; patellar ligament laksitesine ve artmış total patellar mobiliteye, bu da patella anormal hareket ve PFAS'a neden olur (8). Hastalar 0-9 arası puan verilerek skorlanır. Aşağıdaki hareketlerden herhangi birini yapanlara 1 puan verilir, İlk 4 test bilateral, 5. test tek taraflı olarak yapılır (5. parmağın 90° daha fazla pasif ekstansiyonu, başparmağın ön ayağın fleksör yüzüne doğru pasif olarak yaklaştırılması, dirseğin 10° ötesinde hiperekstansiyonu, dizin 10°'den fazla hiperekstansiyonu, gövdenin öne fleksiyonunda avuç içlerinin yere temas etmesi) (8,43).

Kuadriseps açısı (Q açısı): Kuadriseps tendon kuvvet vektörü (rektus femoris vektörü) (SİAS'dan patellanın merkezine çizilen hat) ile patellar tendonun kuvvet vektörü (patellanın merkezinden tibial tüberküle çizilen hat) arasındaki açıdır. Hasta sırtüstü pozisyonda, dizler ekstansiyonda, kuadrisepte istemli kas kontraksiyonu olmadan ölçülür. (4,38,57,64,77). Tibial tüberkül ve patellanın merkezi kalemlerle işaretlenir. Hastadan, bir ucu patella merkezi üzerinde tutulan bir ipin diğer ucunu işaret parmağı ile SİAS üzerinde gergin tutması istenir ve standart gonyometreye ile ölçüm yapılır (şekil 2.26). Test yüksek oranda hataya açıktır. Patella troklea orta noktasında, bacak nötral pozisyonda olmalıdır (tibia eksenini, kalkaneus orta nokta ve 2. parmak aynı hatta olacak şekilde). Q açısının hata payının 5°'nin altında olması için, patellanın merkezi 2 mm'den daha az hata payı ile belirlenmelidir (7,43,56,57).



Şekil 2.26: Q açısının ölçümü

Tüberkül sulkus açısı: (Dizin 90° fleksiyonunda Q açısı): Patellanın merkezinden tibial tüberkülün merkezine dik bir çizgi (patellar tendon çizgisi), femoral kondillerden geçen bir horizontal çizgi (transepikondiler çizgi) ve bu horizontal çizgiye dik 3. bir çizgi çizilir. İki dikey çizgi arasındaki açı 0-10° arası normal, 10°'den fazlaysa patolojiktir (şekil 2.27) (6,13,19).



Şekil 2.27: Tüberkül sulkus açısı

Ağrının palpasyonla değerlendirilmesi: Hasta sırtüstü pozisyonunda, dizler 20° fleksiyonda yapılır. Şişlik, nodül, ısı artışı yanında patella, lateral ve medial retinakulum, patellar fasetler, patellanın medial kenarında longitudinal şekilde

uzanan mediopatellar plika, hoffa yastığı (patellar tendonun arkasında yer alır, tendonu her iki yanından palpe edilir, hoffa sendromunda ağrılıdır), patellar tendon, kuadriseps tendonu, İTB, prepatellar, infrapatellar, suprapatellar bursalar, medial kondil ve lateral kondil, tibial tüberkül hassasiyetleri değerlendirilir. Plika eğer patolojikse patella medialinde kalınlaşmış bir sırt olarak palpe edilir ve diz 30° fleksiyonda patella mediale itilince ağrı meydana gelir. Fibulanın medial ve hafif superiorunda, tibianın lateral kondili içinde İTB'nin insersiyosu, medial femoral kondilin posteromedialinde adduktor tüberkül ve yukarı doğru adduktor kaslar da hassasiyet açısından palpe edilir (6).

Hoffa testi: Diz fleksiyondayken başparmakla hoffa yağ yastıklarına basınç uygulanarak diz ekstansiyona getirilir, böylece yağ yastığı PFE içine itilir ve ağrı meydana gelirse tanıyı hoffa sendromu tanısını destekler (6,19).

Mediopatellar plika test: Plika sendromunu gösterir. Hasta supin pozisyonunda, etkilenmiş bacak bir destek yada klinisyenin kolu üzerinde 30° fleksiyonda uzanır. Bir elin başparmağı ile patella mediale doğru bastırılır. Plikanın kenarı patellanın mediali, medial menisküs ve trokleaya yakın medial femoral kondil arasında sıkışır, hasta ağrı hisseder. Plika kalınlaşmış, atlayan, ağrılı bir bant şeklinde palpe edilir (6,19).

Plika teklemeye testi: Plika sendromunu gösterir. Hasta her iki diz 90° fleksiyonda muayene masası üzerinde oturur. Hareket esnasında palpe etmek için bir parmak patella üzerine yerleştirir. Hastadan dizini ekstansiyona getirmesi istenir. Eğer hareket esnasında 45-60° fleksiyon arasında patella teklerse test pozitiftir. Diz ekleminde şişlik varlığında bu test uygulanmaz (6,19).

Hungston plika testi: Plika sendromunu gösterir. Hasta supin pozisyonunda uzanır ve bir elin tabanı ile patella mediale bastırılır ve aynı elinin parmağı ile medial femoral kondil palpe edilir, diğer elle diz fleksiyona, tibia medial rotasyona getirilir. Plikanın parmakların altında fırladığı hissedilirse test pozitiftir (6,19).

Noble kompresyon testi: İTB tendinitini gösterir. Hasta supin pozisyonunda, kalça ve dizi fleksiyona getirilir. Lateral femoral kondil üzerine yada 1-2 sm proksimaline

başparmak ile basılı tutulurken diz pasif olarak ekstansiyona getirilir. Yaklaşık 30° fleksiyonda hasta ağrı hisseder (6,19).

Peripatellar ağrının değerlendirilmesi:

Diz ağrı digramı: Post ve Fulkerson tarafından 1994'de ağrının haritası düzenlenerek bir tablo oluşturulmuştur. Buna göre patella superior, medial, lateral, inferior, intrapatellar, retropatellar olmak üzere 6 zona ayrılmış ve palpasyonla hassas ağrılı noktaların lokalizasyonu ve VAS'a göre ağrı düzeyi not edilmiştir (78,79). Başka bir çalışmada orjinalinden farklı olarak PFE klinik muayene tekniğine uygun olarak 9 zona ayrılmış (peripatellar alan total, patella üst medial, alt medial, total medial, üst lateral, alt lateral, lateral total, patella arkası, patella alt pol) ve hassasiyetleri VAS ile değerlendirilmiştir (59).

Patella hassasiyeti PFAS'da her zaman bulunmaz. Semptomatik bipartit patella ya da patellar kontüzyonu gösterebilir. Medial ve lateral faset hassasiyeti PFAS'da bulunabilir, artiküler kartilaj hasarını gösterebilir (17). Lateral faset palpasyonu için patella başparmak ve işaret parmağı kullanılarak laterale kaydırılır ve patellanın lateral posterior yüzü palpe edilir. Aynı işlem medial faset için de tekrarlanır (4,6,7).

Patellar retinakulum hassasiyetinin değerlendirilmesi: Patellanın lateral yüzü mediale itilerek medial retinakulum altında gerilim oluşturulur ve medial retinakulum palpe edilir (43). Bu, patellar dislokasyona sebep olan medial retinakulum ya da medial patellofemoral ligament patolojisini gösterir (4,7,57). Patellanın medial yüzü laterale itilir, lateral retinakulum altında gerilim oluşturulur ve lateral retinakulum palpe edilir (43).

Basset işareti: Medial epikondil ya da adduktor tuberkülün palpasyonla hassasiyeti Basset işareti olarak tanımlanır. Medial patellofemoral ligamentin patolojisini gösterir (57).

Retropatellar ağrının değerlendirilmesi (Provakatif testler):

Patellar kompresyon testi: Subkondral kemikte basınç artışını gösterir (59). Hasta supin pozisyonda, diz 20° fleksiyonda (diz altına bir rulo havlu yerleştirilerek) patella aşağı femoral oluğa doğru bastırılır ve sonra medial-lateral, yukarı-aşağı yönde

hareket ettirilir. Eğer hasta ağrı hissederse test pozitifdir (şekil 2.28-a) (8,43,49). Bu testin spesifitesi tartışmalıdır (43).



(a)

(b)

Şekil 2.28: (a) Patellar kompresyon testi (b) Clark testi

Clark testi (patellar rendeleme testi) (dinamik patellar kompresyon testi): Hasta kuadrisepsini kasmadan, diz 20° fleksiyonda (diz altına bir rulo havlu yerleştirilerek) supin pozisyonda uzanır. Elin 1. ve 2. parmağı ile patellanın tabanı ya da superior polüne proksimalden hafifçe aşağı bastırılır. Patella aşağı itilirken hastadan kuadrisepsini kasma istenir. Eğer hasta ağrısız kontraksiyonu sürdürür ve tamamlarsa test negatiftir. Eğer retropatellar ağrı oluşursa ve hasta kontraksiyonu tamamlayamazsa test pozitifdir (şekil 2.28-b) (4,6,49,74). Clark testinde ağrı, krepitasyon, hastanın endişesine bağlı testi tamamlayamama ve kuadriseps kontraksiyonunda yetersizlik gözlenebilir (74). Testte kontrollü basınç uygulanmalı ve farklı zamanlarda birkaç kez yapılmalıdır (4,6,49). Clark işareti, aktif kompresyon testi, dinamik patellofemoral kompresyon testi, dinamik patellar kompresyon testi, patellofemoral rendeleme testi, patellar rendeleme testi, shrug (silkme) manevrası isimleriyle de anılmaktadır. Clark işaretinin PFAS için tanısal geçerliliği yetersizdir ve tanısal değeri zayıftır (26).

Vastus medialis koordinasyon testi: Hasta supin pozisyonunda, bir el yumruk yapılarak hastanın dizinin altına yerleştirilir. Hastadan topuğunu kaldırarak, dizini yavaşça ekstansiyona getirmesi ve alttaki eli aşağı bastırması istenir. Hasta tam

ekstansiyon yapamazsa ya da zorlanırsa yada kalça kaslarından yardım alırsa test pozitifdir (şekil 2.29) (6,74).



Şekil 2.29: Vastus medialis koordinasyon testi

McConnel testi: Hasta femuru lateral rotasyonda oturur ve 120°, 90°, 60°, 30° ve 0°'de 10 saniye süreyle izometrik kontraksiyon yapar. Ağrı olursa test pozitifdir.

Eğer kontraksiyonlar esnasında ağrı meydana gelmezse, klinisyen hastanın bacağı tam ekstansiyon pozisyonunda dizi üzerine koyar, patellayı mediale çekili tutarak dizi ağırlı fleksiyon açısına getirir ve hasta kuadrisepsine izometrik kontraksiyon yaptırır. Ağrı artarsa ağrı PFE kaynaklıdır. Her açı aynı usülde test edilir (şekil 2.30) (6,74).



Şekil 2.30: McConnel testi

Waldron testi: İki evrede uygulanır. Birinci evrede, hasta supin pozisyonunda diz ekstansiyonda yatar. Hekim bir eliyle patellayı femura doğru bastırır, diğer eliyle de dize pasif fleksiyon yaptırır. Hareket esnasında krepitus ve ağrı olursa test pozitiftir. İkinci evrede, hasta ayakta durur, hastadan yavaş ve tam çömelme yapması istenir. Hekim bu esnada patellayı femura doğru bastırır. Hasta çeşitli derecelerde çömelirken hekim patellayı palpe eder. Çömelme ilerlerken ağrı ve krepitasyon varlığında test pozitiftir (şekil 2.31) (6,74).



Şekil 2.31: Waldron testi

2.4.4. Fonksiyonel değerlendirme:

Diz çevresi kas gücündeki yetersizlikleri göstermek için manuel kas testi her zaman kullanılamaz, fonksiyonel performans testleri özellikle alt ekstremitte kapalı kinetik zincir ve ağırlık aktarımlı testler tercih edilir (43). Fonksiyonel testler PFAS'lı hastalarda kuvvet kapasitesindeki azalmayı gösterebilir (8).

Anteromedial hamle: Hasta başlama çizgisinin arkasında durur. Sağlam bacak önde ve 90° fleksiyonda, orta çizgiyi çaprazlayarak yapabildiği en geniş adımda öne ve mediale adım atar. Başlangıç çizgisinden öndeki bacağın topuğuna kadarki mesafe kaydedilir. Hasta dik gövde postürünü ve dengeyi iyi sağlamalıdır. Üç tekrardan maksimum olanı kaydedilir. Maksimal mesafenin %80'i hesaplanır ve işaretlenir, hastanın bu noktaya 30 saniyede kaç hamle yaptığı kaydedilir. Bu noktaya ulaşamayan hamle, hareket çizgisinden sapma ya da farklı bir step sayıya dahil edilmez. Tutulmamış bacağın maksimum mesafesinin %80'ine göre tutulmuş bacak test edilir (8,43,80).

Denge ve uzanma: Hasta başlangıç çizgisinin arkasında ayakta durur. Bir bacak düz zeminde öne doğru topuğu yere degecek şekilde uzatılır, vücut ağırlığının çoğu arka bacağına yüklenir. Önce tutulmamış bacak test edilir. Öndeki bacağın topuğu ile başlangıç çizgisi arasındaki mesafe ölçülür. Üç tekrardan maksimum olanı kaydedilir. Maksimal mesafenin %80'i hesaplanır ve işaretlenir, hastanın bu noktaya saniyede yaptığı denge ve uzanma sayısı kaydedilir. Tutulmamış bacağın maksimum mesafesinin %80'ine göre tutulmuş bacak test edilir (8,43,80).

Üç adım sıçrama testi: Hasta ağırlı bacağı üzerinde ayakta durur. Hastadan bir düz çizgi boyunca tek bacağı üzerinde 3 adım zıplaması istenir ve zıpladığı total mesafe ölçülür (sm) (23,81).

Vertikal sıçrama testi: Hasta ayakta bir duvara karşı durur ve çömelip maksimum güçle sıçrar. Test esnasında kollar vücudu yukarı itmek için yukarı uzatılır. Duvar veya benzeri bir cihaz sıçrama yüksekliğini ölçmek için kullanılır. Bir çalışmada vertikal sıçrama, PFAS'lı hastalarda 52 sm, kontrol grubunda 56 sm ölçülmüştür (33).

Tek bacak basma: Hasta, leg pres cihazı üzerinde oturarak, vücut ağırlığının %50'si kadar yükü basarak bacağıyla vücudundan iterken, dizini tam ekstansiyondan 90° fleksiyona ve tekrar ekstansiyona getirir. Otuz saniyede yapılan tekrar sayısı not edilir (8,43,80).

Unilateral diz çömelme testi: Hastadan dizde ağrı oluşana kadar çömelmesi istenir ve ağrı oluşana dek yaptığı maksimum fleksiyon açısı (büyük trokanter ile lateral eklem çizgisi arasındaki açı) gonyometre ile ölçülür. Hasta ağrısız tam çömelme yapabilirse, o hasta bu test için asemptomatik kabul edilir (56,81,82). Callaghan MJ, PFAS'lı hastalarda NMES öncesi ortalama 100°, NMES sonrası ise ortalama 114° bulmuştur (82).

Başka bir tek bacak mini çömelme metodunda ise; hasta omuzlar dik, eller her iki yanda kalçalar üzerinde, diz tam ekstansiyonda, tek ayak üzerinde dengeli durur. Hasta basan tarafta diz 90° fleksiyona gelecek şekilde çömelir ve tekrar tam ekstansiyona döner. Otuz saniyede yapılan tekrar sayısı not edilir (8,43,80).

Egzantrik step test (Basamak inme testi) (Step down test): Ağrı oluşana veya olan ağrı artana kadar 25 sm yüksekliğindeki basamağı inme sayılarının toplanmasıyla değerlendirilir. (74,82). Callghan MJ, PFAS'lı hastalarda toplam skoru NMES öncesi ortalama 14, NMES sonrası ise ortalama 27 bulunmuştur (82).

Başka bir step test metodunda ise; hastadan 10 sm yükseklikteki basamağı inip çıkması istenir. Hasta ağrı hissetmezse basamağın yüksekliği ağrı olana kadar 5 sm arttırılır ve ağrı olan yükseklik kaydedilir. Hasta 45 sm yükseklikte basamağı ağrısız inip çıkabilirse test sonlandırılır ve hasta bu test için asemptomatik kabul edilir (81).

Diğer bir metotda ise, hasta yaklaşık 20 sm yükseklikte bir basamak üzerinde, her iki el belinde ayakta durur. Önce hasta bacak sonra diğeri öne ve aşağı iner. İnen ayağın topuğu zemine değeri ve tam ekstansiyona gelir. İnilen bacak geri çıkmak için kullanılmaz, sağlam bacakla çıkılır. Otuz saniyede yapılan tekrarların sayısı not edilir (8,43,80).

Bir egzantrik step test metodunda da 15 sm yükseklikte tabure kullanılır. Katılımcılar arasındaki antropometrik farklılıklar nedeniyle tibia uzunluğunun %50'sine göre taburenin yüksekliği ayarlanır. 15 sm yükseklikteki taburenin üzerine tibia uzunluğuna göre 1 sm kalınlıkta tahta levhalar ve kaymayı önlemek için katlar arasına 3mm lastik yerleştirilir. Hasta step üstünde ellerini iki yanda kalçalarının üzerine koyar ve ayakta durur, sonra test edilen bacakla hareketin kontrolünü bozmadan olabildiğince yavaş ve rahat şekilde aşağı iner. Test esnasında dizde ağrı olması testin pozitif olduğunu düşündürür (şekil 2.32). Testin yavaşça yapılmasıyla ekstansör mekanizmaya karşı koymak için daha fazla güç kullanılır. Hız azaldıkça hızlı ve yavaş kasılan lifler bir arada kasılır ve daha fazla kuvvet ortaya çıkar. Hastalar test boyunca kolların vücuda göre sabitlenmesiyle vücut merkezinin sabitlenmesi sağlanır ve test standardize edilmiş olur. Test öncesinde ısınma yapılmaz. Video analiz için kamereya yakın olan bacakta büyük trokanter, lateral femoral kondil ve lateral malleol üzerine yansıtıcı belirteçler yerleştirilir. 3 saniyelik peryotta basamaktan inilir. Video analizle ağrının oluştuğu kritik açı ve açısız hızın değerlendirilmesi ve biyomekanik değerlendirme (olası kalça adduksiyonu, internal rotasyonu, karşı taraf pelvik drop, diz valgusunun açısız değerlendirilmesi) de yapılabilir (79).

Loudon ve ark. PFAS'lı hastalarda anteromedial hamle, denge ve uzanma, tek bacak basma, tek bacak çömelme, egzantrik step testleriyle yaptıkları çalışmada testlerin hepsinin güvenilirlik ve duyarlılıklarının yüksek, ağrı seviyesindeki değişime duyarlı, VAS ile uyumlu (ağrı azaldığında tekrarların sayısı artar) olduğunu bildirmiştir. Bu testlerde tutulmamış bacak skoru tutulmuş bacağına göre yüksektir. Bu çalışmada PFAS'lı hastalarda kontrol grubuna göre bu testlerin hepsinde daha düşük skorlar bulunurken, PFAS'lı hastaların tutulmuş bacağına tutulmamış bacağına göre sadece basamak inme testinde düşük skorlar bulmuştur (80).



Şekil 2.32: Egzantrik step test

Tek bacak çömelme ve tek bacak basma, kuadriseps fonksiyonunu değerlendirmek için, anteromedial hamle, basamak inme testi, denge ve uzanma hastalığın takibinde kullanılabilir. Testlerin tamamının tutulmuş bacakla, tutulmamış bacağın skorundan %10 eksiklikle yapılması iyileşme olarak kabul edilir (80).

2.4.5. Görüntüleme Teknikleri

Patellofemoral eklem radyografi, BT, BT atrografi, artroskopi veya MRG ile görüntülenebilir. PFAS'ın etiolojisinin çeşitli olması nedeniyle görüntüleme tekniklerinin faydası tartışmalıdır (83). Görüntüleme teknikleri anatomik abnormaliteleri tanımlamada yardımcıdır ancak fizik muayene tanıda dayanak noktasıdır (84).

Radyoloji: Radyografik değerlendirme, AP, lateral ve aksiyel grafileri kapsar. Çoğu hastada radyoloji normaldir ya da minimal radyolojik değişiklikler vardır. Kartilajın ileri dönem değişiklikleri daha iyi görülür (84).

AP grafide: Patellanın boyutu, şekli, femura göre pozisyonu değerlendirilir. Proksimal tibiofibular ilişki, hipoplastik ya da iki parçalı patella, fraktürler, osteokondritis dissekans, tibiofemoral osteoartrit, femoral kondillerin asimetrisi, varus-valgus deformiteleri görülebilir. Patellanın yüksekliği değerlendirildiğinde patellanın alt polü femoral kondillerin hemen üstünden geçen horizontal hattın hemen üzerindedir. Patella altada ise patella alt polü 20 mm veya daha yukarıdadır (83,84,85).

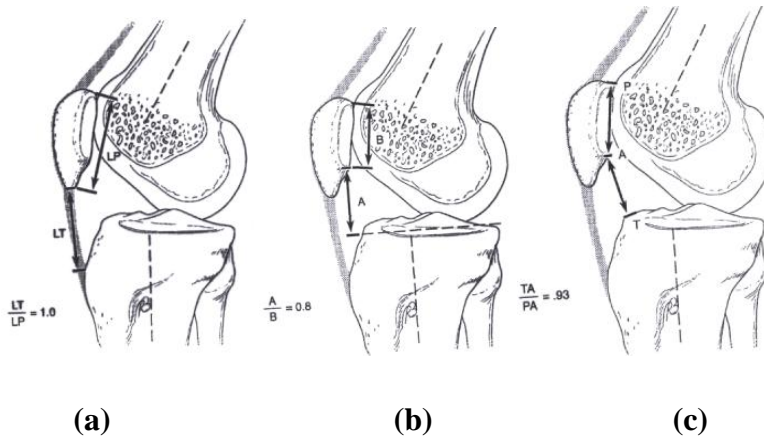
Lateral grafi: Patellanın troklea içinde vertikal pozisyonunu değerlendirir. Diz 45° fleksiyonda yan yatar pozisyonda ya da ayakta yük vererek çekilebilir. İnsall-Salvati indeksi, Blackburne Peel indeksi, Caton indeksi kullanılarak patella alta, patella baja değerlendirilir. Diz ekstansiyonda ve yük vererek alınan lateral grafi, diz ekstansiyon pozisyonunda patellanın longitudinal eksenini etrafında rotasyonu ya da tilti hakkında bilgi sağlayabilir (83). Displastik kondiller ve sık troklear oluk da fark edilebilir. Trokleanın tabanı femurun anterior korteksi ile devamlılık gösteren radyolüsen bir hat şeklinde görülebilir. **Geçit (crossing) işareti**, trokleanın zemininin trokleanın lateral kenarını çaprazladığını gösteren bir hattır, sık troklear oluşu gösterir. **Yumru (bump) işareti**, trokleanın zemini ve femurun anterior korteksi bir radyolojik çizgiyle konvex olarak bağlandığında meydana gelir. 3 mm'den fazla bump abnormaldir ve patellanın hatalı yerleşimini gösterir (84).

İnsall-Salvati İndeksi: Patellar tendon insersiyosunda ön tibial tüberküle patellanın inferior kenarından çizilen hattın uzunluğunun (patellar tendonun uzunluğu-PT), patellanın en uzun ekseninin uzunluğuna (patellanın uzunluğu-P) bölünmesiyle elde edilir. PT/P oranı, kadınlarda, 0.94-1.18 erkeklerde, 0.90-1.10'dir. PT/P oranı 1.2'nin üzerindeyse patella alta, 0.8'in altındaysa patella bajayı gösterir (şekil 2.33-a) (84,85).

Blackburne-Peel İndeksi: Patella yüzeyinin inferior kenarından tibial platoya dik inen hattın uzunluğunun patella artıklar yüzeyinin uzunluğuna bölünmesiyle elde

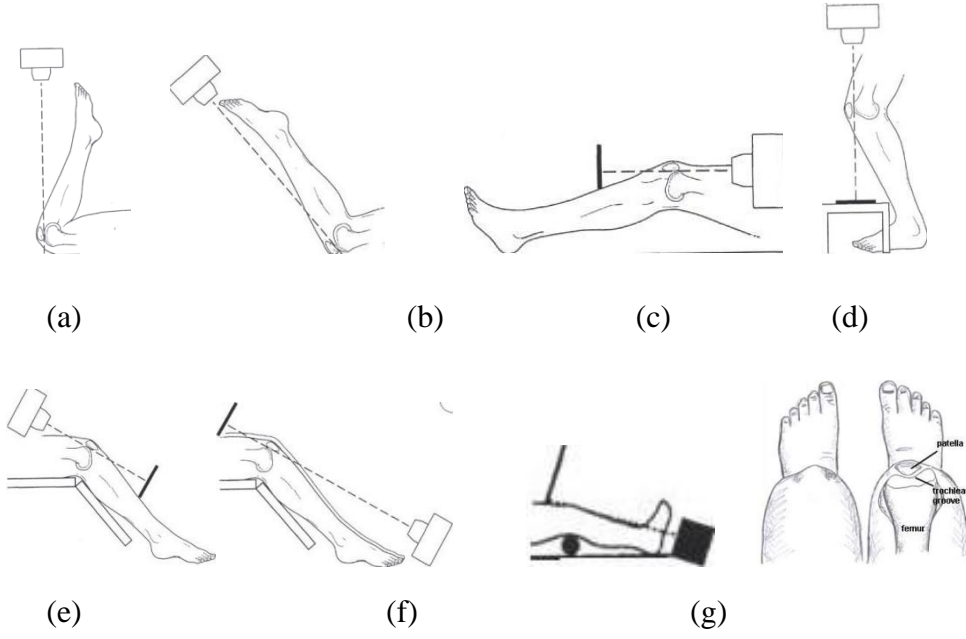
edilir. Kadınlarda 0.70-1.09, erkeklerde 0.85-1.09'dur. Blackburne Peel indeksi patellar yükseklik ölçümü için daha uygun bulunmuştur (şekil 2.33-b) (84,85).

Caton indeksi: Tibianın anterosüperior eklem yüzeyinden patellanın inferior eklem yüzeyine olan mesafenin patellanın artiküler kenarının uzunluğuna bölünmesiyle elde edilir. Oran, 0.6'dan az ise patella infera, 1.3'den büyükse patella alta düşündürür. İnsall Salvati indeksi Caton metoduna göre daha az sensitiftir (şekil 2.33-c) (85,86).



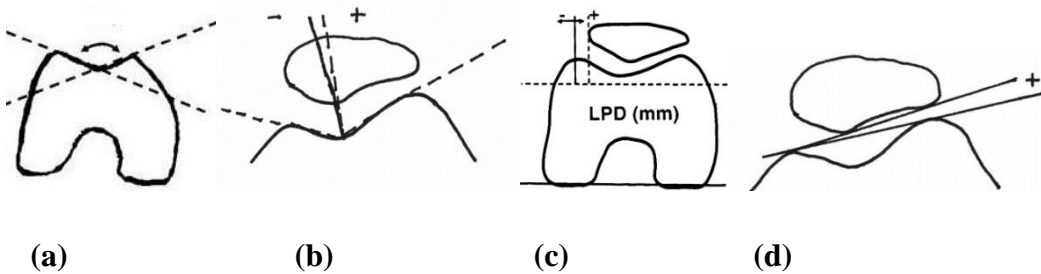
Şekil 2.33: (a) İnsall-Salvati indeksi (b) Blackburne-Peel İndeksi (c) Caton indeksi

Aksiyal grafi: Patella ve femoral troklea arasındaki ilişkiyi en iyi gösterir. Patellar pozisyon, femoral kondillerin yüksekliği, sulkusun derinliği açıkça görülür. Patellar pozisyon, patellar tilt görülebilir (84). Asemptomatik genel populasyonun %20'sinde aksiyel grafilerde PFE anormalileri görülebilir. Settgast, Jaroschy, Knutsson, Merchant, Ficat, Laurin ya da ayakta yük verme teknikleriyle çekilebilir (83). Settgast grafisi diz 90° üzerinde fleksiyonda, hasta pron pozisyonda çekilir (83,87). Merchant grafisi, hasta supin pozisyonunda, dizler 45° fleksiyonda, ışın kaudal ve inferior yönde vertikalden 30° açıyla gönderilerek alınır. Sulkus açısı, uyum açısı değerlendirilir (6).



Şekil 2.34: Aksiyal grafi teknikleri: (a): Settgast, (b): Jaroschy, (c): Knutsson, (d): weight bearing, (e): Merchant, (f): Ficat, (g): Laurin.

Birçok çalışmada 30 ve 45° diz fleksiyonda alınan aksiyal grafilerde patellar tilt ve yerdeğiştirme PFAS'lı hastalarda kontrollere göre artmış bulunmuştur. Laurin grafisi, hasta oturur pozisyonda, dizler 20° fleksiyonda ışın sefalik ve süperior yönde vertikalden 160° açıyla gönderilerek alınır. Lateral patellofemoral açı, patellofemoral indeks değerlendirilir (85,86). Ters Merchant grafisinde, dizler 45° fleksiyonda, ışın kaudalden gönderilir ve kaset oturur pozisyonundaki hasta tarafından vertikalden 30° açıyla tutulur. Ayakta yük vererek alınan aksiyel grafi PFE dizilimi için en fizyolojik değerlendirilme yöntemidir (şekil 2.34) (87, 88).



Şekil 2.35: (a) Sulcus açısı (b) Uyum açısı (c) Lateral patellar yer değiştirme (d) Lateral patellofemoral açı

Sulkus açısı: Medial kondilin üst noktası, troklear oluğun en derin noktası ve lateral femoral kondil üst noktası arasındaki açıdır. Merchant'a göre ortalama $138\pm 6^\circ$ ($126-150^\circ$) (84,88). Brattstroma göre ortalama 142° 'dir. Geniş açı (sığ oluk) patellar instabiliteyi kolaylaştırır (şekil 2.35-a) (83,87).

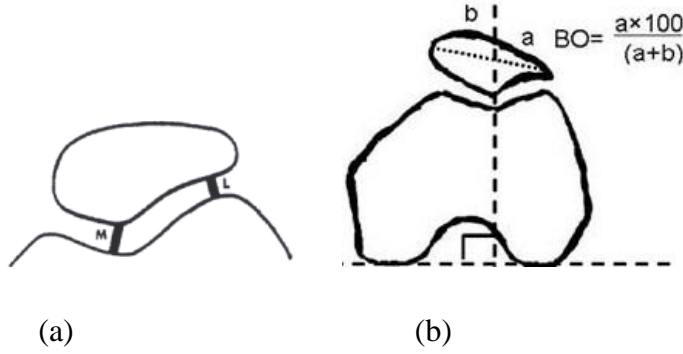
Patellofemoral uyum açısı (Merchant açısı): Sulkus açısını ikiye ayıran referans çizgisi ile troklear oluğun en derin noktası ve patellar artiküler sırtın en tepe noktasından geçen dikey çizgi arasındaki açıdır (şekil 2.35-b) (83,84). Lateral patellar yer değiştirmenin ölçümüdür. Patella apeksi ya da ikinci çizgi referans çizgisinin medialinde ise açı negatif, lateralinde ise açı pozitifdir. Büyük açı (pozitif açı) patellanın laterale yer değiştirdiğini gösterir (86,88). Genellikle (-6°) - $(+6^\circ)$ arasında kabul edilir. Merchant tarafından ortalama $-6^\circ\pm 11^\circ$ olarak tanımlanmıştır (83,84). Merchant tekniğinde çizgiler elle çizilir. Çalışmalarda standardize digital tekniklerin aksine elle ölçümlerin kullanılması ortalama açılardaki tutarsızlığın nedeni olabilir (85,86).

Lateral patellar yer değiştirme: Medial ve lateral kondillerin tepesini birleştiren bir çizgi ve bu çizgiye medial femoral kondilin tepesinden bir dik çizilir. Bu dik çizgi ile patellanın medial kenarı arası mesafe ölçülür (şekil 35-c). Normal dizlerde bu mesafe 1mm'den fazla olmamalıdır (69,85,87,88).

