

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

**PATELLOFEMORAL AĞRI SENDROMUNDA FARKLI
İZOKİNETİK KUVVET EĞİTİMLERİNİN
KARŞILAŞTIRILMASI**

Dr. Fzt. Hande GÜNEY

**Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Programı
DOKTORA TEZİ**

**ANKARA
2014**

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

**PATELLOFEMORAL AĞRI SENDROMUNDA FARKLI
İZOKİNETİK KUVVET EĞİTİMLERİNİN
KARŞILAŞTIRILMASI**

Dr. Fzt. Hande GÜNEY

**Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Programı
DOKTORA TEZİ**

**TEZ DANIŞMANI
Prof. Dr. İnci YÜKSEL**

**ANKARA
2014**

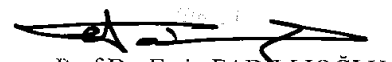
Anabilim Dalı : FİZYOTERAPİ VE REHABİLİTASYON
 Program : FİZYOTERAPİ VE REHABİLİTASYON
 Tez Başlığı : PATELLOFEMORAL AĞRI SENDROMUNDA FARKLI
 İZOKİNETİK KUVVET EĞİTİMLERİNİN
 KARŞILAŞTIRILMASI
 Öğrenci Adı-Soyadı : HANDE GÜNEY
 Savunma Sınavı Tarihi : 21.04.2013

Bu çalışma jürimiz tarafından yüksek lisans/doktora tezi olarak kabul edilmiştir.

Jüri Başkanı: PROF. DR. YAVUZ YAKUT
 (HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ)
 Tez danışmanı: PROF. DR. İNCİ YÜKSEL
 (HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ)
 Üye: PROF. DR. MAHMUT NEDİM DORAL
 (HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ)
 Üye: PROF. DR. FİLİZ CAN
 (HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ)
 Üye: PROF. DR. EMİNE HANDAN TÜZÜN
 (KIRIKKALE ÜNİVERSİTESİ)

ONAY

Bu tez Hacettepe Üniversitesi Lisansüstü Eğitim-Öğretim ve Sınav Yönetmeliğinin ilgili maddeleri uyarınca yukarıdaki jüri tarafından uygun görülmüş ve Sağlık Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu kararıyla kabul edilmiştir.


 Prof. Dr. Ersin FADILIOĞLU
 Müdür

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans, doktora eğitimim süresince güler yüzü ve hoş görüşüyle desteğini her daim hissettiğim, tezimin planlanmasında, yürütülmesinde ve yorumlanmasında değerli katkıları ile yol gösteren çok kıymetli danışman hocam Prof. Dr. Sayın İnci Yüksel'e,

Lisansüstü eğitimim boyunca vizyonumu geliştirmeme katkıda bulunan, bu tezin gerçekleşmesini sağlayan ve hastaların yönlendirilmesinde destek olan değerli hocam Prof. Dr. Sayın Mahmut Nedim Doral'a,

Tez izleme komitesinde yer alarak, akademik bilgi ve deneyimleriyle yol gösterici katkılarından dolayı Prof. Dr. Sayın Yavuz Yakut ve Prof. Dr. Sayın Handan Tüzün'e,

Tezin planlanmasında ve yürütülmesinde akademik deneyim ve fikirlerini esirgemeyen değerli Doç. Dr. Sayın Defne Kaya'ya,

Tezin değerlendirme ve tedavi sürecinin gerçekleştirilmesinde bana sundukları araştırma ortamı için Spor Hekimliği Anabilim Dalı'nın değerli Öğretim Üyeleri, asistanları ve personeline,

Tez vakalarımın alınması sırasında her türlü desteklerinden dolayı çalışma arkadaşlarım Dr. Fzt. Gizem İrem Kınıklı ve Fzt. Ayşenur Karaman'a,

Tezimin yazım aşamasında varlığı ve değerli düşünceleri ile bana destek olan Uz. Fzt. Gülcan Harput'a,

Bugünlere gelmemde çok büyük emekleri olan canım annem Fzt. Aynur Güney, babam Sefer Güney'e ve kardeşim Hazal Güney'e,

Hayatıma girdiği andan itibaren bana güç veren ve hep destekleyen çok değerli Umut S. Deniz'e,

Bu süreçte hep yanımda olan dostlarım Emra Aşkaroğlu ve Uz. Fzt. Buket Teker'e,

Desteklerini her daim yanımda hissettiğim, çok kıymetli 'Kulis' üyelerine, sevgi ve teşekkürlerimi sunarım.