Lateral patellofemoral açı (Laurin açısı): Lateral patellar açı, patellar tiltin sayısal ölçümüdür, femoral kondillerin en tepe noktalarını bağlayan çizgi ile patellanın lateral faseti boyunca çizilen çizgi arasındaki açıdır (şekil 2.35-d) (75,83,84). Normal dizlerde sıklıkla açıklığı laterale bakar (pozitif açı), patellar tiltli dizde ise mediale bakar (negatif açı) ya da daha sıklıkla paralel olur. PFAS'lı hastalarda bu açı azalmıştır. Laurin açısının dizin fleksiyonuyla birlikte küçülmesi lateral patellar tilti gösterir (75, 84,85,86,88).

Patellofemoral indeks: Medial kondille patellar artiküler sırt arasındaki en kısa mesafenin lateral kondille lateral faset arasındaki en kısa mesafeye oranıdır. 1.6 ve altındaki değerler normal kabul edilir. Tilt ve subluksasyonu gösterir (şekil 2.36-a) (75,83,84,85).

Bisect ofset açısı: Patellanın en geniş çapından bir çizgi ve posterior kondillerin uç noktalarından geçen bir çizgi çizilir. Bu çizgiye dik çizilen üçüncü çizgi patellanın en geniş çapını 2 parçaya ayırır (α , β). Açı, $\alpha / (\alpha + \beta) \times 100$ formülüyle hesaplanır (şekil 2.36-b). Patellar subluksasyonu gösterir (67,75).



Şekil 2.36: (a) Patellofemoral indeks (b) Bisect ofset açısı

Bilgisayarlı Tomografi: Sagittal ve aksiyal kesitlerde sulkus açısı, sulkus derinliği, uyum açısı, lateral patellar yer değiştirme, bisect ofset açısı, Laurin açısı ve patellofemoral indeks, patellar stres fraktürleri ve osteokondritis dissekans belirlenebilir. Bilgisayarlı tomografi ile PFE'nin tam ekstansiyonda aksiyal görüntülenmesi mümkün olur. Bu pozisyonda lateral femoral kondilin stabilizasyona katkısı azalır ve patellanın troklear oluktan yer değiştirmesi kolaylaşır. Normal dizlerde tam ekstansiyon postüründe patellada fizyolojik hafif tilt yada lateralizasyon (ortalama uyum açısı $+2,5^\circ$) vardır (84,86,87). Diz fleksiyonu $0-30^\circ$ iken uyum açısı 0° ya da negatif, laurin açısı en az 8° laterale açık olmalıdır. Fleksiyon derecesinin artmasıyla lateral patellar yer değiştirme azalır, lateral patellofemoral açı artar, uyum açısı mediale kayar. 30° 'de alınan kesitlerde patellar subluksasyonlu hastaların %77'inde uyum açısı normal bulunmuştur. Diz 30° ve 45° fleksiyonda çekilen aksiyel grafiler patellar pozisyonun tesbitinde yetersizdir. Bu nedenle patellar tilt ve lateralizasyon, $0-10^\circ$ diz fleksiyonunda daha belirgindir (4,86). Patellofemoral ilişkileri fizyolojik olarak değerlendirmek için aktif diz hareketi esnasında görüntü yakalayan hızlı dinamik teknikler kullanılabilir (86,87).

BT'de lateral patellar tilt açısı ve tibial tüberkül lateralizasyonunu gösteren troklea-tüberkül mesafesi de ölçülebilir. Lateral patellar tilt açısı posterior kondillerden geçen çizgi ile patellanın en geniş ekseninden geçen çizgi arasındaki açıdır (67,75). Troklea-tüberkül mesafesini ölçmek için troklear oluk ve tibial tüberkülün tepesinden alınan aksiyal görüntüler üst üste getirilir, troklear oluk ve patellar tendonun merkezinden geçen dikey çizgi ile tibial tüberkülden geçen bir dikey çizgi arasındaki horizontal mesafe ölçülür. 10 mm'nin üzerinde olması patolojiktir (84,87,88).

Manyetik rezonans görüntüleme: Diz fleksiyonunun 0-30°'sinde alınan sagittal ve aksiyal kesitlerde patella pozisyonu değerlendirilebilir. PFE kartilaj yaralanmaları, kondromalzi patella, kemik iliği ödemi, patellofemoral ligament yırtıkları, kas patolojileri daha iyi ayırt edilir (4,17,24). Dinamik MRG çalışmalarında kinematik analizle patellanın anormal hareketinin görüntülenmesi tanıda yararlıdır MRG sonuçlarının artroskopi ile karşılaştırıldığı çalışmalarda çok yüksek korelasyon göstermiştir. Ancak BT ve MRG, PFAS'lı çoğu hastada gerekli değildir. (4,87).

Çift kontras artrografi ve BT: Artrografi patellar kartilajın daha iyi gözlenmesini sağlar. Patellar kartilajda fissür, fibrilasyon ve ülserasyon %97 oranında tesbit edilir. BT artrografi patellar kartilajı ve derin katlardaki ülserleri daha detaylı direk görüntüsünü sağlar ancak kartilaj yumuşamasının tesbiti yetersizdir ve PFE hareketini değerlendirmek için kullanılmaz. İnvaziv olması nedeniyle patellar kartilajın değerlendirilmesinde yerini MRG'ye bırakmıştır (4,87).

Artroskopi: Kartilaj bozuklukları ve patellar anormal hareketin direk görünümünü sağlar. Aseptomatik bireylerde kartilaj tutulumunu gösterebilirken, klinik ve radyolojik olarak PFAS düşünülen hastalarda da normal görüntü verebilir. Klinik ve kartilaj lezyonları uyumlu olmadığından artroskopi PFAS'ın tanısı için kullanılan bir metod değildir (4,87).

2.5. Patellofemoral Ağrı Sendromu Tedavisi

PFAS'lı hastalarda rehabilitasyonun amacı, PFE biyomekaniğini düzeltmek, kuadriseps kas gücünü arttırmak, PFE reaksiyon gücünü ve stresini azaltarak ağrıda azalma ve eklem fonksiyonlarında iyileşme sağlamaktır (25,27). PFAS tedavisinde genellikle konservatif yaklaşımlar ön plandadır ve hastaların çoğu tedaviye olumlu yanıt verir. Egzersiz tedavisi ana tedavi yöntemidir (21,27,89,90).

PFAS tedavisinde en uygun rehabilitasyon protokolü konusunda genel bir uzlaşma olmadığından tedavi protokolü hastanın fizik muayenesine göre belirlenmelidir (90). Hastaya uygun iyi planlanmış rehabilitasyon programı oluşturulduğunda ve hastanın tedaviye uyumu sağlandığında iyileşme yüksek oranda olur (21). Farklı tedavi protokollerinde, kas gücünün iyileşmesiyle orantılı olarak ağrıda azalma ve fonksiyonlarda düzelme gözlenmiş ve kuvvetlendirme egzersizlerinin tedavide çok etkin olduğu belirtilmiştir (27). Ağrı kas fonksiyonu üzerinde inhibitör etkiye neden olduğu için rehabilitasyon sırasında ağrı uyarılmamalıdır. Kuvvetlendirme egzersizleri sırasında ağırlı olan hareket arklarındaki egzersizlerden başlangıçta sakınılmalı, PFE reaksiyon gücü arttırılmamalı ve kademeli olarak artan hareket açıklıklarında dirençli aktiviteler verilmelidir (89). PFAS'ın kısa dönem tedavisinde 6 haftalık egzersiz programının iyi sonuçları gösterilmiştir (82). Ancak hastaların %70'inde rehabilitasyonu takip eden 1 yıl içinde yeniden PFAS'a bağlı semptomlar ortaya çıkmaktadır. Kısa dönem sonuçlar başarılı ancak uzun dönem sonuçların başarısı zayıftır. Egzersizin uzun dönem etkisi üzerine az sayıda çalışma yapılmıştır (21).

2.5.1. Konservatif Tedavi:

Hasta eğitimi: Hastaya hastalık ve tedavi hakkında bilgilendirilir ve tedavinin amacı anlatılır, kooperasyonu ve uyumu sağlanır (25,89).

Hareketin yeniden düzenlenmesi: PFAS'nu aktive eden merdiven inip çıkma, çömelme, diz çökme, zıplama, uzun koşu ve sportif aktiviteleri bir süre minimal düzeye indirmeleri istenir (25,89).

Medikal tedavi Özellikle akut fazda tercih edilir. Analjezik ve nonsteroid antiinflamatuvar ilaçlar kullanılabilir (25,27,89,9).

FTR modaliteleri: Akut dönemde buz paketleri ile kriyoterapi, TENS, kronik dönemde yüzeysel ve derin ısıtıcılar, hidrokortizon fonoforezi, deksametazon iyontoforezi uygulanabilir (25,27,89).

Patellar breys (patellar destekli dizlik) kullanımı: Bazı çalışmalarda patellar breyslerin semptomları azalttığı gösterilmiştir. PFAS için etkili bir tedavi olduğunu gösteren yeterli bulgu yoktur (21,88,91). Uzun süreli kullanımlarında kuadrisepte güç kaybına, atrofiye görülebilir. Breysler, patellanın serbest hareketine izin vermeli ve patellaya direk baskı oluşturmamalıdır (9,90). Patellanın laterale kaymasını önlemek için lateral destekli manşon dizlikler ve progresif dirençli breysler kullanılabilir. Progresif dirençli breys diz fleksiyonuna farklı dirençler sağlayan dizden eklemli uzun bacak breysidir. Hamstring kasına, pelvisin posteriora tiltine direnç sağlar (21). Power's ve ark. dizliğin merdiven inme ve çıkma sırasında PFE'de pik stresi azaltmadığı halde kuadriseps kullanımını ve PFE reaksiyon gücüne toleransı artırarak ağrıyı %56 azalttığını bildirmiştir (89).

Patellar bantlama: Sıklıkla PFAS tedavisinde kullanılır (25,27,89). Patellanın medial yönde pozisyonunu ve troklear oluğa uyumunu sağlayarak patellar dizilimini düzeltir ve lateral yapılarda germeyi sağlayarak patellanın anormal hareketini önler (38,88,91,92). Ayrıca, troklear oluk ve patella arasında daha büyük bir eklemleşme yaparak kuadriseps kasının mekanik avantajını büyütür, VMO aktivitesinde artma, VMO/VL zamanlamasında düzelme sağlar (25,89,92). Egzersiz tedavisi ile birlikte bantlama uygulamasının PFAS tedavisinde ağrıyı %50 azalttığı ve fonksiyonel iyileşme sağladığı bir çok yayında bildirilmiştir (38,91,92,93,94,95,96). Bazı çalışmalarda patellar bantlamanın A-beta afferentlerine proprioseptif geribildirim sonucunda kuadrisepsin nöral inhibisyonunda bir azalma sağladığı belirtilmiştir (94). Bazı çalışmalarda ise ek bir yarar gösterilememiştir (97). Bantlama akut dönemde 24 saat boyunca, kronik dönemde ise ağrıyı ağırlaştırabilecek aktiviteleri yaparken uygulanmalıdır (89). Özellikle basamak inme testi esnasında ağrı gözlenen ya da öyküde basamak inerken ağrı olan hastalara uygulanması önerilmektedir (27).

Ortezler: Alt ekstremitte dizilim bozukluğunu düzeltmek ve patellofemoral stresi azaltmak için kullanılır. Subtalar pronasyon ve aşırı tibial torsiyonun neden olduğu alt ekstremitte internal rotasyonunu, yumuşak doku güçlerinin laterale yönelmesini, Q

açısını ve PFE'nin kronik yüklenmesini azaltarak, PFAS'lı hastalarda ağrıyı azaltır ve fonksiyonları iyileştirir (21,27,91). Johnson ve ark. aşırı ayak pronasyonu olan PFAS'lı hastalarda ayak ortezi uygulamasında 3. ayda semptomlarda düzelme tesbit etmişlerdir (98). Saxena ve ark. ayak ortezi kullanımıyla hastaların %76.5'inde düzelme ve ağrı seviyelerinde azalma gözlemlenmiştir (99). Birçok yayında egzersiz programına ek olarak verilen ayak ortezlerinin sadece egzersiz programından daha etkili olduğu bildirilmiştir (21,27,29).

EMG biogeribildirim: Kuadriseps fonksiyonlarının geliştirilmesinde yararlıdır. Özellikle hastada VMO/VL kontraksiyon zamanlamasındaki denge bozulmuşsa biogeribildirim rehabilitasyon programının bir parçası olmalıdır (90). Egzersizler, kaslardaki reseptör geribildirimini artırır (89). Bazı çalışmalarda EMG biogeribildirim + egzersiz tedavisinin sadece egzersiz tedavisine üstünlüğü gösterilmiştir (100). Gülbahar ve ark PFAS'lı hastalarda, egzersiz tedavisine ek olarak uygulanan EMG biogeribildirim tedavisiyle VMO eğitiminin sadece egzersiz tedavisine göre daha başarılı olduğunu bildirmişlerdir (101). Dursun ve ark ise PFAS'lı hastalarda egzersiz tedavisine ek olarak EMG biogeribildirim ile VMO eğitimi tedavisini sadece egzersiz tedavisiyle karşılaştırdıkları çalışmalarında vastus medialisdeki kuvvetlenmenin biogeribildirim grubunda kontrol grubuna göre daha belirgin olduğunu saptamışlar ancak gruplar arasında fonksiyonel değerlendirme ve ağrı bakımından fark bulamamışlardır (90). Yip ve ark da iki grup arasında fark bulamamış ancak egzersiz tedavisine eklenen EMG biogeribildirim iyileşmeyi hızlandırdığını bildirmişlerdir (102).

Egzersiz: PFAS'lı hastalarda temel tedavi yöntemidir. PFAS'ın egzersiz tedavisinde kuadriseps kası, kalça abduktörleri, ekstansörleri, eksternal rotatörleri, abdominal kasların güçlendirilmesi; kuadriseps, iliopsoas, İTB, gastrokinemius, hamstring kısıklıklarının giderilmesi; alt ekstremitte diziliminin düzeltilmesi, bozulmuş propriosepsiyonun düzeltilerek nöromüsküler kontrolünün sağlanması amaçlanmaktadır (38,76,103,104). Egzersizler, refleks inhibisyonda azalma ve endorfinlerde artış sağlayarak ağrıyı azaltır. Egzersizler ile artiküler kartilajın difüzyonla beslenmesinin ve vaskülaritenin artması, eklem çevresi yapılar ve kasların beslenmesi sağlanır. Böylece PFE üzerinde, kas, tendon, ligamentlerde ve kartilajda adaptif değişim gerçekleşir (38,88).

PFAS'nda temel sorunun kuadriseps kasındaki yetersizlik olduğu vurgulanmıştır. VMO zayıflığı sonucu patellanın laterale kayması ve PFE biyomekaniğinin bozulması sık görüldüğünden rehabilitasyonun erken evresindeki ilk aşama kuadrisepsin ve özellikle vastus medialisin kuvvetlendirilmesidir (8). Patellanın dinamik dengesini sağlamak amacıyla VMO'nun özgün olarak kuvvetlendirilmesinin PFAS'lı kişilerde etkin olabileceği düşünülmektedir (89). Syme G. ise PFAS'da VMO'un EMG biogeribildirim ile selektif olarak yeniden eğitimi ve kuadriseps kasının genel güçlendirilmesi egzersizlerini karşılaştırdığında selektif ve genel tedavi gruplarında ağrıda belirgin azalma, fonksiyon ve yaşam kalitesinde belirgin iyileşme olduğunu ancak genel tedaviye üstünlüğü olmadığını bildirmiştir (103). VMO adduktor magnus ve adduktor longus kaslarından orjin alır. Kalça adduksiyonu, kuadriseps harekete geçerken VMO'yu aktive eder. Bu nedenle egzersiz programının başlangıç aşamalarına kalça adduktor güçlendirme egzersizleri de eklenmelidir (8,9,38,76). PFAS'da kalça çevresi kaslar, abdominal kaslar ve lomber bölge kaslarında güç kaybı görülebilir. PFAS'da kalça abduktör, ekstansör ve eksternal rotatör kas gücü değerlerinin tutulmamış tarafın gücünün %71-79'u arasında olduğu bulunmuştur (25). Disfonksiyonel hareket paternlerini düzeltmede proksimal (kalça ve gövde kasları) odaklı egzersiz programı etkilidir. Gluteus medius zayıflığının femoral internal rotasyon ve diz valgus açısında artışa sebep olabileceği bildirilmektedir. Gluteus medius ve diğerk kalça çevresi kaslarının fonksiyonlarının iyileştirilmesi dinamik alt ekstremite dizilimini düzeltebilir ve patellar ağrı ve yumuşak doku stresini azaltır (89). PFAS rehabilitasyonunda yalnızca VMO'ya odaklanan birçok yayının tersine, son yayınlarda VMO'ya ek olarak gluteus mediusun kuvvetlendirilmesinin önemi vurgulanmıştır (25,27,89). Egzersiz programında kalça çevresi güçlendirme yanında lumbopelvik stabilizasyon yöntemleri de gereklidir (25).

Açık ve kapalı kinetik zincir egzersizleriyle güçlendirme programları rehabilitasyon sürecinin bir parçasıdır (89,105). Ancak açık kinetik zincir egzersizleri esnasında örneğin diz ekstansiyon egzersizlerinde 90° fleksiyondan tam ekstansiyona doğru eklem basınçları artar. Bazı çalışmalarda açık kinetik zincir egzersizlerinin, ekstansiyonda kuadriseps kontraksiyonu ve fleksiyonda hamstring kontraksiyonuna bağılı olarak PFE'de aşırı stres meydana getirerek, diz eklemine büyük bir makaslama

gücü bindirdiği ve semptomları arttırdığı belirtilmiştir (105). Kapalı kinetik zincir pozisyonunda yük veren aktivitelerde ise konsantrik ve egzantrik tip kasılmalar birlikte olur, kuadriseps-hamstring dengesi sağlanır ve PFE basıncı daha az artar. Kapalı kinetik zincir egzersizleriyle günlük yaşam aktivitelerindeki alt ekstremite kaslarının rolü taklit edilir. Kapalı kinetik zincir egzersizleri multieklemler hareketini, kuadriseps dışında başka kas aktivasyonlarını gerektirir, kasın fonksiyonel iyileşmesini kolaylaştırır (89,106). Motor ünitenin eğitimiyle VM kasının daha fizyolojik aktivasyonunu sağlar (38). Alt ekstremitelere yönelik kapalı kinetik zincir egzersizlerinde ayağın zemin ile temasının olması ve eklemlere vücut ağırlığı ile yüklenilmesi nedeniyle eklem stabilitesi artar, güçlendirme ve propriosepsiyon açısından daha başarılı sonuçlar elde edilir. Tedavi programlarında kapalı kinetik zincir egzersizleri başlangıçta verilmeli, açık kinetik zincir egzersizleri daha sonra eklenmelidir. Proprioseptif nöromüsküler kontrol paterninin yeniden eğitimi için erken dönemde kapalı kinetik zincir egzersizleri tercih edilmelidir (25).

Tedavinin başlangıç döneminde ağrıyı ve atrofiyi azaltmak için izometrik güçlendirme egzersizleri verilir. Kuadriseps izometrik güçlendirme ve düz bacak kaldırma egzersizleri, VMO ve adduktor magnusu birlikte çalıştırmak için kalça eksternal rotasyon pozisyonundayken yapılır (9). Top yardımıyla kalça izometrik adduksiyon, abduksiyon (ayaktayken o taraf dizin yer teması kesilir ve fleksiyona getirilir, o taraf kalça ile duvar arasında jimnastik topu sıkıştırılır), lastik bant yardımıyla izometrik kalça eksternal rotasyonu (ayakta, yerden direnç olarak pelvis stabil pozisyonunu sürdürürken lastik bant tutularak gövde pelvis üzerinde döndürülür), dört ayak köprü duruşda (kuadrupe) izotonik kalça ekstansiyonu ve yan yatışta midye kabuğu pozisyonunda kalça izotonik abduksiyonu, eksternal rotasyonu ve posterior pelvik tilt, jimnastik topu üzerinde köprü egzersizleri gibi lumbopelvik stabilizasyon egzersizleri verilir (9,25,107). Ayak bileği izotonik güçlendirme egzersizleri ile yürüme ve postürden sorumlu kasların fonksiyonunu kontrol eden sensorimotor yolu stimüle etmek amaçlanır (9). İkinci hafta hamstring, kuadriseps, gastrokinemius, İTB, iliopsoas, patellar retinaküler germe egzersizleri ilave edilir (25,49,76,89). Kısa ark kuadriseps izotonik güçlendirme (0-30° arası terminal diz ekstansiyonu) patellofemoral temas basıncını artıracığından başlangıçta verilmemelidir, ilk haftadan sonraki dönemlerde başlamak daha uygun

olur (25,108). Düz bacak kaldırma ve kısa ark kuadriseps gibi egzersizlere progresif artan ağırlık uygulaması da ilk haftalardan sonra hasta toleransına göre başlanır (76). Mini çömelme (0-30° diz fleksiyonunda), duvarda kaydırma, tek bacak basma (diz 40° fleksiyonda, leg press cihazı üzerinde) gibi kapalı kinetik zincir egzersizleri ve progresif rezistif egzersizler de (0-40° lastik bant kullanılarak kalça ve diz çevresi güçlendirme) tedavinin 3. haftasında başlanabilir. Alt ekstremitte kuvvet, hız eğitimleri ve proprioseptif nöromusküler yeterlilik eğitimi için görsel geri bildirim ile yük vererek basamak inme-çıkma, denge tahtası, denge topu üzerinde ayakta yük aktarımı ve mini çömelme egzersizleri ya da kuvvet platform biogeribildirim sistemiyle kuvvet aktarımı ve denge çalışılabilir. Başlangıçta tek yönde eğilen tahtalar kullanılıp daha sonra her yöne eğilenlerle devam edilerek tek ayak üzerinde denge, gözler kapalı durumda denge egzersizleri çalışılır. Denge koordinasyon egzersizleriyle eklem pozisyonunun, hareketin ve hareket hızının düzelmesinin tesbiti ardından fonksiyonel aktivitelere geçiş kolaylaşır. Basamak inme egzersizi ile, ağrıda azalma ve egzantrik motor kontrolde düzelme bildirilmiştir. Bu düzelmede kalça çevresi ve kuadriseps güçlendirmenin etkisini ayırt etmek zordur. (27,49,76). Sonraki haftalarda tedaviye alınan cevap ve hasta uyumuna göre egzersizlerin yoğunluğu artırılır. Endurans eğitimi için sabit bisiklet ve yüzme egzersizleri verilir. Bisiklet egzersizlerinde patellofemoral reaksiyon güçlerini azaltmak için yüksek sele ile başlanıp selenin yüksekliği zamanla azaltılır. Bisiklet programının yoğunluğu yavaşça artırılır ve progresif koşu programına geçilir. Yürüme, yavaş ve tempolu koşu, düz koşu aktiviteleri, pilometrik egzersizler (ip atlama, kutu atlama, dirençli çömelip zıplama) progresif ve kontrollü olarak verilebilir (49,90). İzokinetik egzersizlerin kullanımı tartışmalıdır. Patellofemoral patoloji yoksa ya da semptomlar hafifse rehabilitasyonun geç evrelerinde verilebilir (90). Ancak Alaca ve ark. 6 haftalık konsantrik izokinetik kuvvetlendirme egzersiz programının PFAS'lı hastalarda ekstansör mekanizmada oluşan güç kaybını önlediğini ve fonksiyonel kapasiteyi arttırdığını bildirmişlerdir (23). Yoğun egzersizler ağrıya artışa neden olabilir (38). İki ekstremitte arasındaki kuadriseps kas gücü farkı %10'dan az olduğunda normal spor aktivitelerine başlanabilir (90).

2.5.2. Cerrahi Tedavi: Akut patellar dislokasyonu, ileri kartilaj dejenerasyonu ve rehabilitasyondan fayda görmeyen dizilim bozukluğu gibi stabil olmayan ekstansör mekanizmaya sahip %10 hastada cerrahi gerekli olabilir. Her bir endikasyon için çeşitli spesifik cerrahi prosedürleri mevcuttur (16,21,24).

Proksimal realignment: Medial yapıların zayıflığında yumuşak doku kısıtlayıcılarının dengesi için medial patellofemoral ligament ve VMO'nun üst üste konması tekniğidir, sıklıkla lateral serbestleştirme ile birlikte uygulanır. Q açısının azalması ve VMO'ya daha iyi mekanik avantaj sağlamak amaçlanır. Ancak, medial patella üzerinde aşırı baskıya ve medial patellofemoral kompartmanda ağrının ve artiküler yükün artmasına neden olabilir (21).

Lateral serbestleştirme: Lateral yapılarda gerginlik olan hastalarda, bütün lateral retinakulum vastus lateralis seviyesinden retropatellar yağ yastığı içinde kesilir. Lateral serbestleştirme, patellar ligament üzerindeki yüklerde ve eklem reaksiyon gücünde artış yapabileceğinden trokleoplasti de eklenerek bu yük artışı önlenir (16,21,24,38).

Medial küçültme: Patellar tilti düzeltmek için medial retinakulum üst üste katlayarak gerginleştirilir. VMO yokluğu ya da disfonksiyonunda tercih edilir (16).

Medial patellofemoral ligament yapımı: Semitendinosus tendonu serbest grefti patella içinde bir tünelden geçirilerek patellanın süperomedialinde ve medial kondilin proksimalinde femura fiske edilir. Semitendinosus tendonu normal medial patellofemoral ligamentten 10 kat daha güçlüdür böylece ekstansiyonda lateral kaymanın önüne geçilir, fleksiyonda patellaya kılavuzluk eder (16).

Dinamik semitendinosus transferi: VMO'yu kuvvetini arttırmak için epifiz kapanması öncesinde geçici olarak uygulanabilir (16,21).

Distal realignment:

Roux-Goldthwaite tekniği: Patellar ligamentin lateral yarısı medial yarının altından geçirilir ve medial platoya fiske edilir. Dezavantajları, yerdeğiştirmenin intraoperatif tesbit edilememesi ve dizin immobilizasyonunu gerektirmesidir.

Tibial tüberkül osteotomisi: Artmış Q açısına bağlı patellar yer değiştirme olan hastalarda Q açısını düzeltmek için tibial tüberkülün mediale transferi uygulanır. Tibial tüberkülün medializasyonu, patellanın lateral yüzündeki aşırı baskıyı kaldırır. Tibial tüberkülün anterior ve medial transferini içeren tüberkülün oblik osteotomisi

(Fulkerson osteotomisi) de uygulanabilir. Bu osteotomiyle patellar temas alanı proksimal ve mediale kayar, böylece distal ve lateral patellaya baskı kalkar. Total temas basıncı da azalır, kuadrisepsin etkinliği artar. Sıklıkla lateral serbestleştirme ile kombine edilirler. Tibial tüberkülün distalizasyonu patella altayı düzeltir ve ekstansör mekanizma kuvvetini etkiler (21,24,38).

Trokleoplasti: Lateral troklear fasetin osteotomisidir. Hiperplastik troklear displazide PFE reaksiyon gücünü azaltmak amacıyla kullanılabilir (24).

2.6. Elektriksel Stimülasyon Tedavisi

İlk defa 18. yüzyılın ikinci yarısında elektriğin kaslar üzerindeki etkileri araştırılmaya başlanmıştır (109). Elektrik akımları:

1-Sürekli akım (Doğru akım): Tek yönlü, tek kutuplu ya da galvanik akım da denir. Bir saniyeden daha uzun süre yönü değişmeyen akım doğru akım olarak kabul edilir. İnsan vücudunda biyolojik olayların oluşumunu sağlayan akım doğru akım özelliğindedir. Dokudan akım geçirildiğinde, katotda pozitif yükler azalır, uyarılabilirliği ve iletisi artar. Depolarizasyon ve eksitasyon meydana gelir. Anotta pozitif yükler artar, eksitabilite ve iletisi (anelektrotonus) ortadan kalkar, hiperpolarizasyon meydana gelir (109,110,111).

2-Alternatif akım: Akım belirli süreler içinde verilir ve sonra kesilir. Çift yönlü, çift kutuplu ya da faradik akım da denir. Elektrik yüklü partiküller değişen yönlerde sürekli hareket eder. Değeri ve yönü zamana göre değişen akımdır. Akımının 4 ögesi, impuls süreleri, impuls araları (frekans), akımın çıkış eğimi (faz), akımın şiddeti (amplitüd)dür. Bu akımın periyodu zıt yönlü iki fazdan oluşur, yani bifaziktir. Fazların şekli sinüs dalgası (sinüzoidal), üçgen, kare olabilir (109,110,111).

Çift yönlü akım (bifazik akım): Sıfır çizgisine göre iki yönde de komponenti olan akımlardır. Simetrik çift yönlü akımda, pozitif impulsun alanı negatif olana eşittir. Gerçek bir yük taşınması olmaksızın ileri geri bir iyon salınımı vardır. Anod katod ayırımı yapılamaz, elektrotların altında elektroliz ürünleri oluşmaz. Sinir stimülasyonunda tercih edilirler. Asimetrik çift yönlü akımda ise salınım yüksekliği bir yönde daha fazladır. Eferent bir yük aktarımı olur. Pozitif ve negatif impuls

arasındaki alan farkı ne kadar büyükse akımın eferent etkisi de o kadar büyük olur (109,110,111).

Klinik ve elektrofizyolojik etkilerine göre akımlar:

Alçak frekanslı uyarı akımlarında frekans 1000 Hz'den düşüktür. Tedavide 1-200 Hz olanlar kullanılır. Reseptör ya da sinir kas lifi düzeyinde etki oluştururlar. Uyarıcı veya impuls akımları da denir. **Faradik**, ekspanansiyel akım, diadinamik akım, TENS bu grupta yer alır. **Orta frekanslı** akımlarda frekans 1-100 kHz arasındadır. Uyarı özellikleri zayıftır. İnterferans akımlar bu grupta yer alır. **Yüksek frekanslı** akımlarda frekans 1 MHz'den büyüktür. Uyarı oluşturmadan ısı meydana getirirler (109,111,112).

Faradik akım, asimetrik bifazik alçak frekanslı atımlı (pulsatil) akımdır. İmpuls genişliği 0.1-1 msn, frekansı 30-100 Hz'dir. Etkili sinir stimülasyonu 1 msn süren diken dalgayla sağlanır, impulsun geri kalan kısmı düşük voltajlıdır ve sinir stimülasyonu sağlayamaz. Sağlam kasta en uygun uyarı etkisi 50 Hz frekansta olur. Düşük frekansta kasılma, yüksek frekansta titreşim hissedilir. Kullanmama atrofisini düzeltmek için denerve olmayan kasta kullanılır (109,110,111,112).

Akımın dokudan geçmesi süresince, katotda eksitabilite önce artar ve sonra azalmaya başlar, katotda eşik değeri yükselir. Uyarılan doku, akımın uyarıcı etkisine karşı koyar ve akımın etkisi azalır ya da kaybolur. Buna akomodasyon (uyum) denir. Akım şiddetinin yavaş yükseldiği durumlarda meydana gelir. Bunu önlemek için akım şiddetinin belli bir hızla değişmesi gerekir. Akım yükselme süresi 60 mikrosaniyeden daha kısa olmalıdır. (109,110,111,112).

Alternatif akımda akomodasyonu geciktirmek amacıyla akımın süre ve amplitüdünde modülasyon yapılır (110,111,112,113):

a. Süre modülasyonu: Burst tipi modülasyonda alternatif akımın geçişi birkaç milisaniye sürer ve birkaç milisaniye kesilir. Kesikli tip modülasyonda ise akımın geçişi birkaç saniye sürer ve birkaç saniye kesilir. Kas kasılmasından sonra kasın gevşemesi için yeterli dinlenme süresi sağlar. Kabaran tip modülasyon kesikli

modülasyon gibidir, fakat akım amplitüdü yavaş yavaş artar ve yavaşça azalarak kesilir.

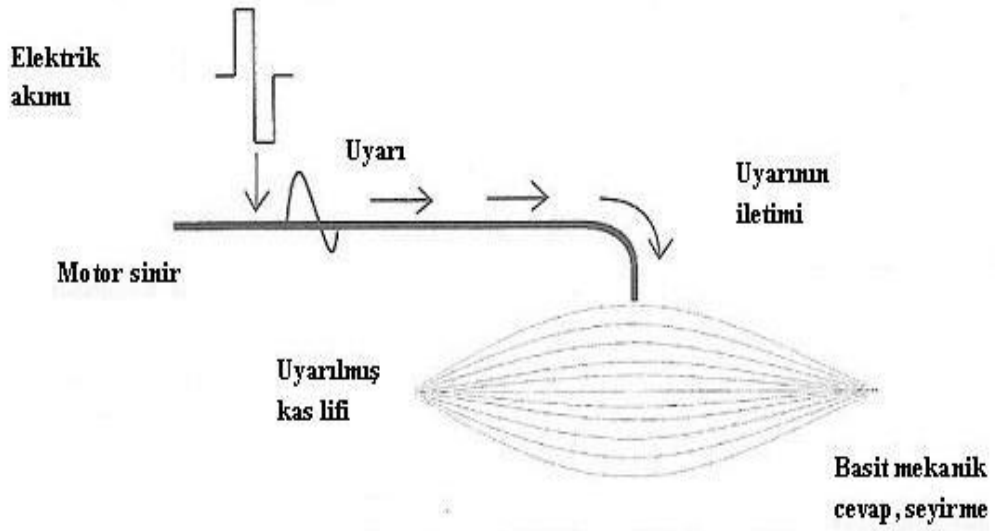
b. Amplitüd modülasyonu: Frekansları farklı iki alternatif akım aynı anda aynı dokuya verilir. Bu iki akım aynı doku içinde yayıldıkları için birleşerek tek akım etkisi gösterirler. (interferans akım)

Modülasyon sonucu elektrik akımında periyodik kesilmelerle pulsatil (atımlı) akımlar elde edilir. Monofazik, bifazik, kare, üçgen ya da sinüs olabilir. Elektroterapi cihazlarında en sık kullanılan akım tipidir. Kas kasılması, akım amplitüdünün arttığı ya da azaldığı durumlarda ortaya çıkar. Bu nedenle akım yükselme süresi kısa olmalıdır. Amplitüdün sabit olduğu dönemde karıncalanma, yanma, batma hissi meydana gelir. Bu hissi ortadan kaldırmak için amplitüdün sabit kaldığı süre 20 milisaniyeden kısa olmalıdır. Alternatif akımın 30-40 Hz'den başlayarak giderek artan uyarı sıklığında tek tek kasılmalar gözlenemez ve impulslar birbirinin üzerine biner ve tetanik kontraksiyon gelişir. Kas kuvveti de bu aralıkta frekansa paralel olarak artar. Atımlar arası süre, uyarılan dokuların istirahat etmesi açısından önemlidir. Motor stimülasyon düzeyinde frekans artarsa kasta progresif olarak artan yorgunluk ortaya çıkar. Zamana göre kas kuvvetinde daha hızlı bir düşüş ya da belli bir kas kuvvetindeki kontraksiyon süresinde kısalma meydana gelir. Kas hücreleri ayrı ayrı maksimal 1000 Hz uyarıya senkron reaksiyon gösterebilir ancak ayrı ayrı tek başlarına uyarılamaz, tüm kas yada kas grubu birlikte reaksiyon gösterir. Pratikte kullanılan akımın atım frekansı 1-300 Hz arasında değişir. Atımlı akımlarda bir saniyede dokuya geçen total akım miktarı düşük olduğu için güvenli ve konforlu bir stimülasyon yapılabilmesini sağlar. Genelde 20 miliamperi geçmez ve çoğunda 2-5 miliamperdir. (110,111,112,113).

2.7. NMES

NMES kas kontraksiyonunu büyütme ya da yerini almak amacıyla kasa uygulanan motor eşik üzerindeki elektrik stimülasyonudur. Motor sinirleri stimüle ederek kasta kontraksiyon oluşturur ya da kas kontraksiyonunu artırır (112,113). NMES, kas lifini innerve eden motor siniri taklit ederek ve motor sinir aracılığıyla kası indirek olarak

uyararak kasta kontraksiyon oluşturur. NMES istemli kontraksiyonla ilişkili sürecin yerini alarak yapay bir kas aktivitesi oluşturur. Kas lifini uyarabilmek için motor eşik üzerinde uyarılar gereklidir (111,114). NMES’de en az iki farklı mekanizma etkilidir. Birincisi, kas kasılmasının yerini doldurarak sağlanan direk kuvvetlendirmedir. İkincisi, hastanın istemli kas kontraksiyonu yapmasına olanak sağlayan duyu farkındalık ve proprioseptif geri bildirimdeki düzelmedir. NMES, kapiller sistem ve kas liflerinde değişimle kas gücünde artışa sebep olur, immobilizasyona bağlı kas atrofisini önler, fonksiyonel performansı artırır ve ağrıyı azaltır (şekil 2.37) (114, 82).



Şekil 2.37: Nöromüsküler elektrik stimülasyonu

NMES ile kas kuvvetlendirilmesinde süreç ve kasın eğitimine uyum, toplanan veriler ile izlenebilir. Kasın eğitimi standardize edilebilir ve kasa verilen stimülasyon paterni hastadan bağımsız olarak kontrol edilebilir. Taşınabilir olması nedeniyle evde tedavi olanağı sağlar. Fiyat avantajı sağlar (82,114).

NMES ile ağrının azaltılmasının mekanizması, kapı kontrol teorisiyle açıklanmıştır. Propriosepsiyon duyularını taşıyan, ağrı duyusunu taşımayan ve azaltan A alfa ve A beta liflerini alçak frekanslı akımlarla uyararak ve medulla spinalis seviyesinde substansia jelatinozada fasilitasyon oluşturarak presinaptik alanda ağrıyı ileten A delta ve C liflerinin inhibisyonuna neden olur. Ağrı iletimini

sağlayan A delta ve C lifleri membranında K iyonu geçişinin inhibisyonuyla ağrı bloke edilir (112,113,115).

Elektrik akımının vazomotor etkisi ile doku kanlanması, membran permeabilitesi, hücre metabolizması ve doku rejenerasyon hızı artar. Böylece ağrıya neden olan patolojik süreç ortadan kalkar.

Periartiküler ağrının kuadriseps fonksiyon üzerine negatif etkisi olabileceği bilinmektedir. Deneysel olarak diz eklemi afferent ağrı stimülusunun motor nöron uyarılabilirliğini azalttığı ve buna bağlı olarak kuadriseps ve hamstring fonksiyonunda inhibisyon (nöral inhibisyon) olduğu gösterilmiştir. Elektrik stimülasyonu ile diğer duyuşsal afferent girdilerin omuriliğe geçişi bloke edilerek motor nöron uyarılabilirliği artırılabilir (112,114). Refleks inhibisyonun belirgin olduğu rehabilitasyonun programların erken periyodunda NMES'in istemli aktiviteler üzerinde daha etkili olduğu gösterilmiştir. Agonist kas grubunda istenilen kas bölümünün uyarılması için kullanılabilir. Eklem immobilizasyonu gerektiren durumlarda kas atrofisinin önlenmesinde yararlıdır (116).

İstemli kas kontraksiyonlarını meydana getiren ekstrasfüzal kas lifleri, 3 tipe ayrılır. Tip I (yavaş, oksidatif) lifler, enerjisini oksidatif yoldan sağlayan, daha çok yağ asitlerini kullanan liflerdir. Düşük kuvvetler oluşturmalarına karşılık sürekli kasılmalar için elverişli ve yorgunluğa karşı dirençlidirler. Tip IIa (hızlı, oksidatif) lifler, hem aerobik yoldan hem de glikolitik ve glikojenolitik yoldan enerji sağlarlar. Hızlı ve kuvvetli kontraksiyonlar oluştururlar. Yorgunluğa karşı tip I'den az, tip IIb'den çok dayanıklıdır. Tip IIb (hızlı glikolitik) lifler, anaerobik yolla enerji elde ederler. Hızlı ve kuvvetli kasılma yeteneğine karşılık çabuk yorgunluk gelişir. Kısa süre için büyük kuvvet gerektiren hareketlerde aktivite gösterirler. NMES ile kas lifinde histolojik ve fonksiyonel değişiklikler meydana gelmektedir. Kısa süreli stimülasyon ile kas kütlesi, kas lifi boyutu ve nükleer DNA içeriği artışları gözlenmiştir. Kasın stimülasyon biçimine göre spesifik kas liflerinde değişiklikler oluşur. İstemli kas kontraksiyonu ile önce tip I kas lifleri, ardından tip II kas lifleri aktive olur. Konik düşük frekanslı stimülasyon da hızlı kas lifinin (tip IIb), yavaş kas lifine (tip I) dönüşümüne ve bu liflerin hipertrofisine neden olur (82,112,114). Yüksek frekanslı NMES'de ise tip II lifleri, tip I liflere göre daha fazla aktive olurlar.

Kasta maksimal kuvvet tip II liflerinin aktivasyonuna bağlı olduğu için tip II kas liflerinin NMES ile seçici olarak kuvvetlendirilmesi, submaksimal eğitimde kasın genel kuvvetinde daha fazla artış ile sonuçlanabilir (113).

Stimölasyonun 2-4. gününde kalsiyum pompalarının sayısı azalır, iyonize kalsiyum oranı ve kapasitesi düşer. Transvers tüböl, terminal sisterna ve sarkoplazmik retikulum yoğunluğu azalır. Miyozin ağır zincirinin tip IIB kas lifi özelliği değişir, tip I kas lifi özelliği kazanır. Miyozinin ATPaz aktivitesi azalır, tropomiyozin yavaş kas lifinin özelliklerini kazanır. NMES ile glukozun fosforilasyonu ve oksidasyonundan sorumlu enzimlerde artış olur. Mitokondri sayısında ve enzimlerinde de artış olur. Buna ilaveten kas lifindeki kapiller yoğunluğunda ve oksijen tüketiminde artış meydana gelir. Böylece kasın yorgunluğa direnci artar. Hızlı kas lifinden yavaş kas lifine dönüşüm sürecinde kontraktıl proteinlerin değişimi 6 hafta, enerji metabolizmasındaki değişiklikler 12 hafta sürer. Stimölasyona son verildikten hemen sonra yavaş kas lifi özelliklerini kazanan hızlı kas lifi eski haline dönmeye başlar (112).

Akımın uygulanacağı derinin ağrı ve sıcaklık duyumu normal olmalı, elektrodlar nedbe ve yara üzerine konmamalıdır. Deri yağlı ise temizlenmeli, deri direncini azaltmak için kıllar kesilmeli, soğuk ekstremite yüzeyel ısıtıcılar ile ısıtılmalıdır. Yanığı önlemek için elektrotlar yeterli kalınlıktaki ıslak pedler içine konmalıdır. Elektrot nemli ped içine sokularak uygulanır. Elektrotlar yerleştirildikten sonra yerinden oynamaması için lastik bantlar kullanılabilir. Metal ya da lastik yüzey elektrotları kullanılır. Metal elektrotta kasılma esnasında elektrot-deri temas yüzeyi azalması, akım şiddetinin artması ve ağrı oluşması nedeniyle lastik elektrot avantajlıdır. Tedavinin amacına ve tedavi uygulanacak bölgenin büyüklüğüne uygun boyutlarda elektrot seçilmelidir. Boyut küölünce akımın şiddeti ve deri direnci artar. Güçlü ve ağrısız kas kasılması için büyük elektrot kullanılmalıdır. Elektrotların birbirine uzaklığı artarsa akım geniş alana dağılacağından istenen etki azalır. Elektrotlar kas lifine paralel tutulmalıdır. Monopolar teknikte, elektrot çiftlerinden biri kasın motor noktasına (uyarıcı ya da tedavi edici elektrot), diğer elektrot devreyi tamamlamak üzere vücudun herhangi bir bölgesine (dağıtıcı elektrot) konur. Dağıtıcı elektrot daha büyüktür. Bipolar teknikte, her iki elektrot da tedavi edicidir, tedavi

bölgesine yerleştirilir ve aynı boyuttadır. NMES’de bipolar teknik daha etkilidir (112). NMES’de direk uyarı, kasın motor noktasından uyarıdır, kas tek başına reaksiyon gösterir. İndirek uyarı, kası innerve eden sinir yoluyla uyarıdır. Uyarı noktasının distalindeki tüm kaslar uyarılır. Daha düşük akım şiddeti yeterlidir (109).

NMES’in kullanımında, stimülüs parametrelerinin seçimi, eklem pozisyonu, elektrot boyutu, tipi ve yerleşimi önemlidir (116). Kuadriseps kasına verilen tedavinin uygun kuvvette ve enduranda (karakterde) olması gerekir (82). Akım amplitüdü, akım süresi, akım frekansı, çalışmanın açma/kapama süresinin oranı, kas yorgunluğu (kasın yeni aktivasyonun üretebilme yeteneğinde bir azalma) üzerinde etkili faktörlerdir. Minimal yorgunlukla en güçlü kontraksiyonu sağlayabilen en etkili NMES ayarını elde etmek zordur. NMES kontraksiyonlarındaki kas torqu ve yorgunluk, kullanılan faz şekline bağlıdır (117). NMES cihazları genelde 30-50 Hz arasında stimülasyon verirler. Bu da frekans seçiminde hastaya ve klinisyene az bir seçenek bırakmaktadır. Düşük frekanslı stimülasyon (1-10Hz) genellikle kasın enduransını (yorgunluk karakterini) arttırırken, yüksek frekanslı stimülasyon kasın kuvvetini arttırır. Kasın kuvvetini arttırırken yorgunluğunu arttırmamayı sağlayacak uygun stimülasyon frekansı bulunmalıdır. Her stimülasyonun başında tedaviye burst şeklinde yüksek frekanslı stimülasyonları kısa interpuls aralıklarla vermek (çift vuru) kasın gerilimini arttırır. Bu stimülasyon paterni motor sinirin ateşlemesine benzeyen daha fizyolojik bir yaklaşım sağlar. Denerve olamayan kas 10 msn’den az olan akımlarla uyarılır (82).

En etkili protokol konusunda bir fikir birliği yoktur. Protokoller, frekans, şiddet, impuls amplitüdü ve stimülan akımın şekli yönünden farklılık gösterir. Cevabı etkileyebilecek doku dirençleri, elektrot yerleşimi, elektrot boyutu, eklem açısı veya kontraksiyonun tipi (izotonik, izometrik, konsantrik, ekzantrik) gibi faktörler çoğu yayında belirtilmemiş ya da kontrol edilmemiştir (114). Literatürde uygulanan NMES protokollerinin çoğunda, 3-12 hafta boyunca, haftada 3 yada 4 kez uygulanan, 20-60 dakika boyunca tekrarlayan farklı pulse ve dalgalarla 50-85 Hz frekanslı maksimal istemli izometrik kontraksiyonun %30-50 şiddetinde tam kas kontraksiyonları kullanılmıştır (114,117,118,119,120). NMES’in, tek başına ya da istemli kas kontraksiyonu ile birlikte kullanıldığında 12 haftalık bir sürede %44

kuvvet artışına neden olduğu bildirilmiştir (121). Klinik kullanımda birçok farklı protokol olmakla birlikte, verilerin çok büyük bölümü az sayıda ve uzun süreli kontraksiyonlarla en büyük kas geriliminin oluştuğunu düşündürmektedir. NMES ile sağlanan kuvvet artışının bir üst limiti vardır ve bu nöromusküler ve kas yorgunluk faktörlerinden etkilenir. NMES ile elde edilen torklar istemli kas aktivitesi ile elde edilenden düşüktür (114,117,118,119). NMES, kasın kontraktıl elemanları üzerine yüklenme esasına dayanır. Bu amaçla tetanik kasılma da önerilebilir (113). Dörtgen akımla uyarıda devrenin açılması ve kapanmasıyla birer kerelik ani kasılma meydana gelir. Amplitüd eşik düzeye geldikten ve kasılma olduktan sonra süre uzatılsa da başka kasılma olmaz. Tetanizan akımlarda devamlı kontraksiyon akım geçtiği sürece devam eder (109).

Elektrik stimülasyonunun endikasyonları: Normal kasın kuvvetlendirilmesinde, kullanmama atrofisinin ya da denerve kasta gelişen atrofisinin önlenmesinde, spastisitenin tedavisinde spastik kas antagonistine motor kolaylaştırma ve kas eğitiminde istemli motor fonksiyonların kontrolünü ve kalitesini arttırmada, ağrının giderilmesinde, nörolojik hastalıklarda derin ven trombozu gelişiminin önlenmesinde, kırık iyileşmesinde kullanılabilir. Ayrıca üriner inkontinansın ve ejakülatuar yetmezliğin çözümlenmesi, tetraplejik hastalarda el kavrama yeteneğinin yeniden kazanılması, frenik sinir stimülasyonu, hemiplejik olgularda omuz sublüksasyonunun önlenmesi, fonksiyonel yürüyüşün sağlanması amacıyla fonksiyonel elektriksel stimülasyon uygulanabilir (112).

Elektrik stimülasyonunun kontrendikasyonları: Demans, bilinç bulanıklığı, hipo/anestezi, düşük vücut kitlesi, kalp pili varlığı yada kalp hastalıkları, ciddi hipertansiyon yada hipotansiyon, tromboz yada trombofilebit, psöriazis, dermatit gibi dermatolojik hastalıklar, neoplazm, enfeksiyon, tüberküloz, ateş, hamilelik, serebrovasküler hastalık, geçici iskemik atak yada epilepsi varlığında ES kontrendikedir. Ayrıca diatermi cihazından yayılan elektromanyetik dalgalar, akımın niteliklerini değiştirebileceği için elektrik stimülasyon cihazları, kısa dalga diatermi cihazlarından en az 5 metre uzakta kullanılmalıdır (112).

3. GEREÇ VE YÖNTEM

Çalışmada, Kocaeli Üniversitesi Tıp Fakültesi Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon Anabilim Dalı polikliniğine ön diz ağrısıyla başvuran ve klinik muayenede PFAS tanısı alan 107 hasta değerlendirildi. Değerlendirilen hastalardan çalışma kriterlerine uygun olan 71 hasta çalışmaya alındı ve programı tamamlayan 60 hasta analiz edildi. Tablo 1’de çalışmaya alınma ve tablo 2’de çalışmaya alınmama kriterleri belirtilmiştir.

Tablo 3.1: Çalışmaya alınma kriterleri

- 18-40 yaş arasında olma,
- Diz EHA’ında kısıtlılık olmaması,
- En az iki aktivitede (merdiven inme, merdiven çıkma, çömelme, koşma, zıplama, dizler 90° fleksiyonda uzun süre oturma) anterior ya da retropatellar diz ağrısının olması,
- 1-24 ay süredir devam eden diz ağrısının olması,
- Travmatik bir olayla ilişkili olmaksızın semptomların yavaş başlaması,
- Şiddetli ağrının VAS’a göre en az 3 değerinde olması,
- Aşağıdakilerden en az birinin (+) olması:
 - Patellanın femura ve mediolateral yönde kompresyonu ile ağrı (patellar kompresyon testi)
 - İzometrik diz ekstansiyonu sırasında patellanın femura doğru

kompresyonu ile ağrı (Clark testi)

- Patella posteromedial ya da posterolateral yüzlerinde palpasyon ile hassasiyet
- Tek bacak mini çömelme ya da basamak inme egzersizleri ile ağrı

Tablo 3.2: Çalışmaya alınmama kriterleri

- Makro travma öyküsü,
- Geçirilmiş diz cerrahisi (artroskopi hariç),
- Dizde artrit öyküsü,
- Meniskopati ya da diz ligamentlerinde lezyon varlığı,
- Diz ekleminde effüzyon,
- Diğer ön diz ağrısı yapan nedenlerin (izole kuadriseps tendinitis, izole iliotibial tendinitis, izole patellar tendinitis, sinovyal plika sendromu, yağ yastığı sendromu, pes anserin bursitis, prepatellar bursitis, osteokondritis dissekans, Osgood Schlatter sendromu, Sinding Larsen Johnson sendromu, nörojenik ağrı, kompleks bölgesel ağrı sendromu) olması,
- Patellar subluksasyon ya da dislokasyon,
- Patellar endişe testinin pozitif olması,
- Her iki dizde ağrı varlığı,
- Ayak bileği veya diz EHA'larında kısıtlılık,
- Diğer bölgelerden dize yansıyan ağrı,
- Nöromusküler hastalıklar (üst ya da alt motor nöron lezyonları),

- Direk grafilerde tibiofemoral ve patellofemoral eklemlerde dejeneratif değişiklikler, eklem faresi ya da osteokondral fraktür görünümü,
- Epilepsi, demans, bilinç bulanıklığı,
- Malignite, enfeksiyon, ateş,
- İmplant kalp pili ya da kalp hastalığı,
- Ciddi hipertansiyon ya da hipotansiyon,
- Tromboflebit,
- Gebelik, laktasyon,
- Dermatolojik hastalık (diz ekleminde psöriazis, dermatit, vb).

Bütün hastalar yaş, boy, cinsiyet, eğitim düzeyi, meslek yönünden değerlendirildi. Ağrının başlangıç şekli, süresi, ağrının tipi, ağrının yeri, ağrının aktivite ile ilişkisi (yürüme, diz çökme, zıplama, yokuş inme, yokuş çıkma, koşma, istirahat ve uyku sırasında), dizde boşalma hissi, krepitasyon, klik sesi, kilitlenme ve diz kapağında kayma olup olmadığı yönünden sorgulandı. Hastalardan ayrıca sistemik hastalıklar ve kullanılan ilaçlar konusunda bilgi alındı. Sistemik hastalıkların ayırıcı tanısı için hastaların rutin biyokimyasal tetkikleri, hemogram, eritrosit sedimentasyon hızı, CRP sonuçları değerlendirildi.

Tüm hastaların ayrıntılı fizik muayeneleri yapıldı. Alt ekstremiteler muayeneleri yürürken, ayakta, otururken, sırtüstü ve yüzüstü yatarken yapıldı. Patellar subluksasyonun için patellar pozisyon ölçümü, patellar endişe testi (Fairback testi), kuadriseps çekme testi, J işareti, generalize ligamentöz laksite değerlendirildi. Plika sendromu ayırımı için patellar plika testleri, çapraz bağ ve menisküs lezyonları için varus-valgus stres testleri, ön ve arka çekmece testleri, Apley kompresyon ve distraksiyon testleri, pivot shift, Lachman ve Mc Murray testlerinin değerlendirilmeleri yapıldı. Kuadriseps tendonu, patellar tendon, İTB, pes anserin

bursa, prepatellar bursa, infrapatellar bursa ve suprapatellar bursa hassasiyetleri palpasyon ile muayene edildi.

Alt ekstremitelerdeki statik dizilim bozuklukları (femoral anteversiyon, eksternal tibial torsiyon, genu varum, genu valgum, genu rekurvatum, patella alta, patellar şaşılık, patellar çekirge gözü, pes planus, subtalar pronasyon, kalkaneus valgus, ön ayak valgusu) değerlendirildi. Alt ekstremitte EHA'ları, bacak boyu uzunluk ölçümleri ve patella 15 sm üzerinden uyluk çevresi ölçümleri yapıldı. Trendelenburg testi ile kalça abduktör kas kuvvetsizliği değerlendirildi. Alt ekstremitte dinamik dizilim bozuklukları (iliopsoas, hamstring, kuadriseps, İTB, gastrokinemius kas kısalıkları), patellar dizilim bozuklukları (patellar mobilite ve patellar tilt) ve supin pozisyonda Q açısı ölçümü değerlendirildi. Popliteal açısı ölçümü 20°nin üzerinde ise hamstring kısalığı olarak değerlendirildi. Patellar mobilite testi için, diz üzerine yapıştırılan flaster üzerinde kalemle çizilerek patella 4 dikey kadrana ayrıldı. Patella lateral ve medial yönde pasif olarak hareket ettirilerek patellar mobilizasyon değerlendirildi. İki kadrana lateral ve medial yönde hareket normal kabul edilirken bir kadrana medial yönde hareket lateral retinaküler gerginlik, bir kadrana lateral yönde hareket medial retinaküler gerginlik, 2 kadrandan daha fazla lateral yönde hareket medial retinakulumda zayıflık, bilateral 2 kadrandan fazla hareket patellar ligament laksitesi kabul edildi. Patellar eğilme (tilt) testinde, supin pozisyonda kuadrisepsi kasmadan uzanan hastanın patellasının medial kenarından 1. parmak ile posterior yönde bastırılırken patellanın lateral kenarı 2. parmak yardımıyla femoral kondilden yukarı kaldırıldı. Patella lateralinin nötral pozisyondan daha yukarı kaldırılamaması, nötralde ya da daha aşağıda kalması halinde lateral yapılarda gerginlik düşünüldü ve test pozitif kabul edildi.

Patellanın proksimal ve distal bölümü, medial faset, lateral faset, medial ve lateral retinakulum ile medial kondilden oluşan toplam 7 noktanın hassasiyetlerinin palpasyonla değerlendirildiği ve peripatellar ağrı varlığını gösteren patellar diz ağrı diagramı oluşturuldu. Ön dizde önceden belirlenen noktalar palpe edilerek, ağrılı noktaların sayısı ve palpasyonla hissedilen ağrının her nokta için görsel ağrı skalası skorları diagrama not edildi. Vastus medialis koordinasyon testi, patellar kompresyon

testi ve Clark testi (dinamik patellar kompresyon testi) uygulanarak retropatellar ağrı değerlendirildi.

Fonksiyonel değerlendirme için egzantrik step (basamak inme) testinin 30 saniyelik skorları kullanıldı. Hasta testin başında 20 sm yükseklikte bir basamak üzerinde, her iki el belinde ayakta durdu. Önce hasta bacak basamaktan indirildi ve topuğun zemine değmesiyle diz tam ekstansiyona getirildi. Sonra diğer bacak indirildi. Geri çıkmak için önce sağlam bacak kullanıldı. Hastaya 30 saniye boyunca bu döngü tekrarlatıldı ve toplam yapabildiği skor not edildi. (8,43,80).

Tüm hastaların tedavinin başında ve 3. ayın sonunda diz ayakta A-P grafi, diz 30° fleksiyonda lateral grafi ve supin pozisyonda, diz 45° fleksiyonda ışın kaudal ve inferior yönde vertikalden 30° açıyla gönderilerek tanjansiyel grafileri (Merchant grafisi) çekildi. Anterior-posterior grafide patellanın boyutu, şekli (patellar fragmantasyon, iki parçalı patella), femoral kondillere göre pozisyonu (patellar kayma), femoral kondil asimetrisi; lateral grafide İnsall Salvati indeksi, Blackburne peel indeksi; Merchant grafisinde sulkus açısı, patellofemoral uyum açısı (Merchant açısı), lateral patellar yer değiştirme, lateral patellofemoral açı (Laurin açısı) ve patellofemoral indeks değerlendirildi.

Hastalar randomize olarak iki gruba ayrıldı. Hastalar başvuru sırasına göre numaralandırıldı ve tek sayılı hastalar tedavi, çift sayılı hastalar kontrol grubuna dahil edildi. Tedavi grubuna vastus medialis kasına NMES uygulandı ve PFAS'a yönelik ev egzersiz programı verildi. Kontrol grubuna sadece PFAS'a yönelik ev egzersiz programı verildi.

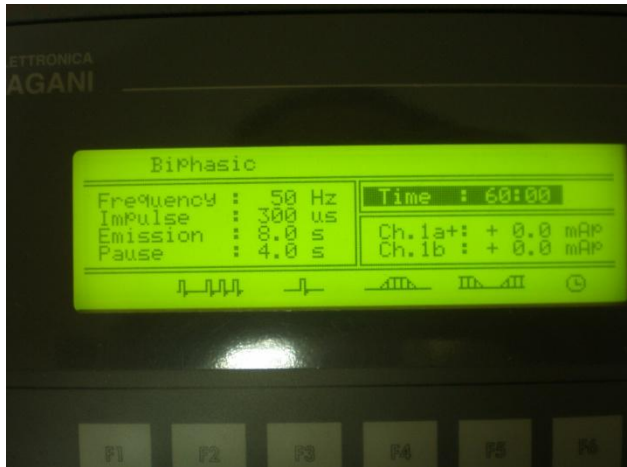


Şekil 3.1: NMES uygulaması

NMES uygulaması Kocaeli Üniversitesi Tıp Fakültesi FTR tedavi ünitesinde, taşınabilir 4 kanallı (Electronica Pagani CN4 Roland serie) stimülatör ile vastus medialis kası üzerine 2 plak elektrot kullanılarak yapıldı (şekil 3.1). NMES protokolü tablo 3.3’de gösterilmiştir.

Tablo 3.3: Tedavi grubuna uygulanan NMES protokolü

Dalga şekli	Asimetrik bifazik dikdörtgen alçak frekanslı alternatif akım
İmpuls süresi	300 mikrosaniye
Maksimum stimulus amplitüdü (pik yoğunluğu)	Kişisel tolerans
Stimülasyon frekansı	50 Herz
Uyarı/dinlenme süresi	8 saniye / 4 saniye
Tedavi süresi	6 hafta süreyle, haftada 5 gün, günde 1saat (toplam 30 seans)



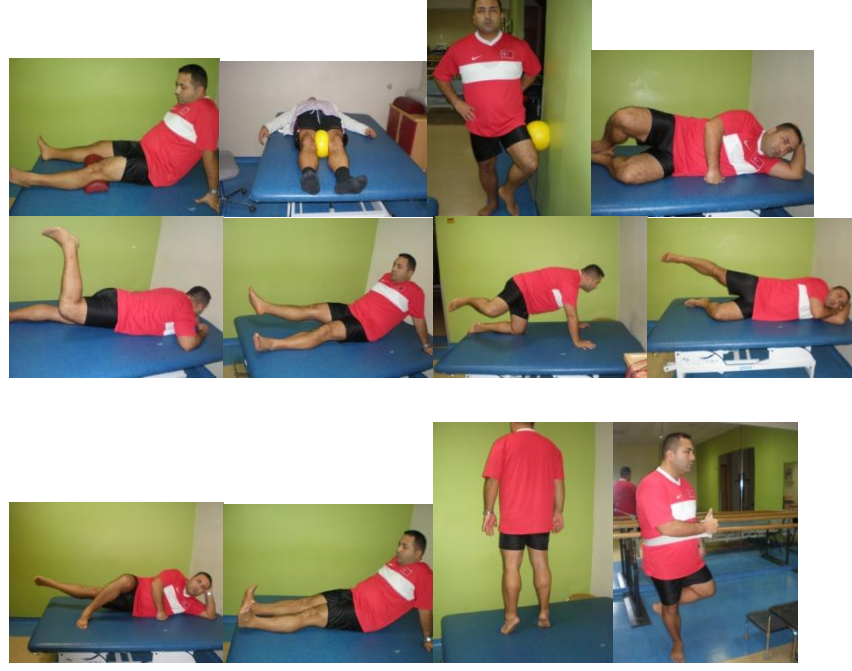
Şekil 3.2: NMES protokolü

Tedavi grubundaki hastalara ayrıca 12 hafta süresince PFAS'a yönelik ev egzersiz programı verildi. Egzersizler, haftada bir kez egzersizi veren hekim tarafından kontrol edildi, programa ve hastanın klinik durumuna göre yeniden düzenlendi. Egzersiz grubuna ise tedavi grubuna benzer şekilde 12 hafta süreyle ev programı şeklinde düzenlenmiş PFAS'a yönelik egzersiz programı verilerek, her hafta aynı hekim tarafından programa ve hastanın klinik durumuna göre düzenlendi.

PFAS egzersiz protokolü

1. hafta:

- Diz ekstansörleri, kalça abduktörleri, eksternal rotatörleri ve adduktörleri izometrik güçlendirme egzersizleri
- Kalça fleksör, ekstansör, abduktör, eksternal rotatör ve adduktör izotonik güçlendirme egzersizleri
- Ayak bileği plantar ve dorsifleksörlerine izotonik güçlendirme egzersizleri
- Ayakta dik postürde duruş sırasında parmak ucunda yükselme
- Günde 10 tekrarlı 3 set halinde başlandı.