Bu doktora tezi, Hacettepe Üniversitesi Bilimsel Araştırmalar Birimi tarafından desteklenmiştir.

ÖZET

Guney, H. Patellofemoral Ağrı Sendromunda Farklı İzokinetik Kuvvet Eğitimlerinin Karşılaştırılması, Hacettepe Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Programı, Doktora Tezi, Ankara, 2014.

Bu çalışmanın amacı Patellofemoral ağrı sendromlu kadınlarda, tek başına eksentrik eğitim (EKS), tek başına konsentrik eğitim (KONS) ve kombine eğitimin (hem eksentrik, hem konsentrik) etkilerini araştırmak ve karşılaştırmaktır. Çalışmanın birincil hipotezi kombine eğitimin eksentrik ve konsentrik eğitimden daha etkili olacağı yönündeydi. Patellofemoral ağrı sendromu tanısı alan 34 hasta rastgele KONS (n=13), EKS (n=10) ve Kombine (n=11) eğitim grubuna dahil edildi. Çalışmanın parametreleri, M. Quadriceps femoris kas kuvveti ve Hamstring kas kuvveti, ağrı seviyesi, diz eklem pozisyon hissi, fonksiyonel seviye, performans seviyesi ve kaygı düzeyi idi. Hastalar 8 hafta suresince haftada 3 kez izokinetik dinamometre cihazında egzersiz eğitimine alındı. Tüm parametreler çalışmanın başlangıcında ve 8 haftanın sonunda ölçüldü. Bu çalışmanın sonunda, M. Quadriceps femoris eksentrik kuvveti üzerinde Kombine ve EKS eğitimin KONS eğitimden daha etkili olduğu görüldü ($p<0.05$); konsentrik kuvveti üzerinde ise KONS eğitimin EKS ve Kombine eğitimden daha etkili olduğu bulundu ($p<0.05$). Hamstring eksentrik kas kuvveti sonuçlarında ise gruplar arası fark bulunmazken ($p>0.05$), konsentrik kuvveti üzerinde KONS eğitimin, EKS ve Kombine eğitimden daha etkili olduğu görüldü ($p<0.05$). Merdiven inip çıkma, çömelme ve oturma sırasındaki ağrı şiddetleri gruplar arasında benzerdi ($p>0.05$). Dinlenmedeki ağrı şiddeti EKS ve Kombine grupta benzer ($p>0.05$) ve KONS gruptan düşük olduğu görüldü ($p<0.05$). Eklem pozisyon hissi üzerinde Kombine eğitim ve EKS eğitimin, KONS eğitimden daha etkili olduğu bulundu ($p<0.05$). Fonksiyonel seviye, performans ve kaygı düzeyi açısından gruplar arasında fark yoktu ($p>0.05$). Her üç grubun tedavi sonrası tüm ölçüm parametrelerinde, başlangıç değerlerine oranla anlamlı iyileşme saptandı ($p<0.05$). Bu sonuçlara göre, PFAS'de kas kuvveti ve propriyosepsiyonun iyileştirilmesinde kombine eğitim konsentrik eğitimden daha etkili bulunurken, eksentrik eğitim ile benzer bulundu. PFAS tedavisinde, eksentrik eğitimin önemli yeri olduğu ve egzersiz programlarında konsentrik kuvvetlendirmenin yanı sıra mutlaka eksentrik egzersizlere de yer verilmesinin gerektiği sonucuna varıldı.