2. hafta:

- Birinci hafta egzersizleri (20 tekrarlı 3 set halinde)
- Hamstring, kuadriseps, gastrokinemius, iliopsoas, İTB, kalça adduktör, lateral ve medial retinakulum germe egzersizleri (günde 10 tekrarlı 3 set halinde)



3. hafta:

- 1. ve 2. hafta egzersizleri (kuvvetlendirme egzersizleri 30 tekrarlı ve germe egzersizleri 10 tekrarlı 3 set halinde)
- Ayakta lastik bantla dört yönde kalça çevresi rezistif güçlendirme
- Kısa ark kuadriseps izotonik güçlendirme
- Kapalı kinetik zincir egzersizleri (0-30° diz fleksiyonunda mini çömelme ve duvarda topuk kaydırma)
- Öne basamak inme, çıkma egzersizleri
- Günde 10 tekrarlı 3 set halinde başlanır



4. hafta

- 1, 2 ve 3. hafta egzersizleri (1. hafta egzersizleri 40 tekrarlı, 3. hafta başlanan egzersizler 20 tekrarlı ve germe egzersizleri 10 tekrarlı 3 set halinde)
- 0.5 kg'dan başlayan ağırlıklarla kalça fleksör, ekstansör, abduktör, eksternal rotatör ve adduktör izotonik güçlendirme
- Denge koordinasyon egzersizleri (denge tahtası üzerinde denge, tek bacak üzerinde durma, mini çömelme)
- 0.5 kg'dan başlayan ağırlıklarla duvarda topuk kaydırma, kısa ark kuadriseps egzersizleri
- Günde 10 tekrarlı 3 set halinde başlanır



5-7. hafta

- 1, 2, 3 ve 4. hafta egzersizleri (bu egzersizlerde hasta toleransına göre kademeli olarak 50 tekrara çıkılır)
- 0.5 kg'dan başlayan ağırlıklarla ve lastik bantla ayakta ağırlıklarla kalça fleksör, ekstansör, abduktör, eksternal rotatör ve adduktör güçlendirme
- Günde 10 tekrarlı 3 set halinde başlanır

8-12. hafta

- Fonksiyonel iyileşmeleriyle orantılı olarak düz koşu ve pilometrik egzersizler gibi aktiviteler

Tüm hastaların 12 hafta boyunca PFE'de aşırı yüklenmeye neden olabilecek aktivitelerden (merdiven ve yokuş inme-çıkma, diz 60° ve üzerindeki fleksiyon

açılarında 20 dakikadan fazla süre oturma, çömelme, diz çökme, zıplama ve 1.6 km'den uzun koşma, vb) kaçınması ve tedavinin ilk 10 günü egzersiz sonrası diz bölgesine 15-20 dakika soğuk uygulaması istendi. Ayrıca pes planus, subtalar pronasyon, kalkaneus valgus ve ön ayak valgusu gibi statik dizilim bozukluğu olan hastaların uygun ayak ortezlemesi yapıldı.

Değerlendirme:

Hastaların ağrı seviyelerini değerlendirmek için olağan ve şiddetli ağrıyı sorgulayan görsel ağrı skalası ve patellofemoral ağrı şiddet skalası kullanıldı. Görsel ağrı skalası-olağan ağrı'da gün içinde hissedilen olağan ağrıya, görsel ağrı skalası-şiddetli ağrı'da PFAS'ı arttıran aktiviteler sırasında hastanın hissettiği maksimum ağrıya hafiften şiddetliye doğru 0-10 arası bir değer vermesi istendi En az 1.5 sm'lik düzelme iyileşme kabul edildi (Ek 1: Anketler) (27,29,72,74,91,122,123,124). Patellofemoral ağrı şiddet skalasında hastanın, merdiven çıkma/inme, çömelme, yürüme, yavaş koşu, sürat koşusu, spor faaliyeti, dizler 90° fleksiyonda 20 dakika süreyle oturma, diz üstü durma, istirahat ve bir aktiviteyi takiben dinlenmede oluşan ağrısını 10 sm'lik görsel ağrı skalasına göre değerlendirmesi ve yanıtlaması istendi. Toplam skor 100 üzerinden değerlendirildi (Ek 1: Anketler) (59,126).

Hastaların fonksiyonel düzeylerini belirlemek için Fonksiyonel indeks anketi ve Kujala ön diz ağrı anketi kullanıldı. Fonksiyonel indeks anketinde 8 soru soruldu, her bir soru, "yapamaz" (0 puan), "problemlili yapabilir" (1 puan), "problemlisiz yapabilir" (2 puan) şeklinde 3 kategoride sınıflandırılarak toplam 16 puan üzerinden değerlendirildi (Ek 1: Anketler) (29,122,124,125). Kujala ön diz ağrı anketi, yürürken aksama, yük verme, yürüme, merdiven inip çıkma, çömelme, koşu, sıçrama, diz fleksiyonda uzun süre oturma, ağrı, şişme, anormal ve ağırlı patella hareketi, uyluk atrofisi, fleksiyon kısıtlılığını içeren toplam 13 klinik durum bir anketle sorgulandı ve 100 puan üzerinden değerlendirildi (Ek 1: Anketler) (27,29,72,76,91,122,124,127,128).

Hastaların ağrılı hareketleri ile ilişkili aktivite kısıtlılıklarının, semptomlarının, yaşam kalitesindeki değişim ve iyileşmenin değerlendirilmesi için 7 nokta hastanın değişimi global değerlendirme anketi kullanıldı. Hastadan hissettiği iyileşme düzeyine göre en kötüden en iyiye doğru 1-7 arasında bir değer vermesi istendi (Ek1: Anketler) (108,123,128-130).

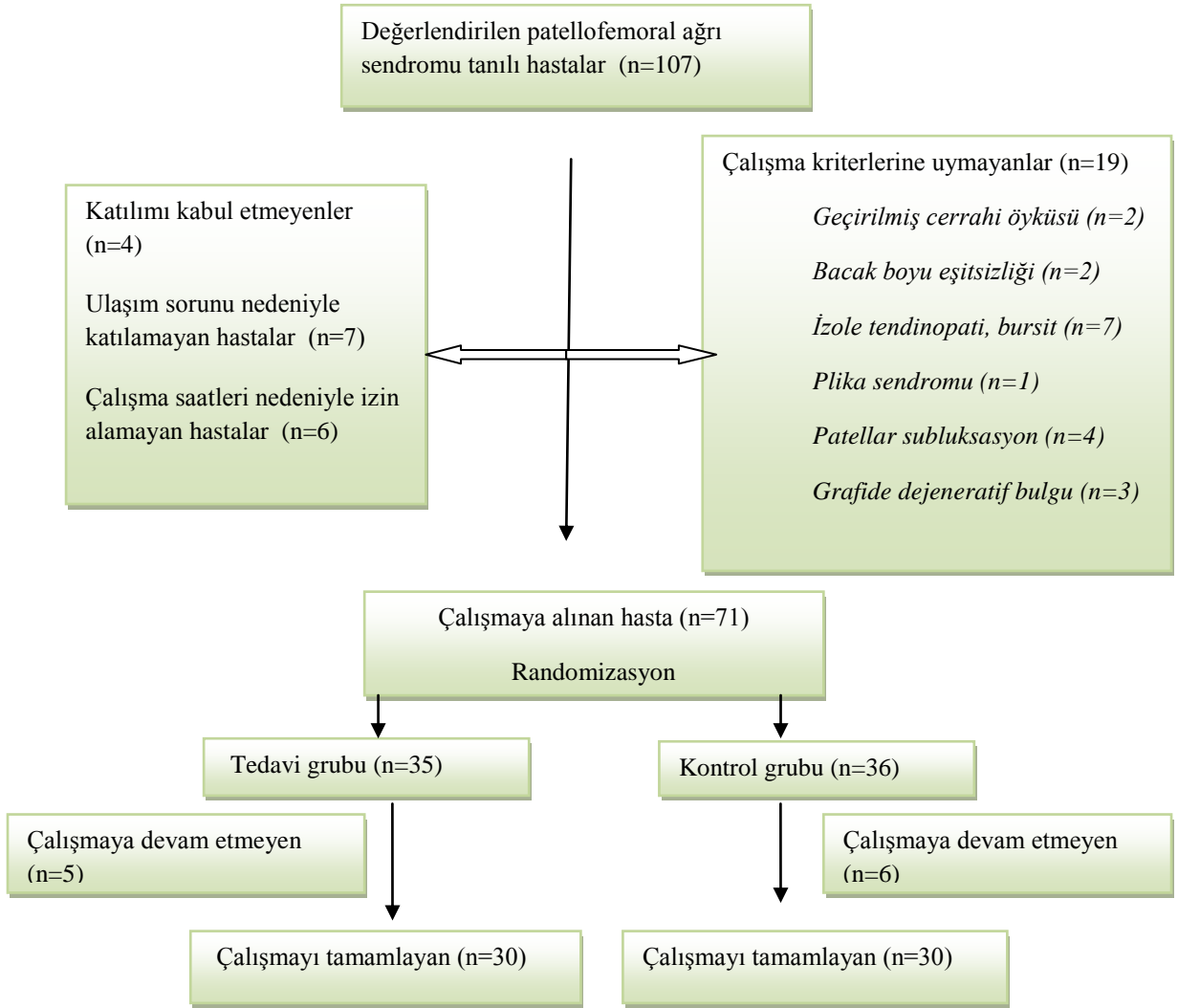
Tüm hastaların fizik muayeneleri, fonksiyonel değerlendirmeleri, görsel ağrı skalası-olağan ağrı, görsel ağrı skalası-şiddetli ağrı, patellofemoral ağrı şiddet anketi, fonksiyonel indeks anketi ve Kujala ön diz ağrı anketi tedavinin başlangıcında, tedavinin 6. ve 12. haftasında, radyolojik değerlendirmeleri tedavi başlangıcında ve tedavinin 12. haftasında, global değerlendirme anketi ise tedavinin 12. haftasında yapıldı.

Çalışmaya alınan bütün hastalara, çalışma ile ilgili bilgi verilerek yazılı onayları alındı. Çalışma protokolü Kocaeli Üniversitesi Tıp Fakültesi Etik kurulu tarafından onaylandı (Etik Kurul Onay No: 2007/61, İAEK 10/8).

Elde edilen verilerin istatistiksel analizi için SSPS 16.0 programı kullanıldı. Tekrarlayan ölçümlerin değerlendirilmesinde; normal dağılıma uyan nümerik veriler tekrarlayan ölçümlerde varyans analizi ve t-testi ile, normal dağılıma uymayan nümerik veriler Cochran analizi ile, kategorik veriler Friedman analizi ile değerlendirildi. Gruplar arası farklılıkların değerlendirilmesi için; normal dağılıma uyan nümerik verilerde t-testi, normal dağılıma uymayan nümerik verilerde Mann-Whitney-U testi, kategorik verilerde ki-kare testi kullanıldı.

4. BULGULAR

Kocaeli Üniversitesi Tıp Fakültesi Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon Anabilim Dalı polikliniğine ön diz ağrısı ile başvuran ve fizik muayene ile PFAS tanısı alan 107 hasta değerlendirildi. Ondokuz hasta çalışmaya alınma kriterlerine uymadığı için, 4 hasta çalışmaya katılmak istemediği için, 7 hasta ulaşım sorunu nedeniyle, 6 hasta da çalışma saatleri nedeniyle iş yerinden izin alamadığı için çalışmaya alınamadı. Çalışmaya alınan 71 katılımcı, tedavi (NMES + egzersiz) ve kontrol (egzersiz) gruplarına randomize olarak dağıtıldı. Tedavi grubundaki 35 hastadan 5 hasta ve kontrol grubundan 36 hastadan 6 hasta çalışma sırasında tedaviyi bıraktı. Toplam 60 hasta çalışmayı tamamladı ve analiz edildi (Tablo 4.1’de hasta akış şeması).



Şekil 4.1: Çalışmanın hasta akış şeması

Çalışmaya alınan hastaların yaş ortalaması 27.8 ± 6.8 (18-40) yılı ve 45'i (%75) kadın, 15'i (%25) erkekti. Eğitim durumları incelendiğinde hastaların 7'si (%11.7) ilköğretim, 19'u (% 31.7) ortaöğretim mezunu, 34'ü (% 56.7) üniversite öğrencisi veya mezunuydu. Meslek gruplarına göre dağılımlarında çalışmaya katılanların 18'i (%30.0) öğrenci, 17'si (%28.3) memur, 14'ü (%23.3) ev hanımı, 11'i (%18.3) işçiydi. Hastaların vücut kitle indekslerinin ortalaması 24.2 ± 4.0 (18.4-36.3) kg/m^2 olarak ölçüldü. Çalışmaya katılan 17 (%28.3) hasta haftada en az 2 kez düzenli spor yapıyorlardı. Düzenli spor yapanların 10'u (%58.8) tedavi grubunda, 7'si (%41.2) kontrol grubundaydı. Tedavi grubu ile kontrol grubu arasında yaş, cinsiyet, boy, kilo, vücut kitle indeksi, eğitim düzeyi, meslek dağılımları ve düzenli spor yapma açısından istatistiksel olarak anlamlı fark yoktu ($p > 0.05$, tümü için). Hastaların yaş, cinsiyet, kilo, boy, vücut kitle indeksi verileri tablo 4.1'de, eğitim düzeyleri, meslekleri ve düzenli spor yapma alışkanlıkları ile ilgili verileri tablo 4.2'de gösterilmiştir.

Tablo 4.1: Hastaların yaş, kilo, boy, vücut kitle indeksi verilerin dağılımları

	Tüm hastalar (n=60)	Tedavi grubu (n=30)	Kontrol grubu (n=30)	p
Yaş (yıl)	27.8 ± 6.8 (18-40)	27.8 ± 6.7 (18-39)	27.8 ± 7.0 (18-40)	1.000
Cinsiyet				0.551
Kadın	45 (%75)	21 (%70)	24 (%80)	
Erkek	15 (%25)	9 (%30)	6 (%20)	
Kilo (kg)	66.1 ± 12.3 (47-102)	67.97 ± 12.12 (47-93)	64.3 ± 12.4 (47-102)	0.208
Boy (sm)	165.6 ± 7.7 (153-189)	166.0 ± 7.8 (156-186)	165.2 ± 6.7 (153-189)	0.683
VKİ (kg/m^2)*	24.2 ± 4.0 (18.4-36.3)	24.6 ± 3.4 (19.3-32.6)	23.8 ± 4.6 (18.3-36.3)	0.252

*VKİ: Vücut kitle indeksi

Tablo 4.2: Hastaların eğitim seviyelerine, meslek gruplarına ve düzenli spor yapma alışkanlıklarına göre dağılımları

	Tüm hastalar (n=60)	Tedavi grubu (n=30)	Kontrol grubu (n=30)	p
Eğitim				0.580
İlkokul	7 (%11.7)	3 (%10.0)	4 (%13.3)	
Lise	19 (%31.7)	8 (%26.7)	11 (%36.7)	
Üniversite	34 (%56.7)	19 (%63.3)	15 (%50)	
Meslek				0.260
Öğrenci	18 (%30.0)	9 (%30.0)	9 (%30.0)	
İşçi	11 (%18.3)	7 (%23.3)	4 (%13.3)	
Memur	17 (%28.3)	10 (%33.3)	7 (%23.3)	
Ev hanımı	14 (%23.3)	4 (%13.3)	10 (%33.3)	
Düzenli spor	17 (%28.3)	10 (%33.3)	7 (%23.3)	0.567

Hastaların ortalama ağrı süresi 11.5 ± 7.7 (1.5-24) aydı. Ağrının süresi tedavi grubunda 11.1 ± 7.1 (2-24) ay, kontrol grubunda ise 12.0 ± 8.3 (1.5-24) ay olarak bulunduğu. Gruplar arasında ağrı süresi açısından istatistiksel olarak anlamlı fark yoktu ($p=0.929$).

Tedavi öncesinde çalışmaya katılan hastaların 30'unda (%50.0) boşalma hissi, 23'ünde (%38.3) kilitlenme hissi, 44'ünde (%73.3) krepitasyon bulgusu vardı. Tedavi öncesi gruplar arasında boşalma hissi, kilitlenme hissi ve krepitasyon varlığı açısından istatistiksel olarak anlamlı fark yoktu ($p>0.05$, tümü için). Her iki grupta da 6. ve 12. hafta kontrollerinde bu üç bulguda istatistiksel olarak anlamlı azalma ($p<0.05$, tümü için) saptanırken, iki grup arasında 6. ve 12. hafta kontrollerinde de istatistiksel olarak anlamlı fark yoktu ($p>0.05$, tümü için). Tablo 4.3'te hastaların dizde boşalma hissi, kilitlenme hissi ve krepitasyon semptomlarıyla ilgili veriler gösterilmiştir.

Tablo 4.3: Hastaların dizde boşalma, kilitlenme ve krepitasyon bulgularının tedavi öncesi, 6. hafta ve 12. hafta dağılımları

		Tedavi grubu (n=30)	Kontrol grubu (n=30)	p
Boşalma hissi	Tedavi öncesi	13 (%43.3)	17 (%56.7)	0.539
	6. hafta	3 (%10.0)	4 (%13.3)	1.000
	12.hafta	1 (%3.3)	3 (%10.0)	0.612
	p	0.000	0.000	
Kilitlenme hissi	Tedavi öncesi	12 (%40.0)	11 (%36.7)	1.000
	6. hafta	2 (%6.7)	2 (%6.7)	1.000
	12. hafta	2 (%6.7)	1 (%30,0)	1.000
	p	0.000	0.000	
Krepitasyon	Tedavi öncesi	22 (%73.3)	22 (%73.3)	1.000
	6. hafta	17 (%56.7)	18 (%60.0)	1.000
	12. hafta	14 (%46.7)	16 (%53.3)	0.796
	p	0.002	0.009	

Çalışmaya katılan hastaların %41,6'sında femoral anteversiyon, %10'unda eksternal tibial torsiyon, %5'inde genu valgum, %16.6'sında genu rekurvatum, %3.3'ünde patellar şaşılık, %18.3'ünde subtalar pronasyon ve %5'inde kalkaneus valgus vardı. Her iki grup arasında statik dizilim bozuklukları açısından istatistiksel olarak anlamlı fark yoktu ($p>0.05$, tümü için). Hastaların alt ekstremitte statik dizilim bozukluğu değerlendirme sonuçları tablo 4.4'te gösterilmiştir.

Tablo 4.4: Hastaların tedavi öncesi alt ekstremitte statik dizilim bozukluğu değerlendirilmesi

	Tüm hastalar (n=60)	Tedavi grubu (n=30)	Kontrol grubu (n=30)	p
Femoral anteversiyon	25 (%41.6)	14 (%46.7)	11 (%36.7)	0.600
Eksternal tibial torsiyon	6 (%10.0)	3 (%10.0)	3 (%10.0)	1.000
Genu valgum	3 (%5.0)	2 (6.7)	1 (%3.3)	1.000
Genu rekurvatum	10 (%16.6)	6 (%20.0)	4 (%13.3)	0.729
Patellar şaşılık	2 (%3.3)	2 (%6.7)	0	0.592
Patellar çekirge gözü	0	0	0	-
Patella alta	0	0	0	-
Subtalar pronasyon	11 (%18.3)	6 (%20.0)	4 (%13.3)	0.729
Kalkaneus valgus	3 (%5.0)	2 (%6.7)	1 (%3.3)	1.000

Tüm hastaların tedavi öncesi PFAS semptomlarının olduğu bacak ile olmayan bacak arasındaki uyluk çevresi ölçüm farkı ortalaması 1.5 ± 0.9 (0-3) sm olarak bulundu. Ölçüm farkı tedavi öncesi tedavi grubunda ortalama 1.5 ± 1.0 (0-3) sm, kontrol grubunda 1.5 ± 0.9 (0-3) sm; 6. haftada tedavi grubunda 0.4 ± 0.6 (0-2) sm, kontrol grubunda 0.6 ± 0.7 (0-2) sm, 12. haftada tedavi grubunda 0.2 ± 0.5 (0-2) sm, kontrol grubunda 0.3 ± 0.6 (0-2) sm olarak saptandı. Her iki grup arasında tedavi öncesinde, tedavinin 6. ve 12. haftasında iki uyluk çevresi ölçümü arasında anlamlı farklılık yoktu (sırasıyla $p=0.625$, $p=0.210$, $p=0.525$). Her iki grupta da 6. ve 12. hafta uyluk çevresi ölçümlerinde istatistiksel olarak anlamlı düzelme oldu ($p=0.000$, $p=0.000$).

Trendelenburg testi tedavi öncesinde tedavi grubunda 4 (%13.3), kontrol grubunda 6 (%20) hastada olmak üzere toplam olarak çalışmaya katılan hastaların 10'unda (%16.6) pozitif bulundu. Tedavi öncesi gruplar arasında trendelenburg testi sonuçlarında istatistiksel olarak anlamlı fark yoktu ($p=0.729$). Tedavi grubunda 6. haftada 3 (%10), 12. haftada 2 (%6.7) hastada trendelenburg testi pozitif saptanırken, kontrol grubunda 6. ve 12. haftalarda trendelenburg testi tüm hastalarda normal

olarak değerlendirildi. Tedavi ve kontrol grupları arasında 6. ve 12. hafta sonunda trendelenburg test sonuçları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark yoktu (sırasıyla $p=0.237$, $p=0.492$).

Tedavi öncesinde çalışmaya katılan hastaların 13'ünde (%20) iliopsoas kısalığı, 47'sinde (%78.3) hamstring kısalığı, 14'ünde (%23.3) kuadriseps kısalığı, 14'ünde (%23.3) İTB gerginliği, 21'inde (%35.0) gastrokinemius kısalığı vardı. Her iki grupta 6. ve 12. hafta değerlendirmelerinde alt ekstremitte kas kısalıklarında belirgin düzelme kaydedildi ($p<0.05$, tümü için). Her iki grup arasında tedavi öncesi, 6. ve 12. hafta alt ekstremitte kas kısalıkları açısından istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmadı ($p>0.05$, tümü için). Alt ekstremitte dinamik dizilim bozukluğunu gösteren kas kısalık testlerinin sonuçları hasta sayıları ve grup iç yüzdeleri olarak tablo 4.5'de gösterilmiştir.

Tablo 4.5 : Hastaların alt ekstremitte kas kısalıkları değerlendirmesi

		Tedavi grubu (n=30)	Kontrol grubu (n=30)	p
İliopsoas kısalığı	Tedavi öncesi	7 (%23.3)	5 (%16.7)	0.747
	6. hafta	3 (%10.0)	2 (%6.7)	1.000
	12. hafta	2 (%6.7)	1 (%3.3)	1.000
	p	0.018	0.039	
Hamstring kısalığı	Tedavi öncesi	22 (%73.3)	25 (%83.3)	0.760
	6. hafta	4 (%13.3)	5 (%16.6)	0.986
	12. hafta	1 (%3.3)	3(%10.0)	0.684
	p	0.000	0.000	
Kuadriseps kısalığı	Tedavi öncesi	7 (%23.3)	7 (%23.3)	1.000
	6. hafta	2 (%6.7)	3 (%10.0)	1.000
	12. hafta	1 (%3.3)	3 (%10.0)	0.684
	p	0.001	0.018	
İTB gerginliği	Tedavi öncesi	6 (%20.0)	8 (%26.7)	0.760
	6. hafta	3 (%10.0)	4 (%13.3)	1.000
	12. hafta	1 (%3.3)	3 (%10.0)	0.684
	p	0.024	0.015	
Gastrokinemius kısalığı	Tedavi öncesi	12 (%40.0)	9 (%30.0)	0.522
	6. hafta	3 (%10.0)	2 (%6.7)	1.000
	12. hafta	3 (%10.0)	2 (%6.7)	1.000
	p	0.000	0.001	

Hastaların tedavi öncesi popliteal açılarının ortalaması $28.8 \pm 20.7^\circ$ olarak bulundu. Her iki grupta da 6. ve 12. hafta kontrollerinde anlamlı derecede iyileşme varken ($p=0.000$, tümü için), gruplar arasında tedavi öncesinde, 6. ve 12. haftada popliteal açı ölçümleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark yoktu ($p>0.05$, tümü için). Hastaların tedavi öncesi, 6 ve 12. hafta popliteal açı ölçümleri tablo 4.6'de gösterilmiştir.

Tablo 4.6: Hastaların popliteal açı ölçümleri

		Tedavi grubu (n=30)	Kontrol grubu (n=30)	p
Popliteal açı (°)	Tedavi öncesi	29.7±22.5 (0-60)	27.9±19.1 (0-60)	0.765
	6. hafta	6.8±8.5 (0-25)	8.3±9.7 (0-35)	0.512
	12. hafta	3.3±5.8 (0-25)	4.7±7.8 (0-30)	0.530
	p	0.000	0.000	

Tedavi öncesinde patellar mobilite değerlendirme sonuçlarına göre çalışmaya katılan hastaların 15'inde (%25.0) patella hareketlerinde patoloji saptanmadı. Onüç (%21.6) hastada medial retinakulum gergin, 18 (%30.0) hastada lateral retinakulum gergin, 10 (%16.7) hastada medial retinakulum laksisitesi, 4 (%6.6) hastada patellar laksisite gözlemlendi. İki grup arasında tedavi öncesi patellar mobilite değerlendirme parametreleri açısından istatistiksel olarak anlamlı fark yoktu ($p>0.05$, tümü için). Tedavinin 6. ve 12. haftasında tedavi grubunda medial retinakulum gerginliği ($p=0.097$), kontrol grubunda medial retinakulum laksisitesi ($p=0.097$) ve her iki grupta patella laksisitede ($p=1.000$) istatistiksel olarak anlamlı düzelme olmadı. Diğer parametrelerde ise anlamlı düzelme saptandı ($p<0.05$, tümü için) (Tablo 4.7).

Tablo 4.7: Tedavi ve kontrol gruplarının patellar mobilite değerlendirme sonuçları

Patellar mobilite değerlendirmesi		Tedavi grubu (n=30)	Kontrol grubu (n=30)	p
Normal	Tedavi öncesi	7 (%23.3)	8 (%26.7)	0.766
	6. hafta	22 (%66.7)	20 (%73.3)	0.778
	12. hafta	23 (%76.6)	24 (%80.0)	0.754
	p	0.000	0.000	
Medial retinakulum gergin	Tedavi öncesi	7 (%23.3)	6 (%20.0)	0.754
	6. hafta	4 (%13.3)	2 (%6.7)	0.667
	12. hafta	3 (%10.0)	1 (%3.3)	0.612
	p	0.097	0.042	
Lateral retinakulum gergin	Tedavi öncesi	9 (%30.0)	9 (%30.0)	1.000
	6. hafta	2 (%6.7)	3 (%10.0)	1.000
	12. hafta	2 (%6.7)	1 (%10.0)	1.000
	p	0.001	0.002	
Medial retinakulum laksitesi	Tedavi öncesi	5 (%16.7)	5 (%16.7)	1.000
	6. hafta	0	3 (%10.0)	0.236
	12. hafta	0	2 (%6.7)	0.492
	p	0.007	0.097	
Patellar laksite	Tedavi öncesi	2 (%6.7)	2 (%6.7)	1.000
	6. hafta	2 (%6.7)	2 (%6.7)	1.000
	12. hafta	2 (%6.7)	2 (%6.7)	1.000
	p	1.000	1.000	

Patellar tilt testi tedavi öncesi çalışmaya katılan hastaların 33'ünde (%55) patolojik olarak saptandı. Tedavi ve kontrol grupları arasında tedavi öncesinde istatistiksel olarak anlamlı fark yoktu ($p>0.05$). Tedavi grubunda 6. ve 12. haftada 5 (%16.7), kontrol grubunda 6. haftada 9 (%30.0), 12. haftada ise 4 (%13.3) hastada patellar tilt testi patolojikti. Her iki grupta da 6. ve 12. haftada istatistiksel olarak anlamlı iyileşme gözlenirken vardı ($p=0.000$, tümü için), gruplar arasında 6. ve 12. hafta sonuçları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark yoktu ($p>0.05$) (Tablo 4.8).

Tablo 4.8: Hastaların patellar tilt testi sonuçları

Patellar tilt testi	Tedavi grubu (n=30)	Kontrol grubu (n=30)	p
Tedavi öncesi	18 (%60)	15 (%50)	0.604
6. hafta	5 (%16.7)	9 (%30.0)	0.360
12.hafta	5 (%16.7)	4 (%13.3)	1.000
p	0.000	0.000	

Çalışmaya katılan hastalarda tedavi öncesi Q açısı ortalaması $19.6\pm 4.1^\circ$ olarak bulundu. Erkeklerde 16° , kadınlarda 20° üzerindeki Q açısı ölçümleri patolojik olarak değerlendirildiğinde tedavi öncesi Q açısı çalışmaya katılan hastaların 37'sinde (%61.6) patolojikti. Bu hastaların 20'si (%66.6) tedavi grubunda, 17'si (%56.6) kontrol grubundaydı. Tedavi öncesi Q açısı ölçümlerinde her iki grup arasında istatistiksel olarak anlamlı fark yoktu ($p>0.05$). Altıncı haftanın sonunda tedavi grubunda 4 (%13.3), kontrol grubunda 8 (%26.6) hastada, 12. haftanın sonunda tedavi grubunda 4 (%13.3), kontrol grubunda 6 (%20) hastada patolojik Q açısı saptandı. Her iki grupta 6. ve 12. hafta Q açısı ölçümlerinde istatistiksel olarak anlamlı azalma saptanırken ($p<0.05$, tümü için), gruplar arasında 6 ve 12. hafta Q açısı ölçümlerinde anlamlı fark gözlenmedi ($p>0.05$, tümü için) (Tablo 4.9).

Tablo 4.9: Hastaların Q açısı ölçüm sonuçları

		Tedavi grubu (n=30)	Kontrol grubu (n=30)	p
Q açısı	Tedavi öncesi	20.1±4.2 (11-25)	19.2±4.0 (12-26)	0.322
(°)	6. hafta	17.5±3.9 (10-23)	17.3±3.8 (10-24)	0.783
	12. hafta	16.1±4.0 (8-23)	16.8±3.8 (10-23)	0.593
	p	0.000	0.000	

Peripatellar ağrının palpasyonla değerlendirildiği toplam 7 noktadan oluşan diz ağrı diagramına göre, tedavi öncesinde çalışmaya katılan hastaların 41'inde (%68.3) palpasyonla en az bir noktada hassasiyet vardı. Bu hastaların 23'ü (%76.7) tedavi grubunda, 18'i (%60.0) kontrol grubundaydı. Tedavinin 12. haftasında palpasyonla en az bir noktada hassasiyeti olan hasta sayısı 31 (%51.6) olarak [15 (%50) hasta tedavi grubunda, 16 (%53) hasta kontrol grubunda] saptandı. Tablo 4.10'da tedavi ve kontrol gruplarında diz ağrı diagramına göre palpasyonla ağrılı noktaların dağılımı gösterilmiştir. Kontrol grubunda medial retinakulum hassasiyeti ($p=0.097$), her iki grupta tedavinin 6. ve 12. haftasında diğer ağrılı noktaların tümünde istatistiksel olarak anlamlı iyileşme saptandı ($p>0.05$, tümü için). Gruplar arasında ise tedavi öncesi, 6 ve 12 hafta sonuçları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark yoktu ($p>0.05$).

Tablo 4.10: Hastalarda diz ağrı diagramına göre palpasyonla ağrılı noktaların dağılımı

Diz ağrı diagramı		Tedavi grubu (n=30)	Kontrol grubu (n=30)	p
Patella proksimali	Tedavi öncesi	5 (%16.7)	6 (%20.0)	1.000
	6. hafta	1 (%3.3)	0	1.000
	12. hafta	0	0	-
	p	0.030	0.002	
Patella distal	Tedavi öncesi	13 (%43.3)	11 (%36.7)	0.792
	6. hafta	7 (%23.3)	8 (%26.7)	1.000
	12 .hafta	4 (%13.3)	5 (%16.7)	1.000
	p	0.008	0.011	
Patella medial faset	Tedavi öncesi	21 (%70.0)	15 (%50.0)	0.118
	6. hafta	15 (%50.0)	13 (%43.3)	0.796
	12. hafta	9 (%30.0)	6 (%20.0)	0.551
	p	0.001	0.001	
Patella lateral faset	Tedavi öncesi	9 (%30.0)	10 (%33.3)	1.000
	6. hafta	3 (%10.0)	6 (%.20.0)	0.472
	12. hafta	2 (%6.7)	2 (%6.7)	1.000
	p	0.002	0.002	
Medial retinakulum	Tedavi öncesi	9 (%30.0)	5 (%16.7)	0.360
	6. hafta	5 (%16.7)	4 (%13.3)	1.000
	12. hafta	3 (%10.0)	2 (%6.7)	1.000
	p	0.018	0.097	
Lateral retinakulum	Tedavi öncesi	7 (%23.3)	11 (%36.7)	0.398
	6. hafta	2 (%6.7)	4 (%13.3)	0.472
	12. hafta	3 (%10.0)	4 (%13.3)	1.000
	p	0.015	0.006	
Medial femoral kondil	Tedavi öncesi	15 (%50.0)	9 (%30.0)	0.188
	6. hafta	9 (%30.0)	9 (%30.0)	1.000
	12. hafta	7 (%23.3)	5 (%16.7)	0.747
	p	0.003	0.018	

Diz ağrı diagramına göre hastaların tedavi öncesi ortalama ağırlı nokta sayısı 2.4 ± 1.7 (0-5) iken, 6. haftada 1.6 ± 1.5 (0-5), 12. haftada 0.9 ± 1.1 (0-3) olarak saptandı. Ağırlı noktaların ortalama görsel ağrı skalası değerleri tedavi öncesi 5.1 ± 3.2 (0-9), 6. haftada 1.7 ± 1.8 (0-8), 12. haftada 1.2 ± 1.7 (0-8) olarak bulundu. Her iki grubun diz ağrı diagramına göre hassas nokta sayıları ve ağırlı noktaların ortalama görsel ağrı skalası değerleri 6. ve 12. haftalarda istatistiksel olarak anlamlı azalırken ($p > 0.05$, tümü için), her iki grup arasında tedavi öncesi, 6. ve 12. hafta hassas nokta sayıları ve ağırlı noktaların ortalama görsel ağrı skalası değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark yoktu ($p < 0.05$, tümü için) (Tablo 4.11).

Tablo 4.11: Hastaların diz ağrı diagramına göre görsel ağrı skalası değerleri ve ağırlı nokta sayıları

		Tedavi grubu (n=30)	Kontrol grubu (n=30)	p
Görsel ağrı skalası	Tedavi öncesi	5.7 ± 3.0 (0-9)	4.5 ± 3.4 (0-9)	0.198
	6. hafta	1.6 ± 1.5 (0-4)	1.8 ± 2.0 (0-8)	0.921
	12. hafta	1.1 ± 1.4 (0-4)	1.3 ± 2.0 (0-8)	0.942
	p	0.000	0.000	
Ağırlı nokta sayısı	Tedavi öncesi	2.6 ± 1.6 (0-5)	2.3 ± 1.8 (0-5)	0.621
	6. hafta	1.4 ± 1.3 (0-4)	1.8 ± 1.6 (0-5)	0.297
	12. hafta	0.9 ± 1.1 (0-3)	0.9 ± 1.9 (0-3)	0.929
	p	0.000	0.000	

Retropatellar ağrı, vastus medialis koordinasyon testi, Clark testi ve patellar kompresyon testleri ile değerlendirildi. Çalışmaya katılan hastalarda tedavi öncesinde vastus medialis koordinasyon testi 22 (% 36.6) hastada, Clark testi 41 (% 68.3) hastada, patellar kompresyon testi 40 (%66.7) hastada pozitif bulundu. Tablo 4.12’de

tedavi ve kontrol gruplarının vastus medialis koordinasyon testi, Clark testi ve patellar kompresyon testlerinin sonuçları gösterilmiştir. Tedavinin 6. ve 12. haftasında her iki grupta bu testlerin sonuçlarında istatistiksel olarak anlamlı iyileşme vardı ($p<0.05$, tümü için). Tedavinin 6. haftasında tedavi grubunda kontrol grubuna göre Clark testi ve patellar kompresyon testi pozitif olarak değerlendirilen hastalar istatistiksel olarak anlamlı daha az bulundu (sırasıyla $p=0.040$ ve $p=0.030$). Onikinci hafta kontrolünde ise gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı fark yoktu ($p>0.05$). Vastus medialis koordinasyon testinde ise 6. ve 12. hafta değerlendirmelerinde gruplar arasında istatistiksel olarak fark yoktu ($p>0.05$).

Tablo 4.12: Hastaların vastus medialis koordinasyon testi, Clark testi ve patellar kompresyon testi sonuçları

		Tedavi grubu (n=30)	Kontrol grubu (n=30)	p
Vastus medialis koordinasyon testi	Tedavi öncesi	10 (%33.3)	12 (%40.0)	0.789
	6. hafta	0	2 (%6.7)	0.492
	12. hafta	0	2 (%6.7)	0.492
	p	0.000	0.000	
Clark testi	Tedavi öncesi	19 (%63.3)	22 (%73.3)	0.579
	6. hafta	5 (%16.7)	13 (%43.3)	0.040
	12. hafta	3 (%10.0)	8 (%26.7)	0.181
	p	0.000	0.000	
Patellar kompresyon testi	Tedavi öncesi	21 (%70.0)	19 (%63.3)	0.785
	6. hafta	6 (%20.0)	15 (%50.0)	0.030
	12. hafta	6 (%20.0)	11 (%36.7)	0.252
	p	0.000	0.002	

Çalışmaya katılan hastalarda fonksiyonel kapasitenin değerlendirildiği egzantrik step test skoru tedavi öncesinde 14.2 ± 1.9 (10-18) bulundu. Tedavi öncesi gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı fark yoktu ($p > 0.05$). Egzantrik step testinde 6. ve 12. hafta değerlendirmelerinde her iki grupta da istatistiksel olarak anlamlı iyileşme vardı ($p < 0.05$). Ancak gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı fark yoktu. Tablo 4.13’de tedavi ve kontrol gruplarının egzantrik step test sonuçları verilmiştir.

Tablo 4.13: Hastaların egzantrik step test sonuçları

		Tedavi grubu (n=30)	Kontrol grubu (n=30)	p
Egzantrik step test	Tedavi öncesi	14.1 ± 2.1 (10-18)	14.4 ± 1.8 (11-18)	0.620
	6 hafta	18.4 ± 2.8 (14-24)	17.5 ± 2.5 (13-22)	0.304
	12. hafta	19.1 ± 2.9 (13-24)	18.0 ± 2.6 (12-22)	0.193
	p	0.000	0.000	

Hastaların tanjansiyel grafilerde değerlendirilen sulkus açısı ortalaması $140.5 \pm 4.3^\circ$ (129° - 150°) olarak ölçüldü. Sulkus açısı ortalaması tedavi grubunda $140.6^\circ \pm 5.0^\circ$ (129° - 150°), kontrol grubunda $140.3^\circ \pm 3.5^\circ$ (135° - 146°) idi. Gruplar arasında sulkus açısı açısından istatistiksel olarak anlamlı fark yoktu ($p = 0.777$). Çalışmaya katılan hastalarda tedavi öncesinde patellar kaymayı gösteren uyum açısı $3.6^\circ \pm 6.5^\circ$ [(-10°) - (15°)], lateral patellar yer değiştirme 2.6 ± 3.1 (0-10) mm, patellar tiltin değerlendirildiği patellofemoral indeks 2.0 ± 0.9 olarak ölçüldü. Tedavi öncesi gruplar arasında uyum açısı, lateral patellar yer değiştirme, patellofemoral indeks ölçümlerinde istatistiksel olarak anlamlı fark yoktu ($p > 0.05$, tümü için). Her iki grupta da 12. hafta uyum açısı, lateral patellar yer değiştirme, patellofemoral indeks ölçümlerinde tedavi öncesine göre istatistiksel olarak anlamlı düzelme ($p < 0.05$, tümü için).

için) saptanırken gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı fark yoktu ($p>0.05$, tümü için). İki grubun tedavi öncesi ve 12. haftada uyum açısı, lateral patellar yerdeğiştirme, patellofemoral indeks ölçüm sonuçları tablo 4.14’de gösterilmiştir.

Tablo 4.14: Hastaların uyum açısı, lateral patellar yer değiştirme, patellofemoral indeks ölçüm sonuçları

		Tedavi grubu (n=30)	Kontrol grubu (n=30)	p
Uyum açısı (°)	Tedavi öncesi	3.9±7.5 [(-10)-(+15)]	3.2±5.5 [(-6)-(+12)]	0.629
	12.hafta	1.8±6.5 [(-10)-(+14)]	2.2±4.8 [(-6)-(+12)]	0.911
	p	0.000	0.001	
Lateral patellar yer değiştirme (mm)	Tedavi öncesi	3.1±3.3(0-9)	2.1±2.7 (0-10)	0.264
	12. hafta	2.1±2.7 (0-9)	1.6±2.3 (0-8)	0.667
	p	0.000	0.001	
Patellofemoral indeks	Tedavi öncesi	2.0±0.8 (1-3.3)	2.1±0.8 (1-3.2)	0.894
	12. hafta	1.8±0.7 (1-3)	1.9±0.7 (1-2.9)	0.423
	p	0.000	0.000	

Patellar tiltin diğer bir ölçümü olan lateral patellofemoral açı ölçümünde, tedavi öncesi 23 (%38.3) hastada mediale açık ya da paralel, 37 hastada (%61.7) laterale açık (normal) olarak ölçüldü. Tedavi öncesi lateral patellofemoral açı değerlendirmesi mediale açık ya da paralel olan hasta sayısının tedavi grubunda 13 (%43.3), kontrol grubunda 10 (%33.3) iken 12. haftada tedavi grubunda 4 (%13.3), kontrol grubunda 5 (%16.7) olduğu saptandı. Her iki grupta lateral patellofemoral açı ölçümlerinde tedavi öncesine göre 12. haftada istatistiksel olarak anlamlı düzelme oldu ($p=0.000$, tümü için). Gruplar arasında ise tedavi öncesi ve 12. haftada istatistiksel olarak anlamlı fark yoktu ($p=0.687$, 0.375).

Tedavi öncesi görsel ağrı skalası-olağan ağrı skoru, tedavi grubunda 2.3 ± 1.9 (0-6), kontrol grubunda 2.5 ± 2.0 (0-5) olarak bulundu. Görsel ağrı skalası-şiddetli ağrı skoru, tedavi grubunda 6.8 ± 1.7 (4-10), kontrol grubunda 6.8 ± 1.3 (4-9), patellofemoral ağrı şiddet skalası skoru tedavi grubunda 65.4 ± 13.6 (42.2-88.8), kontrol grubunda 66.0 ± 14.2 (32-87.5), fonksiyonel indeks anketi skoru tedavi grubunda 9.5 ± 1.6 (7-13), kontrol grubunda 9.6 ± 1.6 (7-12), Kujala ön diz ağrı anketi skoru tedavi grubunda 64.8 ± 7.1 (51-82), kontrol grubunda 65.0 ± 10.1 (38-88) olarak bulundu. Gruplar arasında tedavi öncesi görsel ağrı skalası-olağan ağrı skoru ($p=0.661$), görsel ağrı skalası-şiddetli ağrı skoru ($p=0,671$), patellofemoral ağrı şiddet skalası skoru ($p=0.824$), fonksiyonel indeks anketi skoru ($p=0.833$), Kujala ön diz ağrı anketi skoru ($p=0.947$) sonuçlarında istatistiksel olarak anlamlı fark yoktu. Tedavi ve kontrol gruplarında bu parametrelerde 6. ve 12. haftalarda istatistiksel olarak anlamlı düzelme saptandı ($p=0.000$, tümü için). Altıncı hafta sonuçları incelendiğinde patellofemoral ağrı şiddet skalası skoru ($p= 0.048$), fonksiyonel indeks anketi skoru ($p=0.006$), Kujala ön diz ağrı anketi skoru ($p=0.027$) tedavi grubunda kontrol grubundan daha iyi bulundu. Tedavinin 12. haftasında ise gruplar arasında anlamlı fark yoktu ($p>0.05$, tümü için) (Tablo 4.15).

Tablo 4.15: Hastaların görsel ağrı skalası-olağan ağrı, görsel ağrı skalası-şiddetli ağrı, patellofemoral ağrı şiddet skalası, fonksiyonel indeks anketi, Kujala ön diz ağrı anketi sonuçları

		Tedavi grubu (n=30)	Kontrol grubu (n=30)	p
Görsel ağrı skalası-olağan ağrı (0-10)	Tedavi öncesi	2.3±1.9 (0-6)	2.5±2.0 (0-5)	0.661
	6. hafta	0.3±0.8 (0-4)	0.7±1.1 (0-4)	0.077
	12. hafta	0.3±1.0 (0-5)	0.5±1.3 (0-4)	0.289
	p	0.000	0.000	
Görsel ağrı skalası-şiddetli ağrı (0-10)	Tedavi öncesi	6.8±1.7 (4-10)	6.8±1.3 (4-9)	0.671
	6. hafta	2.4±1.9 (0-8)	2.8±1.9 (0-7)	0.212
	12. hafta	1.7±2.1 (0-9)	2.4±2.2 (0-8)	0.151
	p	0.000	0.000	
Patellofemoral ağrı şiddet skalası (0-100)	Tedavi öncesi	65.4±13.6 (42.2-88.8)	66.0±14.2 (32-87.5)	0.824
	6. hafta	22.5±17.1 (0-64.4)	32.9±20.5 (2.5-72)	0.048
	12. hafta	17.5±17.4 (0-66)	26.1±21.2 (0-74)	0.112
	p	0.000	0.000	
Fonksiyonel indeks anketi (0-16)	Tedavi öncesi	9.5±1.6 (7-13)	9.6±1.6 (7-12)	0.833
	6. hafta	13.8±1.5 (9-16)	12.4±2.0 (8-15)	0.006
	12. hafta	14.2±1.4 (9-14)	13.7±2.2 (8-16)	0.055
	p	0.000	0.000	
Kujala ön diz ağrı anketi (0-100)	Tedavi öncesi	64.8±7.1 (51-82)	65.0±10.3 (38-88)	0.947
	6. hafta	87.8±7.4 (67-98)	80.8±12.6 (53-98)	0.027
	12. hafta	90.1±7.1 (69-98)	84.4±13.4 (53-100)	0.173
	p	0.000	0.000	

Hastanın değişimi global değerlendirme anketi skorları, 12. haftada tedavi grubunda 5.5±1.5 (2-7), kontrol grubunda 5.1±1.6 (2-7) olarak bulundu. Her iki grup ortalaması skalaya göre “ılımlı iyileşme ve kayda değer değişim”i gösteren aralıkta yer alıyordu. Gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı fark yoktu (p=0.461).

5. TARTIŞMA

PFAS, bireyin günlük yaşam aktivitelerini olumsuz yönde etkileyerek fonksiyonel yetersizliğe yol açan ve önemli oranda iş gücü kaybına neden olan bir semptomlar bütünüdür. Erişkinlerde, özellikle genç erişkinlerde diz eklemine etkileyen en yaygın kas iskelet sistemi problemidir. (8,21,23). Aktif adolosan ve genç erişkinlerin %7-40'ında PFAS semptomları gözlenmiştir (27). Yaşları 13-19 yaş arası değişen öğrencilerde %30 sıklıkla saptanmıştır. Sıklığı kadınlarda 2 kat daha fazladır, sporcularda ise ise erkeklerde daha sık görülmektedir (25). Dehaven ve Lintner tarafından yapılan ve 7 yıl süreyle PFAS sıklığının araştırıldığı bir çalışmada erkeklerde %18,1 ve kadınlarda %33,2 oranında olduğu bildirilmiştir (131). Bir egzersiz programının fonksiyonel kapasite ve ağrı üzerine etkisini araştıran bir çalışmada da PFAS'lu hastaların %77'sinin kadın, %23'ünün erkek olduğu açıklanmıştır (23). Sheehan FT ve ark, PFAS'lı hastalarda kadın/erkek oranını, patellası lateralize olan grupta 14/3, lateralize olmayan grupta 12/1 olarak bulmuştur (72). 1525 katılımcının 2.5 yıllık takibinde ise PFAS insidansı 22/1000, PFAS gelişme olasılığı kadınlarda erkeklere göre 2.5 kat daha fazla, PFAS prevalansı kadınlarda %15 erkeklerde %12 bulunmuştur (132). Çalışmamızda değerlendirilen 18-40 yaş arası hastaların yaş ortalaması 27 yıldır ve %75'ini kadın hastalardan oluşmaktaydı.

Çalışmamızda tedavi öncesinde çalışmaya katılan hastaların %50'sinde boşalma hissi, %38'sinde kilitlenme hissi, %73'ünde krepitasyon bulgusu vardı. PFAS'lı hastalarda yürüme, merdiven inme ya da yokuş inme çıkma aktiviteleri sırasında dizde boşalma hissi görülmektedir. Hastaların yaklaşık yarısında bu semptom gözlenmiştir (10,61). Boşalma semptomunun en önemli nedeni kuadriseps-hamstring kaslarının nöromüsküler kontrol dengesinin kaybedilmesi ve kuadriseps kasında zayıflık nedeniyle kuadriseps kasının ani gevşemesidir (38,63). Çapraz bağ ve menisküs patolojilerindeki dönme hareketlerinde görülen boşalma hissinden farklı olarak, PFAS'da tek planlı hareket sırasında boşalma görülür. Kilitlenme, kısa süreli geçici bir sürtünme ya da takılma hissidir. Merdiven çıkma, inme, sandalyeden

kalkma gibi aktivitelerde PFE'ye yük bindiğinde diz ekstansiyonu sırasında olur. Hamstring spazmı ve posterior kapsülün sekonder kontraktürü gibi mekanik blok etkisi inatçı kilitlenmeye katkıda bulunabilir (4,15,63). Krepitasyon PFAS'lı hastalar için nonspesifik bir bulgudur, tanısal bir bulgu değildir. Ağrı ve krepitasyon arasında bir ilişki yoktur. Asemptomatik dizlerde ya da kondromalazi patellada görülebilir (42,43). Johnson ve arkadaşları sağlıklı bayanlarda %94, sağlıklı erkeklerde ise %45 oranında krepitasyon varlığını göstermiştir (42). PFAS'lı 61 asker ve 25 kontrol üzerinde yapılan bir çalışmada hastaların %64'ünde boşalma hissi, %70'inde krepitasyon semptomunun olduğunu bildirilmiştir (6). PFAS'lı hastalarda açık kinetik zincir (düz bacak kaldırma) ve kapalı kinetik zincir (mini çömelme) egzersizlerinin karşılaştırıldığı bir çalışmada ise krepitasyon semptomunun tüm vakaların en az % 90'ında olduğu ve tedavi sonrasında açık kinetik zincir grubunda %56.6, kapalı kinetik zincir grubunda %36.7'ye gerilediği gösterilmiştir (105). Çalışmamızda 6 ve 12. hafta kontrollerinde ise tedavi ve kontrol gruplarında boşalma hissi, kilitlenme hissi, krepitasyon bulgularında istatistiksel olarak anlamlı azalma saptanırken gruplar arasında ise fark gözlenmedi.

Lomber vertebra, pelvis, kalça, diz ve ayak arasındaki biyomekanik ilişkinin (statik dizilim) bozulması PFAS ile ilişkilidir (21,27). Patellar ya da troklear displaziler, femoral anteverسیون, eksternal tibial torsiyon, laterale yer değiştirmiş tibial tüberkül, tibia vara, patella alta, genu valgum, genu rekurvatum, subtalar pronasyon, kalkaneus valgus, bacak boyu uzunluk farkı, patella alta, geniş pelvis gibi alt ekstremitte statik dizilim bozuklukları, PFAS gelişiminde predispozan faktörlerdir (5,7-9,15,17,21,27,33,34). Çalışmamızdaki PFAS'lı hastalarımızda femoral anteverسیون (%41,6), subtalar pronasyon (%18.3), genu rekurvatum (%16.6), eksternal tibial torsiyon (% 10), genu valgum (% 5), kalkaneus valgus (% 5), patellar şaşılık (% 3.3) gibi statik dizilim bozuklukları saptandı. Bir çalışmada PFAS'lı hastaların %52'sinde artmış Q açısı, %33'ünde genu varum, %59'unda genu valgum, %28'inde şaşı patella saptandığı bildirilmiştir (6). Femur ve/veya tibia'nın transvers plan rotasyonunun patellofemoral temas alanının azalmasına neden olmaktadır. PFAS'lı hastalarda MRG ile yapılan bir çalışmada tibiofemoral rotasyon açısındaki değişimin temas alanında %46 değişime neden olarak PFAS'a zemin hazırladığı bildirilmiştir (133). Karşıt olarak bir BT çalışmasında femoral anteverسیون ve tibial

rotasyonun PFAS ile ilişkili olmadığı bildirilmiştir (152). PFAS'lı 5 hastanın değerlendirildiği bir vaka çalışmasında 2 hastada femoral anteversiyon, 1 hastada eksternal tibial torsiyon, 3 hastada subtalar pronasyon, 3 hastada kalkaneus valgus, 1 hastada ön ayak valgusu, 2 hastada genu varum, bir hastada genu rekurvatum görülmüştür (27).

PFAS'lı hastalarda VMO kası morfolojisinde bozukluk (displazi) ya da VL'ye göre VMO kasında zayıflık, nöromotor disfonksiyon bulunmuştur. Bir dinamik BT çalışmasında VMO'nun kesit alanları ve patellar tilt ölçümleri arasında anlamlı korelasyon bulunmuş ve VMO'nun morfolojik karakteristiklerinin, PFAS'lı hastalarda patellar dizilim bozukluğu ile ilişkili olduğu gösterilmiştir (65). Normalde VMO, VL'den daha önce uyarılmaktadır. Bu da medial kuvvet vektörlerinin erken aktivasyonunu sağlayarak lateral patellar yer değiştirmeyi engellemektedir (8,38). PFAS'lı hastalarda EMG'de VMO/VL tetikleme zamanında gecikme, VMO kas aktivitesinde azalma vardır (8,43). Bozulmuş VMO/VL yanıt zamanı nedeniyle zayıf VMO'nun medial patellar stabiliteyi sağlayamaması patellaya etki eden kuvvet vektör dengesinde bozulmaya, patellanın laterale hareketine ve lateral faset üzerinde eklem basıncına neden olur. Bu durum patellofemoral temas alanı ve temas basıncı değiştirerek PFAS semptomlarını başlatabilir (8,17,25,38). Neptune ve ark. VMO zamanlamasında gecikmenin lateral PFE yüklenmesinde artışa neden olduğunu belirtmiştir (134). Callaghan ve ark. çalışmalarında PFAS'lı hastalarda etkilenmiş dizin pik ekstansiyon torkunun diğer dize göre %18,4 daha azalmış, etkilenmiş dizin kesit alanının da diğer dizden %3.4 azalmış olduğunu belirtmiştir (40). Thomee ve ark. PFAS'lı hastalarda diz ekstansörlerinde %17'lik bir güç kaybı bulmuştur (41). Çalışmamızda kuadriseps atrofisini değerlendirmek için yapılan uyluk çevresi ölçümlerinde PFAS semptomları olan bacakta, ağrısız bacağa göre ortalama 1.5 sm atrofi saptanmıştır. Tedavi sonrası ölçümlerinde ise her iki grupta da anlamlı artış bulunmuştur.

Kalça çevresi kas güçlerindeki dengesizlik alt ekstremitede dinamik dizilim bozukluklarına ve buna bağlı olarak patellofemoral temas basıncını arttırarak PFAS'a zemin hazırlayabilmektedir (8). Çalışmalarda PFAS'lı hastalarda özellikle kalça abduktör ve eksternal rotatörler kas kuvvetlerinde azalma bulunmuştur

(135,136,137). Literatürde proksimal kas zayıflığının prevalansı ile ilgili objektif veriler yoksa da, klinik gözlemler PFAS'lı hastaların en az %50'sinde görünür kalça ve/veya karın kaslarında zayıflık olduğunu bildirmektedir (9,21,27,136). Onbeş PFAS'lı hastanın izometrik kas gücü ölçümlerinde kontrol grubuna göre kalça abduksiyonu %26, kalça eksternal rotasyonu %36 daha zayıf bulunmuştur (136). Tek bacak basamak inme veya tek bacak mini çömelme esnasında pelvisin pozisyonunun ve alt ekstremitte diziliminin korunmasında gluteus medius önemlidir. Gluteus medius ve piriformis kaslarının zayıflığı, İTB gerginliği ile birlikte sık görülür, femurun internal rotasyonunda artma ve lateral patellar retinakulumda gerilmeyle sonuçlanır (8,9,21). Gluteus mediusun zayıflığında İTB, kuadratus lumborum ya da piriformis gibi sinerjistiklerin kompensatuar aktivasyonu görülür (9,43). PFAS için prediagnostik kriterler arasında trendelenburg testine de yer verilmiş ve kalça abduktörlerindeki zayıflık risk faktörü olarak değerlendirilmiştir (8). PFAS'lı hastalarda alt ekstremitenin zayıf nöromusküler proprioseptif kontrolü ya da kalça çevresi kuvvet kaybı sonucu basamak inme veya tek bacak çömelme esnasında karşı pelvis düşmesi, artmış kalça adduksiyonu, internal rotasyonu, diz valgusu ve subtalar pronasyon bildirilmiştir (8,9,21,27,138). PFAS'lı 5 hastanın değerlendirildiği bir vaka çalışmasında hastaların hepsinde gluteus medius ve maksimus zayıflığı saptanmış, basma fazı ve merdiven inme sırasında kalça internal rotasyonu ve subtalar pronasyon görülmüş, hastalardan birinde ise trendelenburg testi pozitif olarak değerlendirilmiştir (27). Çalışmamızda tedavi öncesi hastaların %16.6'sında Trendelenburg testi pozitif olarak değerlendirilmiş, tedavi sonunda ise test tüm hastalarda normal olarak bulunmuştur.

PFAS, hamstring, kuadriseps, İTB, iliopsoas, gastrokinemius kaslarının kısalıkları ile sıklıkla ilişkilidir (43). Literatürde İTB, kuadriseps, hamstring gerginliği fleksibilitesi PFAS için olası faktör olarak gösterilseler de, çalışmalarda genellikle birden fazla kısalık birlikte değerlendirilmiştir (47). Hamstring kaslarındaki kısalık ya stans fazında topuk yere basarken hafif diz fleksiyonuna ve ayak bileği dorsifleksiyonuna sebep olur ya da pasif hamstring direncini yenmek için daha yüksek kuadriseps güçleri gerektirir. Her iki durum da PFE reaksiyon kuvvetlerini artırır (8,19,47). Eğer yeterli dorsifleksiyon mümkün olmazsa ayak pronasyonu ile kompanse edilir ve dinamik Q açısı artar (6). Bir çalışmada PFAS'lı

sporcuların %23'ünde anlamlı hamstring kısalığı saptanmıştır (42). Patencilerde yapılan bir çalışmada PFAS ile hamstring kısalığı ilişkili bulunmuştur (130). Başka bir çalışmada PFAS'lı hastalarda hamstring kısalığının sağlıklı bireylere göre ortalama 9° daha fazla olduğu bildirilmiştir (140). White ve ark. PFAS'lı hastalarda ortalama popliteal açı değerini 6-10° (ortalama 8°) daha fazla bulmuşlardır (47). Karşıt olarak Witvrouw ve ark. ise 282 öğrenciyle yaptıkları 2 yıllık prospektif çalışmada PFAS gelişen ve gelişmeyen öğrenciler arasında hamstring kasının uzunluk ölçümlerinde fark saptamamışlar ancak kuadriseps ve gastrokinemius kaslarında kısalık bulmuşlardır (33).

PFAS'lı hastalarda İTB gerginliği çalışmalarda gösterilmiştir (48, 49, 141,142,143). Gergin İTB, lateral retinakulumun patellaya bağlandığı yerden anormal lateral patellar hareket, patellar tilt ve lateral patellar kompresyona neden olur (48). PFAS'lı atletlerin %67'sinde İTB gerginliği tesbit etmiştir (42). Bir başka çalışmada 43 PFAS'lı hastanın 39'unda Ober testini, 31'inde Thomas testini pozitif bulunmuş ve iliotibial band ile iliopsoas fleksibilitesinde artışın PFAS'lı hastaların rehabilitasyon sonuçlarını olumlu etkilediği bildirilmiştir (49). Bunların aksine Piva ve ark. PFAS'lı hastalarda İTB gerginliği saptamamıştır (144).

PFAS'ın gelişiminde diğer faktör kuadriseps gerginliğidir ve patellofemoral stresin artışına neden olabilir. (84). Özellikle kalça ekstansiyonunda patellanın troklea içindeki hareketini kısıtlar. PFAS'lı hastalarda kuadriseps gerginliğinin varlığı birçok yayında gösterilmiştir (33). Kibler, PFAS'lı hastaların %61'inde rektus femoris gerginliği tesbit etmiştir (42,64). Gastrokinemius gerginliği de genu rekurvatuma neden olabilmekte ve PFE'ye binen yükü artırarak PFAS gelişimini tetikleyebilmektedir. Gastrokinemius gerginliği ayak bileği dorsifleksiyonunu kısıtlar ve dinamik subtalar hiperpronasyona, dizin internal rotasyonuna, diz fleksiyonunun artmasına patellanın lateralizasyonuna, Q açısının artmasına ve PFE stresinde artışa neden olur. Bu da femur üzerinde patellanın kompresyonunu artırır (8,9). Çalışmamızda tedavi öncesinde hastaların 13'ünde (%20) iliopsoas kısalığı, 47'sinde (%78.3) hamstring kısalığı (popliteal açı 20°nin üzerinde), 14'ünde (%23.3) kuadriseps kısalığı, 14'ünde (%23.3) İTB kısalığı, 21'inde (%35.0) gastrokinemius kısalığı gözlenmiş, tedavi sonrası 6 ve 12. hafta kontrollerinde ise her iki grupta kas kısalıklarında anlamlı düzelme saptanmıştır.

Patellanın troklear oluktaki yerleşiminde bir değişiklik patellofemoral temas alanında, temas basıncında ve PFE reaksiyon gücünde değişikliğe neden olur ve PFAS'ı tetikleyebilir. Yırtılmış ya da incelmış medial patellofemoral ligament, patellar hipermobilitate, ligamentöz laksite, gergin lateral yapılar patellanın lateral yönde yerdeğiştirmesi patellanın dizilim bozukluğunda neden olarak gösterilmiştir (8,9,15,17,19,21,33,34). Ayrıca medial retinakulum gerginliği ve patellar şaşılık da patellar dizilim bozukluğu nedenidir (19,55). Bazı alışmalarda, PFAS hastalarında patellar mobilitede azalma bildirilmiştir (55,58). Bazı çalışmalarda ise semptomatik PFAS ve patellar ligamentöz laksite arasında anlamlı bir korelasyon gösterilmiştir (33,43). AlRawi, PFAS'lı hastalarda patellar ligament laksitesi oranını daha fazla bulmuştur. (145). Witvrouw, PFAS'da medial, lateral ve toplam patellar mobiliteyi PFAS'lı hastalarda artmış olarak bulmuştur (33). Haim ve Puniello' nun çalışmalarında PFAS'da hastalarda patellar mobilitede azalma gösterilmiştir (55,58). Herrington sağlıklı 109 hastada yaptığı çalışmada patella 68 hastada lateralde, 28 hastada medialde, 13 hastada orta hatta bulunmuştur (56). Ota'nın çalışmasında, PFAS'lı ve sağlıklı kişiler arasında lateral ve medial patellar mobilite değerleri arasında anlamlı fark bulunamamıştır (73). Ancak bu verilere rağmen PFAS'da patellar mobilitenin bir risk faktörü olarak değerlendirilmesiyle ilgili bilgiler yetersizdir. Patellar pozisyon ya da mobilite muayene testlerinin güvenilirliği henüz kanıtlanamamıştır (74). Bizim alışmamızda patella 4 dikey kadrana ayrılarak ve patella lateral ve medial yönde hareket ettirilerek patellar mobilizasyon değerlendirildi. İki kadrana lateral ve medial yönde hareket normal kabul edilirken bir kadrana medial yönde hareket lateral retinaküler gerginliği, bir kadrana lateral yönde hareket medial retinaküler gerginliği, 2 kadrandan daha fazla lateral yönde hareket medial retinakulumda zayıflığı, bilateral 2 kadrandan fazla hareket patellar ligament laksitesi kabul edildi. Patella hareketleri hastaların %25'inde normal, %21.6'sında medial retinakulum gergin, %33.3'sinde lateral retinakulum gergin, %13.3'ünde medial retinakulum laksitesi, %6.6'ünde patellar laksitesi olarak değerlendirildi. Tedavi grubunda medial retinakulum gerginliği, kontrol grubunda medial retinakulum laksitesi, her iki grupta patellar laksitesi olan hastaların tedavi sonrası kontrollerinde anlamlı düzelme gözlenmedi.