Anahtar kelimeler: Patellofemoral ağrı sendromu, eksentrik eğitim, konsentrik eğitim, izokinetik egzersiz, rehabilitasyon

Destekleyen Kurumlar: H.Ü.B.A.B., Tez Destekleme. Proje No: 013T02102001

ABSTRACT

Guney, H. Comparison of Different Isokinetic Strength Trainings in Patellofemoral Pain Syndrome. Hacettepe University, Institute of Health Sciences, Physical Therapy and Rehabilitation Program, PhD Thesis, Ankara, 2014. The aim of this study was to assess and to compare the efficacy of on each eccentric training (ECC), o concentric training (CON) and combined eccentric and Concentric training in women patients with Patellofemoral pain syndrome. The primary hypothesis was that Combined training would be more effective then ECC and CON training groups. Thirty-four patients were divided into three groups CON (n=13), ECC (n=10) and Combined training (n=11), randomly. The primary outcome measurement was M. Quadriceps femoris muscle strength. Secondary outcome measurements were Hamstring muscle strength, pain levels, knee joint position sense, functional level and performance and anxiety level. The patients were trained three times a week through 8 weeks. The measurements were applied before and 8 weeks after training. The results of this study showed that while Combined and ECC training were more effective on increasing M. Quadriceps femoris eccentric strength than CON training ($p<0.05$), CON training was more effective on concentric strength than ECC and Combined training ($p<0.05$). There were no group differences in pain levels during ascending and descending stairs, squatting and sitting. While there were no group differences in pain levels during resting between ECC and Combined group, the pain levels were found lower in both groups compared to CON group. While, there were no group differences on Hamstring eccentric strength ($p>0.05$), CON training was found more effective on concentric muscle strength than ECC and Combined training ($p<0.05$). Combined and ECC training groups were found more effective on joint position sense than CON training group. There were no group differences on functional levels, performance and anxiety levels ($p>0.05$). All outcome measurements were improved before and after 8 weeks training in all groups. According to these results, combined and eccentric training were seem more effective on improving muscle strength and joint position sense than concentric training. This study showed that eccentric training has a positive effect on improving patellofemol pain syndrome symptoms. We recommended that PFAS rehabilitation program should include both eccentric and concentric training.

Key words: Patellofemoral pain syndrome, eccentric training, concentric training, isokinetic exercise, rehabilitation

İÇİNDEKİLER

ONAY SAYFASI	iii
TEŞEKKÜR	iv
ÖZET	v
ABSTRACT	vi
İÇİNDEKİLER	vii
SİMGELER VE KISALTMALAR	x
ŞEKİLLER	xi
TABLolar	xiii
1. GİRİŞ	1
2. GENEL BİLGİLER	4
2.1. Patellofemoral Ağrı Sendromu	4
2.2. Patellafemoral Ağrı Sendromuna Neden Olan Faktörler	5
2.2.1. Patelladaki Hareket Bozukluğu	6
2.2.2. Vastus Medialis ve Vastus Lateralis Kasılma Paterni	7
2.2.3. Patellofemoral Konum Bozukluğu	8
2.2.4. Arka Ayak Eversiyon Artışı	11
2.2.5. Diz Çevresi Yumuşak Dokulardaki Kısılıklar	12
2.2.6. M. Hamstring Kuvvet Kaybı ve Kısılığı	13
2.2.7. Diz- Omurga Sendromu	13
2.2.8. Propriyosepsiyon Kaybı	13
2.2.9. Psikolojik Faktörler	14
2.3. Patellofemoral Ağrı Sendromu'nda Tedavi Yöntemleri	15
2.3.1. Bantlama	16
2.3.2. Dizlik	18
2.3.3. Ayak Takviyeleri	18
2.3.4. Egzersiz Tedavisi	19
3. BİREYLER ve YÖNTEM	24
3.1. Bireyler	24
3.2. Yöntem	25