Tilt, patellanın troklea ile ilişki içinde kendi longitudinal aksı üzerinde lateral rotasyonudur. Gergin lateral retinakulum varlığında patellar dizilim bozukluğu olarak tilt sıklıkla görülür (83). Lateral retinaküler germe sonucu patellanın aşırı tilti, medial patellar mobilitede azalmaya ve patellanın lateral yüzü ile lateral troklea arasında basınç artışına neden olabilir (5,8,43). Patellar tilt testinin prevalansı PFAS'lı hastalarda yüksek bulunmuştur (55). Patellar tilt testinin %92 spesifik, %43 sensitif olduğu gösterilmiştir (55). Testin uygulayanlar arasında güvenilirlik katsayısının düşük veya orta olduğunu bildiren çalışmalar vardır (71, 67). Çalışmamızda tedavi öncesinde hastaların %55'inde patellar tilt testi pozitif bulundu. Tedavi sonu kontrollerde ise her iki grupta patellar tilt testi pozitifliği anlamlı olarak azaldı.

Kuadriseps açısı (Q açısı) alt ekstremitte diziliminin sık kullanılan klinik bir ölçümüdür. Q açısı, kuadriseps kasıldığı zaman patellanın lateral olarak hareket etmeye eğiliminin bir ölçüsüdür. Artmış Q açısı, ekstansör mekanizmayı lateral yönde artırır, patellanın laterale hareketine ve instabilitesine neden olur (21,57). Azalmış Q açısı patellayı mediale kaydıramaz fakat medial tibiofemoral temas basıncını dizin artmış varus yönelimi aracılığıyla artırır (8,15). Kadavra dizlerinde yapılan bir çalışmada, artmış ve azalmış Q açısının, PFE'de temas basıncı ve temas lokalizasyonunu değiştirdiği, artmış patellofemoral pik basınçlara neden olduğu, PFE'e binen stresi artırdığı ve dejeneratif değişiklikleri başlatabildiği bildirilmiştir (8,21). Sıklıkla artmış Q açısı ve PFAS arasında ilişki gösterilmişse de (43,55,146) bazı çalışmalarda Q açısında farklılık bulunmamıştır (33,147). Statik ve dinamik dizilim bozuklukları ile ilişkili faktörler ve patellanın laterale yer değiştirmesi Q açısında da artışa neden olur. Yapılan bir çalışmaya göre Q açısı kadınlarda ortalama 15°, erkeklerde ortalama 10°'dir (9). Q açısının ortalama 20°'nin üzerinde olması PFAS için risk faktörü olduğu bildirilirse de bunun konuda yeterli literatür desteği yoktur (56). Fulkerson, erkeklerde 15°, kadınlarda 20° büyük açıları potansiyel abnormalite olarak kabul etmiştir (7,57). Aglietti PFAS'lı hastaların %40'ında Q açısını 20°'nin üzerinde bulmuştur (77). Piva ise PFAS'lı hastalarda ortalama Q açısını 12.2° bulmuştur (7). Bazı çalışmalarda statik Q açısı ile PFAS arasında ilişkili bulunamazken dinamik Q açısı PFAS ile ilişkili bulunmuştur (9,21). Çalışmamızda supin pozisyonda Q açısı ölçümleri yapılmış ve ortalama 19.6° olarak bulunmuştur. Hastaların % 61.6'sında Q açısı patolojik (erkeklerde 15°, kadınlarda 20° üzeri)

olarak ölçülmüştür. Tedavi sonu kontrollerde her iki grupta Q açısında anlamlı azalma olduğu saptanmıştır.

Genellikle PFAS'da dizin ön yüzünden ve çok sıklıkla patellanın medial yüzü boyunca peripatellar ve/veya retropatellar kaynaklı yaygın künt bir ağrı vardır. (4,25,38). Ağrı sıklıkla birçok bölgede lokalizasyon gösterir (2,14,59). Ağrının kaynağı net değildir. PFAS'da ağrı kaynağının %90 lateral retinakulum, %10 patellar kompresyon olduğu belirtilmiştir (7,59). Dye, sinovyal dokunun ağrılı uyarana karşı oldukça duyarlı olduğunu ve sinovyumun inflamasyonu ya da yaygın iritasyonunun PFAS'da ağrının kaynağı olduğunu savunmuştur ve başka çalışmalar da bu görüşü desteklemiştir (34,15,59). Fulkerson, PFAS'lı hastalarda semptomların ana kaynağının patellanın subkondral kemiğindeki lezyon ya da basınç artışı olduğunu bildirmiştir (62). Uzun süre 90° fleksiyonda oturma, hassas patellar subkondral kemikte basınç artışına ve venöz göllenmeye bu da ağrıya neden olmaktadır. Bir çalışmada MR ve USG kullanılarak PFAS'lu hastalarda subkondral kemik ödemi ve sinovitin birlikte ağrı kaynağı olduğu gösterilmiştir (59).

Post ve Fulkerson tarafından 1994'de oluşturulan diz ağrı diagramında patella; süperior, medial, lateral, inferior, intrapatellar, retropatellar olmak üzere 6 bölgeye ayrılmış ve palpasyonla hassas ağrılı noktaların lokalizasyonu ve VAS'a göre ağrı düzeyi kaydedilmiştir (79). Patellar ağrının %11 patella süperiorda, %17 patella medialinde, %20 patella lateralinde, %20 patellanın inferior bölgesinde, %5 intrapatellar ve %17 retropatellar bölgede olduğu belirtilmiştir (78). Brushoj, patellayı 9 bölgeye ayırmış ve hastaların %83'ünde peripatellar alan, %73'ünde lateral, %50'sinde medial, %40'ında distal patella, %30'unda patella arkasında hassasiyet bulunmuştur (59). Haim %89 lateral retinaküler hassasiyet, %66 medial retinaküler hassasiyet saptamıştır (55). Peeler ise PFAS'lı hastalarda ağrının en sık patella medialinde (%65) ve patella merkezinde (%86) olduğunu bildirmiştir (11). Gerbino patellanın 11 farklı lokalizasyonunun palpasyonla hassasiyetini, ağrılı alan sayısını ve her alanın hassasiyetinin VAS-şiddetli ağrı skorunu kaydetmiştir. Ağrı en sık medial faset ve distal polde ve ortalama VAS-şiddetli 6, ortalama ağrılı nokta sayısı 3 bulunmuştur (17). Bizim çalışmamızda Gerbino ve arkadaşlarının oluşturduğu diagrafa benzer şekilde peripatellar ağrının değerlendirilmesi patella

proksimal, distal, medial, lateral, lateral retinakulum, medial retinakulum ve medial kondilin hassasiyetinin palpasyonu yapıldı. PFAS'a eşlik edebilen patellar tendon, kuadriseps tendon, tibial tüberkül hassasiyetleri dışlama kriterleri arasında olduğu için, patellar kompresyon ve Clark testlerini ise provakatif testler olarak ayrı değerlendirdiğimiz için ağrı diagramımızda bunlara yer verilmedi. Peripatellar ağrının palpasyonla değerlendirildiği toplam 7 noktadan oluşan diz ağrı diagramına göre, çalışmaya katılan hastaların %68.3'ünde palpasyonla en az bir noktada hassasiyet vardı. Ortalama hassas nokta sayısı 2.4, hassas noktaların ortalama VAS değeri 5.1 olarak bulundu. Sıklık sırasına göre patella medial faset, patella distal pol ve medial kondil, lateral faset, lateral retinakulum, medial retinakulum, patella proksimalinde hassasiyet vardı. Her iki grupta tedavi sonrası yapılan kontrollerde hassas nokta sayısında, hassas noktaların VAS değerlerinde ve kontrol grubunda medial retinakulum hassasiyeti hariç ağrılı bölgelerin sıklığında anlamlı iyileşme bulundu.

Retropatellar ağrının değerlendirilmesinde patellar kompresyon testi, Clark testi, vastus medialis koordinasyon testi ve Waldron testi çeşitli çalışmalarda kullanılmıştır. PFAS'nda klinik testlerin tanısal değerinin araştırıldığı bir çalışmada vastus medialis koordinasyon testi ve patellar endişe testi için pozitif olasılık oranı 2.26, Waldron ve Clarke testleri için ise 2'nin altında bulunmuş ve buna göre vastus medialis koordinasyon testi ve patellar endişe testinin PFAS'da tanısal değerinin yüksek olduğu, Clark testinin tanısal değerinin ise düşük olduğu belirtilmiştir. Literatürde Clark testinin sensitivitesi ve spesifitesini gösteren çalışmalar da yetersizdir (74). Yapılan bir çalışmada Clark testinin sensitivitesi % 39, spesifitesi % 67 bulunmuş, Clark testinin PFAS'nu tesbitte tanısal geçerliliğinin yetersiz olduğu ve zayıf diagnostik değeri bulunduğu belirtilmiştir (26). Patellar kompresyon testi, PFAS'lı hastalarda yüksek olasılıkla pozitifdir. Hand ve Spalding, yalnızca etkilenmiş dizde değil, sıklıkla etkilenmemiş dizde de pozitif bulunabileceğini göstermiştir. Tanısal bir araç olarak bu testin yararı ve spesifitesi tartışmalıdır (43). Niskanen ve ark. 85 dizde yaptıkları bir çalışmada patellar kompresyon testinin sensitivitesini artroskopik bulgularla karşılaştırmışlar ve sensitivitesini %56, spesifitesini %55 bulmuşlardır (148). Bu testin prevalansı bir çok yayında %84-100 olarak gösterilmiştir (18, 149). Buna karşın Brushoj ve ark. ise bu testin prevalansını %27

bulmuşlardır (59). PFAS'lı 5 hastanın değerlendirildiği bir vaka çalışmasında 4 hastada patellar kompresyon testi pozitif bulunmuştur (79). Başka bir çalışmada PFAS'lı hastaların %42'sinde patellar kompresyon ve Clark testleri pozitif bulunmuştur (49). Çalışmamızda hastaların %36.6'sında vastus medialis koordinasyon testi, %68.3'ünde Clark testi, % 66.6'sında patellar kompresyon testi pozitif bulundu. Her iki grupta da tedavi sonrası kontrollerde bu testlerin pozitifliği anlamlı olarak azaldı. Altıncı haftada tedavi grubunda Clark ve patellar kompresyon test pozitifliği kontrol grubun göre anlamlı olarak daha düşüktü. Bu veriler NMES uygulamasının tedavinin erken döneminde retropatellar ağrının azaltılmasında yararlı olduğunu düşündürmektedir.

Alt ekstremitenin fonksiyonel değerlendirmesi için hareketin yük vererek ve kapalı kinetik zincir şeklinde yapılması gereklidir. Bu hareketlerde ekstansiyon pozisyonundan fleksiyona hareket esnasında ekstansör mekanizmaya etkileyen kuvvet çok fazladır. Çünkü ligamentöz yapılar kademeli olarak gevşer ve ekzantrik aktiviteyi kontrol, konsantrik aktiviteden çok daha zordur. PFAS'lı hastalar sıklıkla egzantrik kas kontrol problemlerine sahiptir, merdiven inme ağrısı tariflerler. PFAS'lı hastalar merdiven inme esnasında ağrı nedeniyle yeterli diz fleksiyonu yapmaz (74,79). Egzantrik step testin video analizi bunu desteklemiştir. Selfe ve ark. video analiz yöntemiyle egzantrik step test esnasında ağrının olduğu kritik açı ve açılma hızının ölçümlerini yapmıştır. PFAS'lı hastaların %74'ünde test esnasında kritik bir açıda ağrı olduğunu, ortalama kritik açının sağlıklı kontrollerde 61°, PFAS'da 57°, ortalama açılma hızının ise sağlıklı kontrollerde 54.9°/saniye, PFAS'da 38°/saniye olduğunu saptamışlardır (150). PFAS'lı hastalarda basamak inme esnasında zayıf dinamik motor kontrol başka çalışmalarda da bildirilmiştir (107, 137). PFAS'lı 5 hastanın değerlendirildiği bir vaka çalışmasında hastaların hepsinde basamak inme testi ağrılı bulunmuştur (27).

Loudon ve ark, 29 PFAS'lı hastada fonksiyonel performans testlerinin (anteriomedial hamle, basamak inme, tek bacak basma, tek bacak mini çömelme, denge ve uzanma testleri) güvenilirliğini ve ağrı ile ilişkisini araştırdıkları çalışmalarında testlerin hepsinin geçerlilik ve güvenilirliklerini yüksek bulmuş, ağrı seviyesindeki değişime duyarlı olduklarını ve VAS ile uyumlu olduklarını

belirtmiştir (80). Basamak inme testi skoru, sağlıklı kontrollerde 17, PFAS'lı hastanın tutulmuş bacağına 13, tutulmamış bacağına 17 bulunmuştur. PFAS'lı hastalarda tutulmuş bacağın skoru düşük bulunmuştur (80). Mc Connel, KMP'nın egzersiz tedavisiyle ilgili çalışmasında fonksiyonel testlerin (unilateral çömelme testi ve basamak inme testi) tedavinin etkisini ve kasın dinamiğini değerlendirmede faydalı olduğunu göstermiştir (151). Witvrouw PFAS'ın kapalı ve açık kinetik zincir egzersizleriyle tedavisiyle ilgili çalışmasında da benzer testler kullanılmıştır. Her iki egzersiz protokolünde de fonksiyonel testlerde iyileşme olmuştur (152). Yapılan bir çalışmada PFAS tanısı için egzantrik step testinin tanısallık değerinin yüksek olduğu gösterilmiştir (74). Bizim çalışmamızda fonksiyonel test ölçümlerinden egzantrik step testinin 30 saniyelik skorları ölçüldü. Tedavi sonrası kontrollerde her iki grupta da ekzantrik step test skorlarında anlamlı artış görüldü. Gruplar arasında ise fark saptanmadı.

PFAS'da özellikle aksiyel grafiplerde radyolojik değişiklikler bulunabilir ancak genellikle radyoloji ağrı ile korelasyon göstermez (27). Sulkus açısı Merchant'a göre 126-150° aralığında ve ortalama 138°'dir (84,88). Geniş açı (sığ oluk) patellar instabiliteyi kolaylaştırır (80,87,88). Aglietti patellar subluksasyonlu hastalarda sulkus açısını daha büyük bulmuştur (85,86). MRG ile sulkus açısının ölçüldüğü bir çalışmada patellar kayma ve sulkus açısı arasında anlamlı ilişki bildirilmiştir (37). Bununla birlikte PFAS'lı hastalar ile sağlıklı bireyler arasında sulkus açısında farklılık olmadığını bildiren çalışmalarda vardır (22,55). Çalışmamızda sulkus açısı ortalaması 140° olarak ölçülmüştür.

Uyum açısı, sulkus açısını ikiye ayıran referans çizgisi ile troklear oluşun en derin noktası ve patellar artiküler sırtın en tepe noktasından geçen dikey çizgi arasındaki açıdır (83,84). Lateral patellar yer değiştirmenin ölçümüdür. Patella apeksi referans çizgisinin medialinde ise açı negatif, lateralinde ise açı pozitifdir. Büyük açı (pozitif açı) patellanın laterale yer değiştirdiğini gösterir (86). Genellikle (-6°)-(+6°) arasında kabul edilir. Merchant tarafından ortalama -6°±11 olarak tanımlanmıştır (83,84). Aglietti, uyum açısını PFAS'da (-30°) / (+23°), ortalama (-2°), sağlıklı kontrollerde (-24°)/(+8), ortalama (-8°) bulmuştur. Son çalışmalarda ise PFAS'da -3.7° kontrol grubunda -8° gibi daha düşük değerler bulunmuştur (86). Çalışmamızda uyum açısı ortalaması 3.6° [(-10°)-(15°)] olarak ölçüldü. Onikinci

hafta değerlendirmesinde her iki grupta da açının pozitifliği anlamlı olarak azaldı. Lateral patellar yer değiştirme patellar dizilim bozukluğunun diğer bir ölçümüdür. Normal dizlerde bu mesafe 1 mm'den fazla olmamalıdır (69,85,87). Hastalarımızda lateral patellar yerdeğiştirme ortalama 2.6 mm iken 12. hafta her iki grupta da anlamlı olarak azaldı. Lateral patellofemoral açı (lateral patellar açı/Laurin açısı), patellar tiltin sayısal ölçümüdür (75,83,84). Normal dizlerde açıklığı laterale bakarken (pozitif açı), patellar tilti olan dizde ise mediale bakar (negatif açı) ya da daha sıklıkla paralel olur. PFAS'lı hastalarda bu açı azalmıştır (84). Yapılan bir çalışmada ise paralel ya da mediale bakan lateral patellofemoral açı PFAS'lı hastalarda %5 oranında bildirilirken (55), çalışmamızda %38 olarak bulundu. Her iki grupta da 12. haftada bu oran anlamlı olarak azaldı. Patellar tiltin diğer bir ölçümü olan patellofemoral indeksin 1.6 ve altında olması normal kabul edilmektedir (47,83,84,85,86). Hastalarımızda indeks 2 olarak ölçüldü ve tedavinin 12. haftasında her iki grupta da azaldı. Onikinci hafta radyolojik değerlendirmelerindeki iyileşmelerin egzersiz tedavisinin etkinliğini bir göstergesi olduğunu düşündürmektedir. NMES uygulamalarının ise radyolojik olarak ek bir faydası saptanmamıştır.

PFAS'lı hastalarda egzersiz, tedavinin en önemli bölümünü oluşturmaktadır. Diz ekstansörlerinin, kalça abduktör, ekstansör ve eksternal rotatörlerinin, abdominal kasların güçlendirilmesi, kuadriseps, iliopsoas, İTB, gastrokinemius, hamstring kısılıklarının giderilmesi amaçlanarak alt ekstremitte diziliminin düzeltilmesi ve bozulmuş propriosepsiyonun iyileştirilmesi, nöromüsküler kontrolünün sağlanması amaçlanmaktadır. (38,76). Egzersizler, refleks inhibisyonda azalma ve endorfinlerde artış sağlayarak ağrıyı azaltılmasında, artiküler kartilajın difüzyonla beslenmesinin sağlanmasında, eklem çevresi yapılar ve kasların vaskülaritenin arttırılmasında yararlıdır. Böylece PFE üzerinde, kas, tendon, ligamentlerde ve kartilajda adaptif değişim gerçekleşir (22,35,45,88,153). Kuadriseps gücünde artış ile patella stabilizasyonu ve normal patellar hareket sağlanabilir ve böylece patellar kaynaklı ağrı azaltılabilir. Diz stabilitesinde iyileşmeyle normal fonksiyon ve hareketin düzelmesi, ağrıya duyarlı patellar retinakulum ve peripatellar dokular üzerine daha az stres bindirir (4,7,25).

PFAS'da kalça abduktör, ekstansör, eksternal rotatör kas gruplarında güç kaybı görülebilir (21). PFAS bulgularının olduğu alt ekstremitede kalça abduktör, ekstansör ve eksternal rotatör kas gücü değerlerinin karşı tarafın %71-79'u olduğu bulunmuştur (135). Diğer bir çalışmada PFAS'lı hastalarda kalça abduksiyon gücünde %23-26, kalça ekstansiyon gücünde %29, kalça eksternal rotasyon gücünde %14-36 kayıp saptanmıştır (136). PFAS'lı hastalarda basamak inme testi esnasında dinamik motor kontrolde zayıflık gösterilmiştir (27,107).

Patellanın dinamik dengesini sağlamak amacıyla VMO'nun özgün olarak kuvvetlendirilmesinin PFAS'lı kişilerde etkin olabileceği düşünülmektedir. PFAS'da VMO'un EMG biofeedback ile yeniden eğitimi ve kuadriseps kasına yönelik güçlendirme egzersizlerini karşılaştırdığı çalışmasında her iki uygulama ile ağrıda belirgin azalma, fonksiyon ve yaşam kalitesinde belirgin iyileşme olduğunu, EMG biofeedback uygulamalarının genel tedaviye üstünlüğü olmadığını bildirmiştir (89,103,154,155).

Son çalışmalarda PFAS rehabilitasyonunda VMO'ya ek olarak gluteus mediusun kuvvetlendirilmesinin önemi vurgulanmıştır. Gluteus medius zayıflığının femoral internal rotasyon ve diz valgus açısında artışa sebep olduğundan gluteus medius ve diğer kalça çevresi kaslarının fonksiyonlarının iyileştirilmesi dinamik normal alt ekstremitte dizilimini sağlayarak ağrıyı ve yumuşak doku stresini azaltmaktadır (25,27,89,107).

VMO, adduktor magnus ve adduktor longus kasından da orjin aldığı için kalça adduksiyonu, kuadriseps harekete geçerken VMO'yu aktive eder ve selektif güçlendirme sağlar. Bu nedenle kalça adduktor güçlendirme egzersizleri önemlidir (9,76,89,156). Kalça adduksiyon egzersizlerinin VMO'da selektif güçlendirme sağladığını elektriksel aktivite ölçümleri ile gösterilmiştir (154).

Egzersiz programında kalça çevresi güçlendirme ve lumbopelvik stabilizasyon egzersizlerinin olması gerektiği, bu egzersizlerle PFAS'lı hastalarda ağrının azaldığı ve fonksiyonun iyileştiği gösterilmiştir (106,107,135,157-159). PFAS tedavisinde 6 haftalık kuadriseps güçlendirmeye ek olarak kalça abduktör ve eksternal rotatör güçlendirmenin sadece kuadriseps güçlendirmeye göre, ağrı, izokinetik egzantrik diz ekstansiyonunda daha fazla düzelme sağladığı gösterilmiştir (96,160).

Rehabilitasyon programında açık ve kapalı kinetik zincir egzersizleri bir sıra halinde bulunmalı, ancak daha iyi hasta uyumu ve etkinliği nedeniyle kapalı kinetik zincir egzersizleri başlangıçta verilirken, açık kinetik zincir egzersizleri daha sonra eklenmelidir (27). Kırkbeş derece diz fleksiyonundan tam ekstansiyona doğru uygulanan kapalı kinetik zincir egzersizinin açık kinetik zincir diz ekstansiyonundan daha az PFE reaksiyon gücü oluşturduğunu gösterilmiştir. Bir çalışmada diz fleksiyonunun ilk 40°'sinde patellar kompresif kuvvetler daha az arttığı için rehabilitasyonda bu açılarda yük vererek yapılan egzersizler önerilmiştir (106). Buna karşın daha büyük fleksiyon derecelerindeki diz ekstansiyonunda açık kinetik zincir egzersizi daha az PFE reaksiyon gücü oluşturmuştur (89). PFAS'lı hastalarda açık ve kapalı kinetik zincir egzersizlerini karşılaştırıldığı bir çalışmada her iki grupta kuadriseps ve hamstring kas gücünde, fonksiyonel aktivitelerde düzelme olduğunu, gece ağrısının ise kapalı kinetik zincir egzersizleri daha büyük oranda azaldığı gösterilmiştir (152). Benzer diğer bir çalışmada PFAS'lı hastalarda kapalı kinetik zincir egzersizlerini açık zincir egzersizlerine göre kuadriseps kas gücünde, uyluk çevresi ölçümlerinde ve VAS skorlarında daha fazla düzelme sağladığı bildirilmiştir (105). Birçok çalışmadan farklı olarak 5 yıllık izlemi içeren bir çalışmada kapalı ve açık kinetik zincir egzersizlerinin birbirine üstünlükleri olmadığı iki tedavinin de PFAS tedavisinde başarılı olduğu bildirilmiştir (152).

PFAS'lı 5 hastanın değerlendirildiği çalışmada hastaların hepsinde lumbopelvik ve kalça zayıflığı bulunmuş, test esnasında ağrı olması hastaların değerlendirilmesinde kullanılmıştır. Basamak inme esnasında motor kontrolün yeniden öğrenilmesi için yük vererek yapılan propioseptif egzersizler ağrı azalma ve egzantrik kontrolde iyileşme sağlamıştır. Açık ve kapalı kinetik zincir egzersizleriyle kalça pelvis ve dizin nöromüsküler kontrolü sağlanmıştır (27).

Egzersiz programlarında PFAS'lı hastalarda sıklıkla görülebilen İTB, kuadriseps, hamstring, iliopsoas, gastrokinemius ve lateral retinakulum kısalıkları için germe egzersizleri verilmelidir. Statik germe egzersizleri 30 sn süreli ve günde 3 set halinde verilmelidir (27,89). Bandy ve ark, hamstring germe egzersizlerinde etkili sürenin 30 sn olduğunu ve 6 haftalık germe egzersizi programından sonra diz hareketlerinde, hamstring fleksibilitesinde artış olduğunu bildirmişlerdir (161).

Worrel ise hamstring fleksibilitesinin artmasıyla hamstring performansının arttığını göstermiştir (162). PFAS'lı hastalara uygulanan kapalı kinetik zincir kalça güçlendirme ve fleksibilite ağırlıklı 6 haftalık bir egzersiz tedavisinin sonuçlarını değerlendiren çalışma, Ober ve Thomas testi pozitifliğinde azalma ve kalça fleksiyon kas gücü %35 oranında artış saptanmış ve buna bağlı olarak ağrıda azalma ve fonksiyonel düzelme olduğu belirtilmiştir (107).

Çalışmamızda egzersiz programı literatürdeki programlarına benzer bir şekilde oluşturuldu. Egzersiz programında özellikle diz ekstansörlerine izometrik ve kalça çevresi kaslarına yönelik izometrik ve izotonik güçlendirme egzersizleri verildi. Başlangıçta ağrıyı tetiklememek için germe egzersizleri 2. hafta başlandı. Dize yönelik kapalı kinetik zincir egzersizleri açık kinetik zincir egzersizlerinden önce başlandı. Diz ekstansörleri izotonik egzersizleri PFE reaksiyon kuvvetlerini daha az arttırmak amacıyla 0-30° fleksiyon aralığında uygulandı ve 3. haftada başlandı. Tedaviye lumbopelvik stabilizasyon ve proprioseptif nöromusküler eğitime yönelik egzersizlere de eklendi. Sonraki haftalarda tedaviye alınan cevap ve hasta toleransına göre egzersizlerin yoğunluğu artırıldı. Sekizinci haftadan sonra hastanın kliniği uygunsa endurans eğitimi için sabit bisiklet egzersizleri verildi. Bisiklet egzersizlerinde patellofemoral reaksiyon güçlerini azaltmak için yüksek sele ile başlanıp selenin yüksekliği zamanla azaltıldı. Çalışmamıza egzersiz grubunda değerlendirilen medial retinakulum laksititesi, pateller laksititesi ve medial retinakulum hassasiyeti dışındaki tüm parametrelerde istatistiksel olarak anlamlı düzelme saptanmıştır. Bu veriler iyi programlanmış ve programa uygun yapılmış egzersiz programlarının PFAS'da etkin bir tedavi seçeneği olduğunu göstermektedir.

NMES kas kontraksiyonunu büyütme ya da yerini almak amacıyla kasa uygulanan motor eşik üzerindeki elektrik stimülasyonudur. Motor sinirleri stimüle ederek kasta kontraksiyon oluşturur ya da kas kontraksiyonunu artırır, fonksiyonel performansı iyileştirir, uzamış immobilizasyona bağlı kas atrofisini engeller (112,113). NMES, kas lifini innerve eden motor siniri taklit ederek ve motor sinir aracılığıyla kası indirek olarak uyararak kasta kontraksiyon oluşturur (116). Kas lifini uyarabilmek için motor eşik üzerinde uyaranlar gereklidir (111,114). NMES'de en az iki farklı mekanizma etkilidir. Birincisi, kas kasılmasının yerini doldurarak sağlanan

direk kuvvetlendirmedir. İkincisi, hastanın istemli kas kontraksiyonu yapmasına olanak sağlayan duyuşal farkındalık ve proprioseptif geri bildirimdeki düzelmedir (114). NMES'in spor kliniklerinde klinik kullanımı ve araştırılması son 30 yılda gelişme göstermiştir (116). Ekstansör mekanizmanın işlev bozukluklarının tedavisinde, özellikle VMO'nun istemli hareketinin azalmış olduğu olgularda, NMES umut verici bir tedavi yöntemidir. NMES'nin gonartrozlu hastalarda, diz yaralanması veya cerrahi girişimler sonrası sporcularda diz ekstansör kaslarının nöral aktivasyonunu ve işlevsel özelliklerini arttırılabildiği gösterilmiştir (163,164).

NMES'in kullanımında, uyarı parametrelerinin seçimi, eklem pozisyonu, elektrot boyutu, tipi ve yerleşimi önemlidir. Kuadriseps kasına verilen uyarının yeterli şiddet ve sürede olması gerekir (82,116). Akımın amplitütü, süresi, frekansı, kasılma ve istirahat sürelerinin oranı, kas yorgunluğu üzerinde etkili faktörlerdir. Minimal yorgunlukla en güçlü kontraksiyonu sağlayabilen optimal ayarı elde etmek zordur (117). NMES cihazları genelde 30-50 Hz arasında stimülasyon verirler. Bu da frekans seçiminde hastaya ve klinisyene az bir seçenek bırakmaktadır. Düşük frekanslı stimülasyon (1-10 Hz) genellikle kasın endüransı, yüksek frekanslı stimülasyon kasın kuvveti ile ilişkilidir. Kasın kuvvetini arttırırken yorgunluğunu arttırmamayı sağlayacak uygun stimülasyon frekansı bulunmalıdır. Her pulse başında tedaviye burst şeklinde yüksek frekanslı stimülasyonları kısa interpuls aralıklarla vermek kasın gerginliğini arttırır. Bu stimülasyon paterni daha fizyolojik bir yaklaşım sağlamaktadır; çünkü bu, motor sinirin ateşlenmesine benzer (82,165).

En etkili protokol konusunda bir fikir birliği yoktur. Protokoller, frekans, şiddet, amplitütü ve akımın şekli yönünden farklılık gösterir. Cevabı etkileyebilecek doku dirençleri, elektrot yerleşimi, elektrot boyutu, eklem uygulama sırasındaki açısı gibi faktörler çoğu yayında belirtilmemiş ya da kontrol edilmemiştir (114). Literatürde uygulanan NMES protokollerinin çoğunda, 3-12 hafta boyunca, haftada 3 yada 4 kez uygulanan, 20-60 dakika boyunca tekrarlayan farklı pulse ve dalgalarla 50-85 Hz frekanslı maksimal istemli izometrik kontraksiyonun %30-50 şiddetinde tam kas kontraksiyonları kullanılmıştır (114,118-120,166-171). NMES'in, tek başına ya da istemli kas kontraksiyonu ile birlikte kullanıldığında 12 haftalık bir sürede %44 kuvvet artışına neden olduğu bildirilmiştir. Klinik kullanımda birçok farklı protokol

olmakla birlikte, verilerin çok büyük bölümü az sayıda ve uzun süreli kontraksiyonlarla en büyük kas geriliminin oluştuğunu düşündürmektedir. NMES ile elde edilen torklar istemli kas aktivitesi ile elde edilenden düşüktür (114,118-120). NMES, kasın kontraktıl elemanları üzerine yüklenme esasına dayanır. Bu amaçla tetanik kasılma önerilir (113). Dörtgen akımla uyarıda devrenin açılması ve kapanmasıyla birer kerelik ani kasılma meydana gelir. Amplitüd eşik düzeye geldikten ve kasılma olduktan sonra süre uzatılsa da başka kasılma olmaz. Tetanizan akımlarda devamlı kontraksiyon akım geçtiği sürece devam eder (109). NMES ile sağlanan kuvvet artışının bir üst limiti vardır ve bu nöromüsküler ve kas yorgunluk faktörlerinden etkilenir (114).

Romero ve Gibson, normal kuadrisepte NMES'in etkilerini araştıran bir çalışmada izometrik güçte anlamlı artış tesbit etmiştir (121,172). Pekindil ve ark, 21-45 yaş arası 16 sağlıklı kadının kuadrisepsine 20 gün süreyle 75-85 Hz frekansta alternatif bifazik dalga uygulamış ve kas gücünde artış bulmuştur (118). Laufer ve ark, farklı dalga boylarında NMES uygulanarak optimum kuadriseps kas torkunu araştırdıkları çalışmalarında, maksimum amplitüdü 150 mA, frekansı 50 Hz, faz süresi 200 µs olan biri monofazik dikdörtgen, diğeri bifazik simetrik dikdörtgen ve maksimum amplitüdü 100 mA, frekansı 50 Hz burst, faz süresi 200 µs polifazik alternatif sinüzoidal akım olmak üzere 3 akımı, faz süresi, frekans, uyarı-istirahat oranları aynı tutularak karşılaştırmışlar ve monofazik ve bifazik dalga şekillerinin polifazik dalga şekline göre daha yüksek torklu kasılmalar oluşturduğu ve daha az yorucu olduğu bulunmuştur (117).

Gorgey ve ark. NMES esnasında normal ve maksimal tork üzerinde pulse süresi ve stimülasyon süresinin etkisini araştırdıkları çalışmalarında kuadriseps üzerine uygulanan iki farklı protokol karşılaştırılmış ve uzun akım süresinin kısa akım süresine göre daha büyük tork sağladığı belirtilmiştir (171).

Bizim çalışmamızda asimetric, bifazik, dikdörgen alçak frekanslı akım kullanıldı. Akımın maksimum amplitüd 100 mA, akım süresi 300 µsn, frekansı 40 Hz olarak ayarlandı ve 4 saniye uyarı, 8 saniye dinlenme olacak şekilde günde 1 saat süreyle ve bipolar teknikle uygulandı. Uygulama 6 hafta süreyle ve haftada 5 gün, toplam 30 seans yapıldı.

Gondin J ve ark, 8 hafta toplam 32 seans NMES tedavisi ardından, kuadriseps maksimal istemli kontraksiyonunda %27 artış, EMG'de VL ve VM kaslarının aktivasyonunda artış, kuadriseps kesit alanlarında artış bildirilmiştir. NMES tedavisinde istemli tork kazanımının muskuler ve nöral adaptasyon ile olabileceği belirtilmiştir (167).

Martin ve ark, total kalça artroplastisi uygulanan hastalarda kas atrofisinin önlenmesinde NMES'nin etkili olduğunu bildirmiştir (174). Stevens ve ark. bilateral total kalça artroplastisi ardından bir gruba NMES ve egzersiz, diğer grubuna sadece egzersiz tedavisi uygulamışlar ve 6 ay sonunda NMES uygulanan grupta kuadriseps gücünün anlamlı oranla artmış olduğunu saptamışlardır (168). Total kalça artroplastisi ile ilgili yapılan diğer bir çalışmada, vastus medialis kasına postoperatif ilk 6 haftada her gün 4 saat NMES uygulamasının kas atrofisinde azalma, kuadrisepsin fonksiyonel kapasitesinde iyileşme ve yürüme hızında artış sağladığı bildirilmiştir (166). Gotlin ve ark. total kalça artroplastisi sonrası rehabilitasyon programına kuadriseps kasına NMES tedavisi eklenmesiyle hastanede kalış süresinin kısaldığını göstermiştir (174). Eriksson, atletlerde major diz ligament cerrahisi sonrasında kuadriseps kasına NMES uygulamasının kas atrofisini engellenmesinde yararlı olduğunu belirtmiştir (175). NMES cerrahiyi öncesinde ya da endurans ve güçte azalma olmuş hastalarda faydalı bulunmuştur (172).

Durmuş ve ark.'nın diz osteoartritli hastalarda kuadriseps NMES tedavisinin etkisini araştıran çalışmasında, bir gruba 4 hafta, haftanın 4 günü, günde 20 dakika süreyle sadece NMES, diğer gruba ise biofeedback yardımcı egzersiz programı verilmiş, ağrı ve fiziksel fonksiyonda her iki grupta iyileşme bulunmuş, gruplar arasında fark bildirilmemiştir (115). Gaines ve ark. gonartrozlu yaşlılarda kuadriseps 12 hafta NMES ev programı şeklinde uygulamışlar ve stimülasyon sonrası kısa sürede ağrının azaldığını bildirmişlerdir (115).

Werner ve ark. tek taraflı PFAS bulguları olan hastaları değerlendirdikleri çalışmada, VMO kasına NMES ve lateral uyluk kaslarının güçlendirilme egzersizlerini içeren 10 haftalık tedavi protokolü uygulamışlardır. İzokinetik değerlendirme ile kuadriseps torku, bilgisayarlı tomografi ile VL ve VM alanı ölçülmüş ve hastaların 2/3'ünde 10. hafta sonunda kuadriseps torkunda, VM alanında

anlamli olarak saptanmifstir. PFAS'li hastalarda VM kasina NMES tedavisinin kuadriseps gucunde ve yorgunluk direncinde iyilefme ve agrida azalma sagladigini, iyilefmenin 3.5 yil boyunca devam ettiği bildirilmifstir (176).

Vengust ve ark.'nin PFE disfonksiyonlu hastalarda vastus medialis kasinin selektif elektrostimulasyonu ile yuksek yuk ve dusuk tekrarli egzersizleri karfilastirdiklari califmalarinda, egzersiz grubunda kuadriseps kasinin maksimal istemli kontraksiyonunda, aktivitede ve Kujala skorunda anlamli artif sağlanirken, NMES tedavisi verilen grupta klinik yada nörofizyolojik olarak anlamli değifliklik sağlanmadigı bildirilmifstir (177).

Challagan, PFAS'li hastalarda kuadriseps kasina klasik NMES uygulaması ile farkli NMES uygulamalarinin etkinligini karfilastirdigi califmasında hastaları 2 gruba ayirmif ve bir gruba tek formlu, sabit frekanslı 35 Hz stimulasyon, diğer gruba 5 farkli frekansta (125, 83, 50, 2.5, 2 Hz) stimulasyon 6 hafta sureyle günde 1 saat, toplam 42 seans uygulamifstir. Her iki grupta da izometrik ve izokinetik guclerde anlamli iyilefme bulunmuf ancak gruplar arasında farklilik saptanmamifstir. Egzantrik step test skoru sabit frekans uygulanan grupta 16'dan 27'ye, değifken frekans uygulanan grupta 13'den 28'e yukselirken, VAS skoru iki grupta da 3'den tedavi sonunda 2'ye gerilemifstir. VAS skorunda azalma ise anlamli bulunmamifstir. Kujala skalası skoru ise sabit frekans uygulanan grupta 72'den 78'e, değifken frekans uygulanan grupta 69'dan 77'ye yukselmif, anlamli iyilefme olmuftur. Buna gore iki grupta da agrida duzelme olmazken, fonksiyonel kapasitede anlamli iyilefme sağlanmifstir ancak her 2 tedavi arasında farklilik bulunmamifstir (82).

Bily ve ark, yaptiklari califmada, PFAS'li hastalar 2 gruba ayirmif ve bir gruba NMES ve egzersiz, diğer gruba yalnız egzersiz programı uygulanmifstir. Gorsel agrı skalası/şiddetli agrı skoru egzersiz grubunda, 5.3'den 3. ay kontrolünde 1.3'e, 1. yil kontrolünde 0.4'e, NMES+egzersiz grubunda 5.6'dan 3. ay kontrolünde 1.5'e, 1. yil kontrolünde 1.8'e gerilemifstir. Kujala ön diz agrı skalası skoru ise egzersiz grubunda 83'den, 3. ay kontrolünde 90'a, 1. yil kontrolünde 95'e, NMES grubunda 73'den 3. ay kontrolünde 89'a, 1. yil kontrolünde 94'e yukselmifstir. Her iki grupta da bu değifsimler anlamli bulunmuftur (178).

Çalışmamızda tedavi grubunda medial retinakulum gerginliği, kontrol grubunda medial retinakulum laksitesi, her iki grupta patellar laksitite ve kontrol grubunda medial retinakulum hassasiyeti dışındaki tüm parametrelerde hem NMES ve egzersiz grubunda, hem de egzersiz grubunda 12. hafta değerlendirmelerinde istatistiksel olarak anlamlı düzelme saptandı (tümü için $p<0.05$). İki grup karşılaştırıldığında tedavinin 6. haftasında Clark testi ve patellar kompresyon testi pozitif olarak değerlendirilen hasta sayısı tedavi grubunda kontrol grubuna göre anlamlı olarak daha az bulundu (sırasıyla $p=0.040$, $p=0.030$). Görsel ağrı skalası/ olağan, görsel ağrı skalası/şiddetli, ağrılı nokta sayısı, ağrılı noktaların ortalama VAS değerleri gibi ağrının değerlendirildiği parametrelerde gruplar arasında anlamlı fark olmamasına rağmen, retropatellar ağrının değerlendirilmesinde kullanılan Clark ve patellar kompresyon testlerinin tedavi sonu NMES+egzersiz grubunda 6. haftada daha düşük oranda pozitif çıkması retropatellar ağrının tedavisinin erken döneminde NMES'in tedaviye katkısının olabileceğini düşündürmektedir. PFAS'lı hastalarda egzersiz programlarının özellikle kuadriseps kasının atrofisinin giderilmesi ve kas gücünün artırılması, ağrının azaltılmasında, kas kısalıklarının giderilmesinde, alt ekstremitte dizilim bozukluklarının düzeltilmesinde, patellanın stabilizasyonun sağlanmasında, fonksiyonelliğin artırılmasında önemli yararlar sağladığı birçok egzersiz çalışmasında ortaya konulmuştur. Sadece NMES uygulamaları ile PFAS etiopatogenezinde yer alan tüm faktörlere yönelik bir tedavi yapılamayacağı için çalışmamızın dizaynında NMES tedavisinin tek başına uygulandığı bir grup planlanmadı.

Klinik testler, ağrının şiddetini ortaya koymakta yararlı olmalarına karşın klinisyene bağlı olduğundan ve klinisyenler arasında test standartları açısından yeterli fikir birliği olmadığından testleri standardize etmek çok zordur. Hasta anketleri ile hastalıklardaki değişimlerin izlenmesi çok daha etkili bir methodur (126). Bunun için mevcut diz anketleri geliştirilerek ve PFAS semptomlarını arttıran durumlarla ilgili sorular eklenerek anketler oluşturulmuş (126), ağrı, disabilite ve fonksiyonel kapasitelerinin değerlendirilmesinde birkaç sonuç ölçümünü bir arada kullanmıştır (122). Anketler genellikle yüksek oranda güvenilirliğe ve geçerliliğe sahiptir. Anketlerin farklı niteliğine ve PFAS'ın kompleks oluşuna bağlı olarak anketler arasında yalnızca hafif bir korelasyon vardır (124).

Ağrı PFAS'ın ana semptomudur ve anketlerin çoğu ağrıyı ölçer. görsel ağrı skalası, fonksiyonu dikkate almaksızın ağrının şiddetini kolayca değerlendirir. Güvenilirliği ve geçerliliği yüksektir (124,126). Jensen çalışmalarında görsel ağrı skalası ölçümünün güvenilir, değişikliğe duyarlı olduğunu ve 2 günlük bir zaman diliminde PFAS hastaları için sınıf içi korelasyon katsayılarının (test-retest güvenilirliği) 0.77-0.79 olduğunu belirtmiştir (74). PFAS'la ilgili bir çalışmada ağrının yoğunluğu, "şiddetli ağrı"(PFAS'ı uyaran aktiviteler esnasında maksimum ağrı), "en az ağrı" (gün içinde hissedilen olağan ağrı) şeklinde belirtilmiştir (8). Bennel'in yaptığı çalışmada, 50 PFAS'lı hastada 5 anket kullanılarak genel ve spesifik aktiviteler sırasında fonksiyon limitasyonu ve ağrı şiddeti bakılmış, Kujala, Flandry, Fonksiyonel indeks anketi, görsel ağrı skalası-en şiddetli ağrı ve görsel ağrı skalası-olağan ağrı anketleri değerlendirilmiştir (124). Anketler anlamlı, güvenilir ve geçerli bulunmuş ancak hastalar Fonksiyonel indeks anketi ve Kujala skalalarına daha kolay cevap vermişlerdir (124).

PFAS'lı hastalarda görsel ağrı skalasının olağan ağrı, en şiddetli ağrı, aktivite ağrısı (ağrıyı arttıran eden 6 aktivitede -yürüme, koşma, çömelme, diz çökme, merdiven inme ve çıkma ağrısı- Kujala ön diz ağrı anketi ve fonksiyonel indeks anketi arasında geçerlilik ve güvenilirliğin araştırıldığı çalışmasında PFAS tedavisinde sonuç ölçümlerinin en geçerli ve duyarlı olanlarının görsel ağrı skalası-olağan ağrı, görsel ağrı skalası-en şiddetli ağrı ve Kujala anketi olduğu gösterilmiştir (29,122).

Laprade tarafından geliştirilen patellofemoral ağrı şiddet skalası, hastanın geçen hafta fonksiyonel aktivitelerini ne derece yapabildiğini sorgulayan görsel ağrı skalası formatında 10 sorudan oluşur. Patellofemoral ağrı şiddet skalasının güvenilirliği ve geçerliliği yüksek, klinik değişim ve tedaviye cevabı değerlendirmek için uygun bir yöntem olduğu gösterilmiştir (126).

Patellofemoral bozukluklarda subjektif semptomlar ve fonksiyonel limitasyonları değerlendirmek için Kujala ön diz ağrı anketi'ni geliştirilmiştir (127). PFAS patellofemoral ekleme binen aktivitelerde (yürüme, koşma, skuat gibi) kısıtlılığa yol açmaktadır. Bu aktiviteler Kujala anketinde değerlendirilmiştir. Kujala anketi, diz fonksiyonunun çeşitli seviyeleri ile ilişkili farklı kategorilerde 13 soru içeren PFAS için spesifik bir skaladır. Watson 30 hasta üzerinde yaptığı çalışmada

Kujala anketinde yüksek güvenilirlik ve klinik değişime ılımlı cevap göstermiştir (128). Değişime duyarlı olduğundan kullanışlı bir ölçümdür. Kujala ön diz ağrı anketi ile iyileşmeyi tesbit edebilmek için skorda 8-10 puan yükselme gereklidir (122).

Fonksiyonel indeks anketi Stratford tarafından bulunmuş ve Chesworth tarafından geliştirilmiştir. Fonksiyonel indeks anketi, fonksiyonel aktivitelerle ilişkili 7 soru içerir. Güvenilirliğiyle ilgili görüş birliği az olmakla beraber tedavi sonrası klinik değişimi belirleyebileceği, güvenilirliğinin klinik kullanım için yeterli olduğu gösterilmiştir (124).

Hiçbir sonuç ölçümü katılımcıların tedaviye yanıtını mükemmel bir şekilde yansıtmamıştır. Algılanan global yanıt ise semptomların birçok boyuttaki değişimini gösterir (ağrı, disabilite, fonksiyon kaybı) ve sonuç ölçümleri arasında güçlü korelasyonlar bulunur. Sonuç ölçümleri Kujala ön diz ağrı anketi, görsel ağrı skalası-olağan ağrıdaki değişiklikler ve diğer ölçümlerdeki değişiklikler ile orta derecede korelasyon göstermiştir (122). Stratford, hastanın ağrılı hareketleri ile ilişkili aktivite limitasyonları, semptomları, yaşam kalitesindeki değişim ve iyileşmenin değerlendirilmesi için 7 nokta hastanın değişimi global değerlendirme anketi düzenlemiştir (108,123,128-130).

Çalışmamızda hem NMES+egzersiz grubunda hem de egzersiz grubunda görsel ağrı skalası-olağan, görsel ağrı skalası-şiddetli, patellofemoral ağrı şiddetinde, fonksiyonel indeks anket skorunda, Kujala ön diz ağrı anket skorunda anlamlı iyileşmeler saptandı. Benzer olarak PFAS'lı hastalarda egzersiz tedavisi ile ilgili yapılan çeşitli çalışmalarda görsel ağrı skalası-şiddetli ağrı skorunda, görsel ağrı skalası-olağan ağrı skorunda, fonksiyonel indeks anketi skorunda, Kujala ön diz ağrı anketi skorunda, PFAS'lı hastalarda ağrı ve fonksiyonel kapasitede düzelme bildirilmiştir (27,29,76,106,107). Bizim çalışmamızda patellofemoral ağrı şiddet skalası skoru ($p=0.048$), fonksiyonel indeks anket skoru ($p=0.006$) ve Kujala ön diz ağrı anket skoru ($p=0.027$) tedavinin 6. haftasında tedavi grubunda kontrol grubuna göre anlamlı olarak daha iyi bulundu. Onikinci hafta skorlarında ise gruplar arasında fark yoktu.

Bu sonuçlar PFAS'a yönelik 12 haftalık iyi programlanmış ve denetlenmiş bir egzersiz programının fonksiyonel iyileşme ve ağrıda azalma sağladığını göstermektedir. Ayrıca NMES ve egzersiz tedavilerinin birlikte uygulanmasının sadece egzersiz uygulamalarına göre tedavinin erken döneminde daha yüksek oranda fonksiyonel iyileşmeye yol açacağını düşündürmektedir. Genellikle çalışma çağındaki genç popülasyonun etkilendiği PFAS'da daha erken fonksiyonel iyileşme iş gücü kaybının azaltılmasında etkili bir faktör olabilir. Literatürde PFAS'da NMES uygulamalarıyla ilgili az çalışma olması, tedavi parametrelerinin net olmaması nedeniyle bu konuyla ilgili daha geniş katılımlı çalışmaların yapılmasının ihtiyaç olduğu kanaatindeyiz.

6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

- PFAS birçok semptom, klinik ve radyolojik bulguya yol açabilir. Hastalarda fonksiyonel kayıplara neden olabilir.
- Kapsamlı ve hastaya göre düzenlenmiş bir egzersiz programıyla PFAS semptom ve bulgularında iyileşme, fonksiyonel kapasitede düzelme sağlanmaktadır.
- Egzersiz programı ile birlikte vastus medialis yönelik olarak uygulanacak NMES tedavisi ile retropatellar ağrıda iyileşme tedavinin daha erken dönemlerinde sağlanabilir.
- NMES ve egzersiz tedavilerinin birlikte uygulanması ile fonksiyonel parametrelerde de egzersiz programına göre daha erken süreçlerde düzelme görülmektedir.
- Bu çalışmada, PFAS'lı hastaların tıbbi rehabilitasyon programlarına NMES tedavisinin eklenmesiyle ağrıda daha belirgin azalma ve fonksiyonel kapasitede daha erken dönemde iyileşme sağlanacağı gösterilmiştir.
- PFAS'lı hastalarda tıbbi rehabilitasyon programlarına ilave edilen NMES tedavisi, hastaların fonksiyonel kazanımlarının daha kısa sürede elde edilmesine, tedavi süreçlerinin kısalmasına ve tedavi maliyetlerinin azalmasına olanak sağlayabilir. Ayrıca, çalışan genç yaş grubunu etkileyen PFAS'ın neden olacağı iş gücü kaybı azaltılabilir.
- NMES tedavi protokollerinin geliştirilmesi için farklı dalga şekilleri, impuls süreleri, frekansları ve uyarı yoğunluklarının karşılaştırılacağı yeni ve kontrollü çalışmalar yapılması yararlı olacaktır.

7. ÖZET

Amaç: PFAS, özellikle genç popülasyonda sık görülen ve ön diz ağrısı ile karakterize bir sendromdur. Hastaların fonksiyonel durumunu kısıtlayarak günlük yaşam aktivitelerini, sosyal ve meslek hayatlarını olumsuz yönde etkileyebilmektedir. Bu çalışmada PFAS'lu hastalarda egzersiz tedavisine ile birlikte vastus medialis kasına NMES uygulanmasının klinik, radyolojik ve fonksiyonel durum üzerine etkisinin araştırılması amaçlandı.

Gereç ve yöntem: Kocaeli Üniversitesi Tıp Fakültesi Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon Anabilim Dalı polikliniğine ön diz ağrısı ile başvuran ve fizik muayene ile PFAS tanısı alan 107 hasta değerlendirildi. Çalışmaya alınma kriterlerine uyan 71 katılımcı, tedavi (NMES + egzersiz) ve kontrol (egzersiz) gruplarına randomize olarak dağıtıldı. Tedavi grubuna egzersiz programına ilave olarak 6 hafta süreyle haftada 5 kez toplam 30 seans NMES uygulandı. Kontrol grubuna ise 12 hafta boyunca ise sadece ev egzersiz programı verildi. Çalışmayı tamamlayan 60 hasta analiz edildi. Tüm hastaların tedavi öncesi, tedavinin 6. ve 12. haftasında ayrıntılı fizik muayeneleri yapılarak alt ekstremitte statik dizilim bozuklukları, kas kısalıkları, patellar mobilite, diz ağrı diagramı ile ağrılı noktalar, retropatellar ağrı değerlendirildi. Ayrıca patellofemoral ağrı şiddet skalası, fonksiyonel indeks anketi, Kujala ön diz ağrı anketi ve görsel ağrı skalası ile hastaların ağrı ve fonksiyonel durumları değerlendirildi. Radyolojik değerlendirmede PFE'nin tanjansiyel grafisinde sulkus açısı tedavi başında, uyum açısı, lateral patellar yer değiştirme, patellofemoral indeks ve lateral patellofemoral açı tedavi başında ve tedavinin 12. haftasında değerlendirildi. Global değerlendirme anketi ise tedavinin 12. haftasında uygulandı.

Bulgular: Çalışmaya alınan hastaların yaş ortalaması 27.8 ± 6.8 (18-40) yılıdır. Tedavi ve kontrol grupları arasında tedavi öncesi değerlendirilen tüm parametrelerde istatistiksel olarak anlamlı fark yoktu (tümü için $p > 0.05$). Tedavi grubunda medial retinakulum gerginliği, kontrol grubunda medial retinakulum laksitesi, her iki

grupta patellar laksisite ve kontrol grubunda medial retinakulum hassasiyeti dışındaki tım parametrelerde 12. hafta değerlendirmelerinde istatistiksel olarak anlamlı dızelme saptandı (tımı için $p < 0.05$). Tedavinin 6. haftasında Clark testi ve patellar kompresyon testi pozitif olarak değerlendirilen hasta sayısı tedavi grubunda kontrol grubuna göre anlamlı olarak daha az bulundu (sırasıyla $p = 0.040$, $p = 0.030$). Patellofemoral ağrı şiddet skalası skoru ($p = 0.048$), fonksiyonel indeks anket skoru ($p = 0.006$) ve Kujala n diz ağrı anket skoru ($p = 0.027$) tedavinin 6. haftasında tedavi grubunda kontrol grubuna göre anlamlı olarak daha iyi bulundu.

Sonuçlar: PFAS'da egzersiz tedavisi etkili bir tedavi metodudur. Çalışma sonuçlarımız NMES ve egzersiz tedavisinin birlikte uygulanmasının fonksiyonel kapasitedeki iyileşmenin daha erken dönemde sağlanabileceğini göstermektedir.

Anahtar kelimeler: PFAS, NMES, egzersiz

8. ABSTRACT

Purpose: PFAS is a syndrome frequently observed in young population and characterized by pain of front knee. It may negatively affect the patients restricting their daily, social and occupational activities. In the present study, it was aimed to investigate the effect of NMES application to vastus medialis muscle in addition to exercise therapy on clinical, radiological and functional status in patients with PFAS.

Material and method:

A total of 107 patients presented to Kocaeli University Faculty of Medicine Department of Physical Therapy and Rehabilitation with the complaint of front knee pain and diagnosed PFAS were evaluated. The 71 patient fulfilling the inclusion criteria were randomized to therapy arm (NMES + exercise) and control (exercise) groups. In therapy arm, NMES was applied totally 30 times (5 times per weeks throughout 6 weeks) in addition to exercise program. In control group, only home exercise program was given throughout 12 weeks. The 60 patients completing the study was analyzed. In all patients, disorder of low extremities static array, shortness of muscles, patellar mobility and trigger points were evaluated by detailed physical examination and knee pain diagram before, sixth and twelfth weeks of therapy. Also, pain and functional condition of the patients was evaluated by scale of patellofemoral pain severity, questionnaire of functional index, anterior knee pain questionnaire of Kujala and visual analog scale. Sulcus angle was evaluated at the beginning of therapy by radiological evaluation of tangential graph of PFE; while angle of accommodation, lateral patellar dislocation, patellofemoral index and patellofemoral angle were evaluated at the beginning and twelfth weeks of therapy. Questionnaire of global evaluation was performed at twelfth week of therapy.

Findings

Mean age was 27.8 ± 6.8 (range 18-40) years. There was no statistical difference between therapy and control groups in terms of parameters prior to therapy ($p > 0.05$, for all parameters). At evaluation of twelfth week; it was detected that tension of retinaculum (in therapy group), sensitivity of medial retinaculum (in control group), patellar laxity (in both groups) and all parameters except sensitivity of medial retinaculum (in control group) significantly improved ($p < 0.05$ for all parameters). At sixth week of therapy; the number of patients those with positive Clark and patellar compression test was found to be significantly lower in therapy group than controls ($p = 0.040$, $p = 0.030$, respectively). At sixth week of therapy; score of patellofemoral pain severity scale ($p = 0.048$), score of functional index questionnaire ($p = 0.006$), score of Kujala anterior knee pain questionnaire ($p = 0.027$) were found to be significantly better in therapy group than controls.

Results: Exercise therapy is an effective method in PFAS. Our results show that application of NMES together with exercise therapy could provide earlier improvement in functional capacity.

Key words: PFAS, NMES, exercise

9. KAYNAKLAR

1. O'Brien M. Clinical anatomy of the patellofemoral joint. *Int SportMed J.* 2001;**2**(1).
2. 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.
3. Grays Drake RL. Diz anatomisi. (Çev: Kesmezacar F) Gray's Anatomi. (Çev Ed:Yıldırım M) s:532-56, Güneş Kitabevi, Ankara,2007.
4. Aglietti P, Buzzi R, Insall JN. Disorders of the patellofemoral joint . In: Surgery of the knee. 2 ED. Insall JN (ED). Churchill Livingstone. 241-385. Chapter 12. 1993.
5. Fulkerson JP, Buuck AA. Patellofemoral joint anatomy. Disorders of the Patellofemoral joint. Fulkerson JP. (ED). Lippicott Williams & Wilkins. 4 ED. 1-24. Chapter 1, 2004.
6. Magee DJ. Orthopedic physical assessment. 727-834. Chapter 12. Musculoskeletal rehabilitation series. 5 ED 2008.
7. Elliott CC, Diduch DR. Biomechanics of patellofemoral instability. *Oper Tech Sports Med* 2001 july; **9**(3):112-121.
8. Waryasz GR, McDermott AY. Patellofemoral pain syndrome (PFPS): a systematic review of anatomy and potential risk factors. Review. *Dynamic Medicine* 2008 june ; **7**:9
9. Green ST. Clinical management: Patellofemoral syndrome. *Movement of Bodywork and Movement Therapies* 2005; **9**:16-26.
10. Henry J. The patellofemoral joint. *Southern Medical Journal* 2004 Agust; **97**(8):757-761.

11. Peeler J, Anderson JE. Structural parameters of the vastus medialis muscle and its relationship to patellofemoral joint deterioration. *Clin Anat.* 2007; **20**:307-314.
12. Lee TQ, Morris G, Csintalan RP. The influence of tibial and femoral rotation on patellofemoral contact area and pressure. *J Orthop Sports Phys Ther* 2003;**33**:686-93.
13. Garth WP. Clinical biomechanics of the patellofemoral joint. *Operative Techniques in Sports Medicine.* 2001 july; **8(3)**:122-128.
14. Fulkerson JP, Buuck AA. Patellofemoral joint biomechanics. Disorders of the Patellofemoral joint. Fulkerson JP. (ED). Lippicott Williams & Wilkins. 4 ED. 24-39. Chapter 2, 2004.
15. Kuran B, Doğu B. Ön diz ağrılarında tanı ve tedavi yaklaşımları . *Türk Fiz Tıp Rehab Derg* 2009; 55 özel sayı, **1**:20-5.
16. Donell S. Patellofemoral dysfunction-Extensor mechanism malalignment. *Current Orthopaedics* 2006; **20**:103-111.
17. Dixit S, Difiori JP. Management of patellofemoral pain syndrome. *Am Fam Physician* 2007;**75**:194-202.
18. Gerbino PG, Griffin ED, Hemecourt PA, Kim T, Kocher MS. Patellofemoral pain syndrome. Evaluation of location and intensity of pain. *Clin J Pain* 2006; **22**:154-9.
19. Post WR. Patellofemoral history and physical examination. Disorders of the Patellofemoral joint. Fulkerson JP. (ED). Lippicott Williams & Wilkins. 4 ED. 43-76. Chapter 3, 2004.
20. Şendur ÖF, Turan Y. Ön diz ağrıları-Eğitim. *Türk Fiz Tıp Rehab Derg* 2007;53 özel sayı **2**:47-51.
21. Earl JE, Vetter CS. Patellofemoral pain. *Phys Med Rehabil Clin N Am.* 2007;**18**:439-458.
22. Laprade J, Culham E. Radiographic measures in subjects who are asymptomatic and subjects with patellofemoral pain syndrome. *Clin Orthop Relat Res.* 2003;**414**:172-182.

23. Alaca R, Yılmaz B, Göktepe AS, Mohur H. The efficacy of isokinetic exercise program on functional capacity and pain in patellofemoral pain syndrome. *Am J Phys Med Rehabil* 2002;81:807-13.
24. Fulkerson JP. Diagnosis and treatment of patients with patellofemoral pain. *Am J Sports Med.* 2002; **30**:447-456.
25. Fagan V, Delahunt E. Patellofemoral pain syndrome: a review on the associated neuromuscular deficits and current treatment options. *Br J Sports Med.* 2008 apr; **42**:789-795.
26. Doberstein ST, Romeyn RL, Reineke DM. The diagnostic value of the clarke sign in assessing chondromalacia patella. *Journal of Athletic Training* 2008;**43(2)**:190-6.
27. Lowry CD, Cleland JA, Dyke K. Management of patients with patellofemoral pain syndrome using a multimodal approach: A case series. *J Orthop Sports Phys Ther* 2008;**38(11)**:691-702.
28. Dehaven KE, Lintner DM. Athletic injuries: comparison by age sport and gender. *Am J Sports Med* 1986; 14: 218-224
29. Collins N, Crossley K, Beller E, Darnell R. Foot orthoses and physiotherapy in the treatment of patellofemoral pain syndrome: randomised clinical trial. *Br J Sports Med.* 2009; **43**:163-168.
30. Nimon G. Murray D. Sandow M. Goodfellow J. Natural history of anterior knee pain. a 14 to 20 year follow-up of nonoperative management. *J Pediatr Orthop* 1998;18:118-22.
31. McConnell J. Cook J. Anterior knee pain. *Clinical Sports Medicine.* 3. ED. Brukner P. Khan K. (ED). Part B. Chapter 24. 2004.
32. Merchant AC. Classification of patellofemoral disorders. *Arthroscopy.* 1988;**4**:235-40.
33. Witvrouw E, Lysens R, Bellemans J. Intrinsic risk factors for the development of anterior knee pain in an athletic population. *Am J Sports Med* 2000; **28**:480.
34. Dye SF. The pathophysiology of patellofemoral pain. *Clin Orthop Relat Res.* 2005;**436**:100-110.

35. Lee T, Anzel S, Bennett K, et al. The influence of fixed rotational deformities of the femur on the patellofemoral contact pressures in human cadaver knees. *Clin Orthop Relat Res* 1994;**302**:69–74.
36. Reikeras O. Patellofemoral characteristics in patients with increased femoral anteversion. *Skeletal Radiol* 1992;**21**:311–3.
37. Wong Y, Ng GYF. The relationships between the geometrical features of the patellofemoral joint and patellar mobility in able-bodied subjects. *Am J Phys Med Rehabil* 2008; **87**:134-138.
38. Tumia N, Maffulli N. Patellofemoral pain in female athletes. *Sports Medicine and Arthroscopy Review* 2002; **10**: 69-75.
39. Lin YF, Lin JJ, Wei TC, Shih HY, Cheng CK. Role of the Vastus Medialis Obliquus in repositioning the patella: A dynamic Computed Tomography study. *Am J Sports Med.* 2008 Mar 12.
40. Callaghan MJ, Oldham JA: Quadriceps atrophy: To what extent does it exist in patellofemoral pain syndrome? *Br J Sports Med* 2004;**38**:295-9.
41. Thomee R ,Renstrom P, Karlsson J. Patellofemoral pain syndrome in young women:II. Muscle function in patients and healthy controls. *Scand J Med Sci Sports* 1995;**5**:124-51.
42. Kibler WB: Strength and flexibility findings in anterior knee pain syndrome in athletes. *Am J Sports Med* 1987, 15(410):.
43. Fredericson M, Yoon K. Physical examination and patelofemoral pain syndrome. Invited review. *Am J Phys Rehabil* 2006; **85**:234-43
44. Willson JD, Davis IS. Utility of the frontal plane projection angle in females with patellofemoral pain. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2008 Oct; **38(10)**:606-15.
45. Bolgla LA, Malone TR, Umberger BR, Uhl TL. Hip strength and hip and knee kinematics during stair descent in females with and without patellofemoral pain syndrome. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2008 Jan;**38(1)**:12-8.
46. Barton CJ, Levinger P, Menz HB, Webster KE. Kinematic gait characteristics associated with patellofemoral pain syndrome: A systematic review. *Gait Posture.* 2009 Aug 1.

47. White LC, Dolphin P, Dixon J. Hamstring length in patellofemoral pain syndrome. *Physiotherapy* 2009; **95**:24-28.
48. Hudson Z, Darthuy E. İliotibial band tightness and patellofemoral pain syndrome: A case-control study. *Manuel therapy* **14**;2009:147-151.
49. Tyler TF, Nicholas SJ, Mullaney MJ. The role of hip muscle function in the treatment of patellofemoral pain syndrome. *Am J Sports Med* 2006; **34**:630.
50. Akseki D, Akkaya G, Erduran E, Pınar H. Patellofemoral ağrı sendromunda diz ekleminin propriosepsiyonu. *Acta Orthop Traumatol Turc* 2008;**42(5)**:316-321.
51. Edin BB. Quantitative analyses of dynamic strain sensitivity in human skin mechanoreceptors. *J Neurophysiol* 2004;**92**:3233-43.
52. Jensen R, Hystad T, Kvale A, Baerheim A. Quantitative sensory testing of patients with long lasting patellofemoral pain syndrome. *Eur J Pain* 2007;**11**:665-76.
53. Baker V, Bennell K, Stillman B, Cowan S, Crosslet K. Abnormal Knee joint position sense in individuals with patellofemoral pain syndrome. *J Orthop Res* 2002;**20**:208-14.
54. Hazneci B, Yildiz Y, Sekir U, Aydin T, Kalyon TA. Efficacy of isokinetic exercise on joint position sense and muscle strength in patellofemoral pain syndrome. *Am J Phys Med Rehabil* 2005;**84**:521-7.
55. Haim A, Yaniv M, Dekel S, Amir H. Patellofemoral pain syndrome. Validity of clinical and radiological features. *Clin Otrhop Relat Res.* 2006;**451**:223-8.
56. Herrington L, Nester C. Q-angle undervalued? The relationship between Q-angle and medio-lateral position of the patella. *Clin Biomech* 2004;**19**:1070-73.
57. Smith TO, Davies L, O'Driscoll ML, Donel ST. An evaluation the clinical tests and outcome measures used to assess patellar instability. *The Knee* 2008;**15**: 255-62.
58. Puniello MS. İliotibial band tightness and medial patellar glide in patients with patellofemoral dysfunction. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy* 1993, **17(3)**:144-148

59. Brush C, Hölmich P, Nielsen MB, Albercht-Beste E. Acute patellofemoral pain: aggravating activities, clinical examination, MRI and ultrasound findings. *Br J Sports Med.* 2008; **42**:64-7.
60. Messier SP, Davis SE, Curl WW, Lowery RB, Pack RJ: Etiologic factors associated with patellofemoral pain in runners. *Medicine & Science in Sports & Exercise* 1991, **23(9)**:1008-1015.
61. Sarpel Y. Diz önü ağrısı (Patellofemoral ağrı). Galenos tıp dergisi sayı:33 August 1999.
62. Darracott J, Vernon-Roberts B. The bony changes in chondromalacia patellae. *Rheumatol Phys Med.* 1971;**11**:175-179.
63. Uslu T. Sporcularda sık görülen ön diz ağrısı sendromu. *Türkiye Klinikleri J Surg Med Sci* 2006, **2(39)**:113-6.
64. Piva SR, Fitzgerald K, Irrgang JJ, Jones S, Hando BJ, Browder DA. Reliability of measures of impairments associated with patellofemoral pain syndrome. *BMC Musculoskeletal Disorders* 2006 March;**7**:33.
65. Keller JM, Levine WN. Evaluation and imaging of the patellofemoral joint. *Oper Tech Orthop* 2007;**17**:204-10.
66. Hunter DJ, Zhang YQ, Niu BJ, Felson DT, Kwoh K, Newman A. Patella malalignment, pain and patellofemoral progression: the health ABC study. *Osteoarthritis and Cartilage* 2007;**15**:1120-1127.
67. Wilson T. The measurement of patellar alignment in patellofemoral pain syndrome: Are we confusing assumptions with evidence? *J Orthop Sports Phys Ther* 2007;**37(6)**:330-341.
68. Smith TO, Davies L, Donell ST. The reliability and validity of assessing medio-lateral patellar position: a systematic review. *Manual Therapy* 2008; 1-8.
69. McEvan I, Herrington L, Jeanette T. The validity of clinical measures of patella position. *Manual Therapy* 2007;**12**:226-230.
70. Herrington L. The difference in a clinical measure of patella lateral position between individuals with patellofemoral pain and matched controls. *J Orthop Sports Phys Ther* 2008;**38(2)**:59-62.

71. Watson Cj, Leddy HM, Dynjan TD, Parham JL. Reliability of the lateral pull test and tilt test to assess patellar alignment in subjects with symptomatic knees. *J Orthop Sports Phys Ther* 2001;**31(7)**:368-74.
72. Sheehan FT, Derasari A, Fine Km, Brindle TJ. Indicative of maltracking subgroups in patellofemoral pain. *Clin Orthop Relat Res.* 2009 May 9.
73. Ota S, Nakashima T, Morisaka A, Ida K. Comparison of patellar mobility in female adults with and without patellofemoral pain. *J Orthop Sports Phys Ther* 2008;**38(7)**:396-402.
74. Nisjs J, Geel CV, Auvera VD. Diagnostic value of five clinical tests in patellofemoral pain syndrome. *Manula therapy* 2006;**11**:69-77.
75. Katchburian MV, Bull AMJ. Measurement of patellar tracking: Assesment and analysis of the literature. *Clin Orthop Relat Res.* 2003;**412**:241-259.
76. Crossley K, Bennell K, Green S, Cowan S. Physical therapy for patellofemoral pain. *Am J Sprots Med* 2002; **30**:857.
77. Post WR. Clinical Assesment of Malalignment: Does it correlate with yhe presence of patellofemoral pain? *Sports Medicine and Arthroscopy Review* 2001; **9**:301-305.
78. Post WR, Fulkerson J. Knee pain diagrams: correlation with physical examination findings in patients with anterior knee pain. *Arthroscopy* 1994; **10**:618-23.
79. Selfe J, Harper L, Pederson I, Breen-Turner J, Waring J. Four outcome measures for patellofemoral joint problems. *Physiotherapy* 2001; **87(10)**:507-522.
80. Loudon JK, Wiesnert D, Goist-Foley HL, Asjest C. Intrarater reliability of functional performance tests for subjects with patellofemoral pain syndrome. *Journal of Athletic Training* 2002;**37(3)**:256-61.
81. Witvrouw E, Lysens R, Bellemans J, Cambier D. Which factors predict outcome in the treatment progra of anterior knee pain? *Scand J Med Sci Sports* 2002;**12**:40-646.
82. Callaghan MJ, Oldham JA. Electric muscle stimulation of the quadriceps in the treatment of patellofemoral pain. *Arch Phys Med Rehabil* 2004;**85**:956-62.

83. Merchant AC. Radiography of the patellofemoral joint. *Oper Tech Sports Med* 1999 Apr; **7(2)**: 59-64.
84. Keller JM, Levine WN. Evaluation and imaging of the patellofemoral joint. *Oper Tech Orthop* 2009;**17**:204-210.
85. Teitge RA. Plain patellofemoral radiographs. *Oper Tech Sports Med* 2001 july; **9(3)**:134-151.
86. Laprade J, Culham E. Radiographic measures in subjects who are asymptomatic and subjects with patellofemoral pain syndrome. *Clinical Orthopaedics and Related Research*. 2003;**414**:172-182.
87. Elias DA, White LM. Imaging of patellofemoral disorders. *Clin Rad* 2004;**59**:543-557.
88. Fulkerson JP, Buuck AA. Imaging the patellofemoral joint. In: Disorders of the Patellofemoral joint. Fulkerson JP. (ED). Lippicott Williams & Wilkins. 4 ED. 76-104. Chapter 4, 2004.
89. Çubukçu D, Sarsan A. Patellofemoral ağrı sendromunun rehabilitasyonu. Derleme. *Romatizma* 2008;**23**:18-23.
90. Dursun N, Dursun E, Kiliç Z. Electromyographic biofeedback-controlled exercise versus conservative care for patellofemoral pain syndrome. *Arch Phys Med Rehabil* 2001;**82**:1692-5.
91. Crossley K, Bennell K, Green S, McConnell J. A systematic review of physical interventions for patellofemoral pain syndrome. *Clin J Sport Med*. 2001;**11**:103-110.
92. Mc Connell J. Cook J. Anterior knee pain. *Clinical Sports Medicine*. 3. baskı. Brukner P. Khan K. (ED). Part B. Chapter 24.
93. Whittingham M, Palmer S, Macmillan F. Effects of taping on pain and function in patellofemoral pain syndroms: a randomized controlled trial. *J Orthop Sports Phys Ther* 2004;**34**:504–10.
94. Herrington L. The effect of patellar taping on quadriceps peak torque and perceived pain: a preliminary study. *Phys Ther Sport* 2001;**2**:23-8.
95. Whittingham M, Palmer S, Effects of taping on pain and function in patellofemoral pain syndrome:a randomized controlled trial. *J Orthop Sports Phys Ther* 2004, **34**:504-10.

96. Crossley KM, Cowen SM, McConnell J. Physical therapy improves knee flexion during stair ambulation in patellofemoral pain. *Med Sci Sports Exerc.* 2005;**37**:176-183.
97. Clark D, Downing N, Mitchell J, et al. Physiotherapy for anterior knee pain: a randomised controlled trial. *Ann Rheum Dis* 2000;**59**:700-4.
98. Stiene H, Brosky T, Reinking M, et al. A comparison of closed kinetic chain and isokinetic joint isolation exercise in patients with patellofemoral dysfunction. *J Orthop Sports Phys Ther* 1996;**24**:136-41.
99. Host J, Craig R, Lehman R. Patellofemoral dysfunction in tennis players: a dynamic problem. *Clin Sports Med* 1995;**14**:177-203.
100. Beyazova M. Elektromiyografik Biyofeedback Tuna N (ed):Elektroterapi, Nobel Tıp Kitabevi, İstanbul, 2001;187-94.
101. Gülbahar S, Akalın E, Özaksoy D. Patellofemoral uyumsuzluk rehabilitasyonunda emg-biofeedback'in klinik ve radyolojik etkinliğinin araştırılması. *Romatol Tıp Rehab*;2000;**11**:32-9.
102. Yip SL, Ng GY. Biofeedback supplementation to physiotherapy exercise programme for rehabilitation of patellofemoral pain syndrome: a randomized controlled pilot study. *Clin Rehabil* 2006;**20**:1050-7.
103. Syme G, Rowe P, Martin D, Daly G. Disability in patients with chronic patellofemoral pain syndrome:A randomised controlled trial of VMO selective training versus general quadriceps strengthening. *Manual Therapy* 2009;**14**: 252-263.
104. Schneider F, Labs K, Wagner S.Chronic patellofemoral pain syndrome: Alternatives for cases of therapy resistance. *Knee Surg Sports Traumatol, Arthrosc.* 2001;**9**:290-295.
105. Bakhtiary AH, Fatemi E. Open versus closed kinetic chain exercises for patellar chondromalacia. *Br J Sports Med.* 2008;**42**:99-102.
106. Boling MC, Bolgla LA, Mattacola CG. Outcomes of a weight-bearing rehabilitation program for patients diagnosed with patellofemoral pain syndrome. *Arch Phys Med Rehabil* 2006;**87**:1428-35.

107. Mascal C, Landel R, Powers C. Management of patellofemoral pain targeting hip, pelvis, and trunk muscle function: 2 case reports. *J Orthop Sports Phys Ther* 2003;**33**:642–60.
108. Linschoten RV, Middelkoop MV, Berger MY, Heinstjes EM. The PEX study-Exercise therapy for patellofemoral pain syndrome: Design of a randomised clinical trial in general practice and sports medicine. *BMC Musculoskeletal Disorders* 2006 March; **7**:31.
109. N.tuna: Tuna N. Elektroterapi. 2. baskı. sayfa 31-75. Nobel Tıp Kitabevleri. 2001.
110. M: Sarı H. Tüzün Ş. Kenan A. Fiziksel Tıp Yöntemleri. sayfa 19-27. Nobel Tıp Kitabevleri 2002.
111. Tuncer T. Elektroterapi. Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon. 1. Baskı. Beyazova M. Gökçe Y. (ED). Sayfa:771-79. Cilt 1. Bölüm 4.10. Güneş Kitabevi, 2000.
112. Koyuncu H, Karacan İ. Temel elektroterapi. Tıbbi Rehabilitasyon. 1. Baskı. Oğuz H. Dursun E. Dursun N. (ED). Sayfa 411-432. Cilt 2. Bölüm 18. Nobel Tıp Kitabevleri 2004.
113. Mysiw WJ, Jackson RD. Electrical stimulation. *Physical Medicine and Rehabilitation*, 2.baskı. Braddom RL (ED) sayfa:459-87. Saunders, Philadelphia, 2000.
114. Pape KE. Chipman ML. Çeviri: Ersöz M. Rehabilitasyonda elektroterapi. Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon İlkeler Uygulamalar. 4. baskı. Delisa JA (ED). Arasıl T. (çeviri ED). sayfa 435-461. cilt 1. bölüm 18. Güneş kitabevi. 2007.
115. Durmuş D, Alaylı G, Cantürk F. Effects of quadriceps electrical stimulation program on clinical parameters in the patients with knee osteoarthritis. *Clin Rheumatol* 2007;**26**:674-678.
116. Morrissey MC. Electromyostimulation from a clinical perspective. A review. *Sports Med* 1988;**6**(1):29-41.
117. Laufer L, Ries JD, Leininger PM. Quadriceps femoris muscle torques and fatigue generated by neuromuscular electrical stimulation with three different waveforms. *Physical Therapy*. July 2001; **81**:7.

118. Pekindil Y, Sarıkaya A, Birtane M et al (2001) 99mTc-Sestamibi muscle scintigraphy to assess the response to neuromuscular electrical stimulation of normal quadriceps femoris muscle. *Ann Nucl Med* **15**:397–401.
119. Selkowitz DM (1985) Improvement in isometric strength of the quadriceps femoris muscle after training with electrical stimulation. *Phys Ther* **65**:186–195
120. Gaines JM, Metter EJ, Talbot LA (2004) The effect of neuromuscular electrical stimulation on arthritis knee pain in older adults with osteoarthritis of the knee. *Appl Nurs Res* **17**:201–206.
121. Romero JEA, Sanford TL, Schroeder RV, Fahey TD. The effect of electrical stimulation of normal quadriceps on strength and girth. *Med Sci Sports Exerc* 1982;**14**:194.
122. Crossley KM, Bennell KL, Covan SM, Green S. Analysis of Outcome measures for persons with patellofemoral pain: Which are reliable and valid? *Arch Phys Med Rehabil* 2004;**85**:815-22.
123. Stratford PW, Binkley FM, Riddle DL. Health status measures: strategies and analytic methods for assessing change scores. *Phys Ther*. 1996 Oct;**76(10)**:1109-23.
124. Bennell K, Bartam S, Crossley K and Green S. Outcome measures in patellofemoral pain syndrome: test retest reliability and inter-relationships. *Physical Therapy in Sport* 2000;**1**:32-41.
125. Chesworth BM, Culham E, Tata GE, Peat M. Validation of outcome measures in patients with patellofemoral syndrome. *J Orthop Sports Phys Ther* 1989;**10(8)**:302-8.
126. Laprade JA. A self-administered pain severity scale for patellofemoral pain syndrome. *Clin Reh* 2002;**16**:780-88.
127. Kujala UM, Jaakkola LH, Koskinen SK, Taimela S. Scoring of patellofemoral disorders. *Arthroscopy: The journal of Arthroscopic and Related Surgery* 1993; **9(2)**:159-163.
128. Watson CJ, Propps M, Ratner J, Zeigler DL. Reliability and responsiveness of the lower extremity functional scale and the anterior knee

- pain scale in patients with anterior knee pain. *J Orthop Sports Phys Ther* 2005;**35**:136-146.
129. Jaeschke R, Singer J, Guyatt GH. Measurement of health status. Ascertaining the minimal clinically important difference. *Control Clin Trials* 1989 Dec; **10(4)**:407-15.
 130. Hurst H, Bolton J. Assessing the clinical significance of change scores recorded on subjective outcome measures. *J. Manipulative Physiol Ther* 2004;**27**:26-
 131. Dehaven KE, Lintner DM. Athletic injuries: comparison by age sport and gender. *Am J Sports Med* 1986; **14**:218-224.
 132. Boling M, Padua D, Marshall S. Gender differences in the incidence and prevalence of patellofemoral pain syndrome. *Scand J Med Sci Sports* 2009;Sep 17.
 133. Salsich GB, Perman WH. Patellofemoral joint contact area is influenced by tibiofemoral rotation alignment in individuals who have patellofemoral pain. *J Orthop Sports Phys Ther* 2007 Sep;**37(9)**:521-8.
 134. Neptune RR, Wright IC, Van den Bogert AJ. The influence of orthotic devices and vastus medialis strength and timing on patellofemoral loads during running. *Clin Biomech* 2000;**15**:611-18.
 135. Cichanowski HR, Schmitt Js, Johnson RJ. Hip strength in collegiate female athletes with patellofemoral pain. *Medicine & Science in Sports & Exercise* 2007, **39(8)**:1227-32.
 136. Ireland ML. Hip strength in females and without patellofemoral pain. *The journal of Otrhopaedic and Sports Physical Therapy* 2003, **33(11)**:671.
 137. Powers CM, Ward SR, Fredericson M, Guillet M, Shellock FG: Patellofemoral kinematics during weight-bearing and non-weightbearing extension in persons with lateral subluxation of the patella: a preliminary study. *J Orthop Sports Phys Ther* 2003,**33(11)**:677-685.
 138. Nyland J, Kuzemchek S, Parks M, et al. Femoral anteversion influences vastus medialis and gluteus medius EMG amplitude: composite hip abductor EMG amplitude ratios during isometric combined hip abduction-external rotation. *J Electromyogr Kinesiol* 2004;**14**: 255–61.

139. Smith AD, Stroud L, McQueen C. Flexibility and anterior knee pain in adolescent elite figure skaters. *J Pediatr Orthop* 1991;**11**:77–82.
140. 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**:793–801.
141. Mc Connell J. The management of chondromalacia patellae: a long term solution. *The Australian Journal of Physiotherapy* 1986;**32(4)**:215e23.
142. Hudson ZL, Darthuy E. Iliotibial band tightness and patellofemoral pain syndrome a case-control study. Conference proceedings. *Physical Therapy in Sport* 2006;**7(4)**:173.
143. Bizzini M, Childs JD, Piva SR. Systematic review of the quality of randomized controlled trials for patellofemoral pain syndrome. *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy* 2003;**33(1)**:4-20.
144. 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.
145. Al-Rawi Z, Nessian AH: Joint hypermobility in patients with chondromalacia patellae. *Br J Rheumatol* 1997, **36(12)**:1324-1327.
146. Messier SP, Davis SE, Curl WW, Lowery RB, Pack RJ: Etiologic factors associated with patellofemoral pain in runners. *Medicine & Science in Sports & Exercise* 1991, **23(9)**:1008-1015
147. Duffey MJ, Martin DF, Cannon DW, Craven T, Messier SP: Etiologic factors associated with anterior knee pain in distance runners. *Medicine & Science in Sports & Exercise* 2000, **32(11)**:1825-1832.
148. Niskanen RO, Paavilainen PJ, Jaakkola M, et al: Poor correlation of clinical signs with patellar cartilaginous changes. *Arthroscopy* 2001;**17**:307–10.
149. Naslund J, Naslund UB, Odenbring S, et al. Comparison of symptoms and clinical findings in subgroups of individuals with patellofemoral pain. *Physiother Theory Pract* 2006;**22**:105–18.
150. Selfe J. Motion analysis of eccentric step test performed by 100 healthy subjects. *Physiotherapy* 2000;**86(5)**:241-47.

151. McConnell J. The management of chondromalacia patellae: a long term solution. *Aust J Physiother* 1986;**32**:215-23.
152. [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 Jul-Aug;**32**(5):1122-30.
153. Thomeé R. A comprehensive treatment approach for patellofemoral pain syndrome in young women. *Phys Ther* 1997 Dec;**77**(12):1690-703.
154. Hanten PW, Schulthies S. Exercise effect on electromyographic activity of the vastus medialis oblique and vastus lateralis muscles. *Phys Ther* 1990;**70**: 561-65.
155. Cowan SM, Bennell KL, Crossley KM, Hodges PW, McConnell J. Physical therapy alters recruitment of the vasti in patellofemoral pain syndrome. *Med Sci Sports Wxerc*. 2002 Dec;**34**(12):1879-85.
156. Hanten WP, Schulthies SS. Exercise effect on electromyographic activity of the vastus medialis oblique and vastus lateralis muscles. *Phys Ther* 1990, **70**(9):561-565.
157. Cibulka MT, Threlkeld-Watkins J. Patellofemoral pain and asymmetrical hip rotation. *Phys Ther* 2005;**85**(11):1201-7.
158. Sahrman S. Muscle imbalances in the female athlete. (Ed:Pearl A.) The athletic female. Champaign (IL): *Human Kinetics*; 1993. p. 209–19.
159. Cichaowski HR, Schmitt JS, Johnson RJ. Hip strength in collegiate female athletes with patellofemoral pain. *Med Sci Sports Exerc* 2007;**39**(8):1227-32.
160. Herrington L, Al-Sherhi A. A controlled trial of weight-bearing exercises for patellofemoral pain. *J Orthop Sports Phys Ther*. 2007;**37**:155-160.
161. Bandy WD, Irion JM, Briggler M. The effect of static stretch and dynamic range of motion training on the flexibility of the hamstring muscles. *J Orthop Sports Phys Ther* 1998;**27**:295-300.

162. Worrell TW, Smith TL, Winegardner J. Effect of hamstring stretching on hamstring on hamstring muscle performance. *J Orthop Sports Phys Ther* 1994;**20**:154-9.
163. Maffiuletti NA, Dugnani S, Folz M. Effect of combined electrostimulation and plyometric training on vertical jump height. *Med Sci Sports Exerc* 2002;**34**:1638-44.
164. Rosemffet MG, Schneeberger EE, Citera G. Effects of functional electrostimulation on pain, muscular strength and functional capacity in patients with osteoarthritis of the knee. *J Clin Rheumatol* 2004;**10**:246-9.
165. Johnston BD. Electromyostimulation. *Synergy* 2004. syf:1-18.
166. Avramidis K, Strike PW. Effectiveness of electric stimulation of the vastus medialis muscle in the rehabilitation of patients after total knee arthroplasty. *Arch Phys Med Rehabil* 2003 Dec;**84(12)**:1850-3.
167. Gondin J, Guette M, Ballay Y. Electromyostimulation training effects on neural drive and muscle architecture. *Medicine & Science in Sports & Exercise* 2005.
168. Stevens JE, Mizner RL, Snyder-Mackler L. Neuromuscular electrical stimulation for quadriceps muscle strengthening after bilateral total knee arthroplasty: a case series. *J Orthop Sports Phys Ther*. 2004 Jan;**34(1)**:21-9.
169. Parker MG, Kelle L, Evenson J. Torque responses in human quadriceps to burst-modulated alternating current at 3 carrier frequencies. *J Orthop Sports Phys Ther* 2005 Apr;**35(4)**:239-45.
170. Gregory CM, Bickel CS. Recruitment patterns in human skeletal muscle during electrical stimulation. *Phys Ther* 2005 Apr;**85(4)**:358-64.
171. Gorgey AS, Dudley GA. The role of pulse duration and stimulation duration in maximizing the normalized torque during neuromuscular electrical stimulation. *J Orthop Sports Phys Ther*. 2008 Aug;**38(8)**:508-16.
172. Gibson JN, Morrison WL, Serimgeour CM. Effects of therapeutic percutaneous electrical stimulation of atrophic human quadriceps on muscle composition, protein synthesis and contractile properties. *Eur J Clin Invest* 1989;**19**:206-12.

173. Martin TP, Gundersen LA, Blevins FT. The influence of functional electrical stimulation on the properties of vastus lateralis fibres following total knee arthroplasty. *Scand J Rehabil Med* 1991;23:207-10.
174. Gotlin RS, Hersckowitz S, Juris PM. Electrical stimulation effect on extensor lag and length of hospital stay after total knee arthroplasty. *Arch Phys Med Rehabil* 1994;75:957-9.
175. Eriksson E, Haggmark T. Comparison of isometric muscle training and electrical stimulation supplementing isometric muscle training in the recovery after major knee ligament surgery. *Am J Sports Med* 1979;7:169-71.
176. Werner S, Arvidsson H, Arvidsson I, Eriksson E. Electrical stimulation of vastus medialis and stretching of lateral thigh muscles in patients with patello-femoral symptoms. *Knee Surg sports Traumatol Arthrosc.* 1993;1(2):85-92.
177. Vengust R, Strojnik V, Pavlovic V, Antolic V, Zupanc O. The effect of electrostimulation and high load exercises in patients with patellofemoral joint dysfunction. A preliminary report. *Pflugers Arch.* 2001;442 (6 Suppl 1):R153-4.
178. Bily W, Trimmel L, Mödlin M, Kaider A, Kern H. Training program and additional electric muscle stimulation for patellofemoral pain syndrome. *Arch Phys Med Rehabil* 2008;89:1230-6.

EK 1: ANKETLER

FONKSİYONEL İNDEKS ANKETİ

	yapamam	probleml yapabilirim	problemsiz yaparım
16 basamak çıkmak			
1 mil gibi uzaklığı yürüyüş			
Çömelme			
Diz çökme			
Dizler bükülü pozisyonda uzunca süre oturma			
32 merdiven basamağı çıkma			
Kısa bir mesafe koşma (yaklaşık bir futbol sahası mesafe)			
Kısa bir mesafe yürüme			

SKOR: / 16

KUJALA ÖN DİZ AĞRI ANKETİ

1. Aksama

- Yok 5
- Hafif veya periyodik 3
- Sürekli 0

2. Yük verme

- Ağrısız tam yük 5
- Ağrılı 3
- Yük verme imkansız 0

3. Yürüme

- Sınırsız 5
- 2 km'den fazla 3
- 1-2 km 2
- Yürüyemiyor 0

4. Merdiven inip-çıkma

- Zorluk yok 10
- İnışte hafif ağrı 8
- Hem çıkarken hem inerken ağrı 5
- İnip çıkamıyor 0

5. Çömelme

- Zorluk yok 5
- Tekrarlayan çömelmelerden ağrı 4
- Her çömelmede ağrı 3
- Kısmi yük vermaye mümkün 2
- Çömelemiyor 0

6. Koşu

- Zorluk yok 10
- 2 km'den sonra ağrı 8
- Başlangıçtan itibaren hafif ağrı 6
- Şiddetli ağrı
- Koşamıyor 0

7. Sıçrama

- Zorluk yok 10

- Hafif zorlu 7
- Sürekli ağrılı 2
- Sıçrayamıyor 0

8. Dizler 90° bükülü uzun süreli oturma

- Zorluk yok 10
- Egzersizden sonra ağrılı 8
- Sürekli ağrı 6
- Dizler ekstensiyona zorlandığında ağrı 4
- Dizler fleksiyonda oturamıyor 0

9. Ağrı

- Yok 10
- Hafif ve ender 8
- Uyku sırasında ağrı 6
- Ender olarak şiddetli 3
- Sürekli ve şiddetli 0

10. Şişme

- Yok 10
- Ciddi zorlanmadan sonra 8
- Günlük aktivitelerden sonra 6
- Her akşam 4
- Sürekli 0

11. Anormal ve ağrılı patella hareketi

- Yok 10
- Ender olarak sportif aktivitelerde 6
- Ender olarak günlük aktivitelerde 4
- En az bir kez dislokasyon 0
- İki den fazla dislokasyon 0

12. Uyluk kasında zayıflama

- Yok 5
- Hafif 3
- Ciddi 0

13. Diz bükme hareketinde kısıtlılık

- Yok 5
- Hafif 3
- Ciddi 0

SKOR: / 100

PATELLOFEMORAL AĞRI ŞİDDET SKALASI

Lütfen , son haftaya doğru ne kadar diz ağrısı yaşadığınızı belirten her ifade için bir X ile işaretleyin
Aktivite denenmediyse yandaki kutuyu işaretleyin.

MERDİVEN ÇIKMA

yok		şiddetli	<input type="checkbox"/>

ÇÖMELME

yok		şiddetli	<input type="checkbox"/>

YÜRÜME

yok		şiddetli	<input type="checkbox"/>

YAVAŞ KOŞU (JOGGING)

yok		şiddetli	<input type="checkbox"/>

SÜRAT KOŞUSU (SPRINTING)

yok		şiddetli	<input type="checkbox"/>

BİR SPOR FALİYETİNE KATILMAK

yok		şiddetli	<input type="checkbox"/>

DİZLER 90° BÜKÜLÜ OTURMA (20 dakika süreyle)

yok		şiddetli	<input type="checkbox"/>

DİZ ÜSTÜ DURMAK (süre önemsiz)

yok		şiddetli	<input type="checkbox"/>

İSTIRAHATTE / UYKUDA AĞRI

yok		şiddetli	<input type="checkbox"/>

AKTİVİTEYİ TAKİP EDEN DİNLENMEDE AĞRI

yok		şiddetli	<input type="checkbox"/>

SKOR: /100

GÖRSEL AĞRI SKALASI / OLAĞAN AĞRI:



**ağrı yok
(0)**

**çok şiddetli ağrı
(10)**



GÖRSEL AĞRI SKALASI / ŞİDDETLİ AĞRI:



**ağrı yok
(0)**

**çok şiddetli ağrı
(10)**



HASTANIN DEĞİŞİMİ GLOBAL DEĞERLENDİRMESİ

- Değişim yok yada kondüsyon daha kötü**(1)
- Takriben aynı, çok az değişim** (2)
- Ufak bir iyileşme ancak kayda değer değişim yok** (3)
- Biraz iyileşme ancak gerçek fark yok** (4)
- İlımlı iyileşme ve az ancak kaydadeğer değişim** (5)
- İyileşme, kesin düzelme (gerçek faydalı bir fark)** (6)
- Büyük miktarda iyileşme, önemli ölçüde düzelme, belirgin fark** (7)