3.2.1. Çalışma Planı	25
3.2.2. Değerlendirmeler	25
3.2.3. Tedavi Programı	30
3.3. İstatistiksel Analiz	32
4. BULGULAR	34
4.1. Demografik Özellikler ile İlgili Bulgular	34
4.2. Ağrı Şiddeti ile İlgili Bulgular	34
4.2.1. Ağrı Şiddeti Bulgularının Tedavi Öncesi- Tedavi Sonrası Karşılaştırılması	34
4.2.2. Ağrı Şiddeti Bulgularının Tedavi Öncesi- Tedavi Sonrası Grup İçi Karşılaştırılması	36
4.3. Eksentrik Kuvvet Bulgularının Karşılaştırılması	37
4.3.1. M. Quadriceps femoris Eksentrik Kuvvet Bulgularının Gruplar Arası Farklarının Karşılaştırılması	37
4.3.2. Etkilenen Taraf M. Quadriceps Femoris Eksentrik Kuvvet Bulgularının Grup İçi Farklarının Karşılaştırılması	40
4.3.3. Tedavi Öncesi ve Sonrası Etkilenen Taraf ve Diğer Taraf M. Quadriceps Femoris Eksentrik Kuvvet Bulgularının Karşılaştırılması	41
4.3.4. Etkilenen taraf Hamsting Eksentrik Kuvvet Bulgularının Gruplar Arası Farklarının Karşılaştırılması	43
4.3.5. Etkilenen Taraf Hamstring Eksentrik Kas Kuvvet Farklarının Grup İçi Karşılaştırılması	44
4.4. Konsentrik Kuvvet Bulgularının Karşılaştırılması	45
4.4.1. M. Quadriceps Femoris Konsentrik Kuvvet Farklarının Gruplar Arası Karşılaştırılması	45
4.4.2. Etkilenen Taraf M. Quadriceps Femoris Konsentrik Kuvvet Farklarının Grup İçi Karşılaştırılması	48
4.4.3. Tedavi Öncesi ve Sonrası Etkilenen Taraf ve Diğer Taraf M. Quadriceps Femoris Konsentrik Kuvvet Bulgularının Karşılaştırılması	49
4.4.4. Etkilenen Taraf Hamstring Konsentrik Kuvvet Farklarının Gruplar Arası Karşılaştırılması	51

4.4.5. Etkilenen Taraf Hamsting Konsentrik Kuvvet Farklarının Grup İçi Karşılaştırılması	54
4.5. Eklem Pozisyon Hissi ile İlgili Bulgular	55
4.5.1. Eklem Pozisyon Hissi Bulgularının Gruplar Arası Karşılaştırılması	55
4.5.1. Etkilenen Taraf Eklem Pozisyon Hissi Bulgularının Grup İçi Karşılaştırılması	57
4.5.2. Etkilenen Taraf ve Diğer Taraftaki Eklem Pozisyon Hissi Bulgularının Karşılaştırılması	58
4.6. Performans Testleri ile İlgili Bulgular	60
4.6.1. Performans Testi ile ilgili Bulguların Gruplar Arası Karşılaştırılması	60
4.6.2. Etkilenen Taraf Performans Testi Bulgularının Grup İçi Karşılaştırılması	60
4.6.3. Performans Testi ile İlgili Bulguların Etkilenen Taraf ve Diğer Tarafta Karşılaştırılması	61
4.6.4 Fonksiyonel Seviye Bulgularının Tedavi Öncesi ve Tedavi Sonrası Karşılaştırılması	62
4.7. Kaygı Seviyesi ile İlgili Bulgular	64
5. TARTIŞMA	66
6. SONUÇLAR ve ÖNERİLER	78
KAYNAKLAR	80
EKLER	
Ek 1. Etik Kurul Onay Formu	
Ek 2. Kujala Patellofemoral Skorlama Sistemi	
Ek 3. Hopkins Semptom Listesi	

SİMGELER VE KISALTMALAR

PFAS	: Patellofemoral Ağrı Sendromu
VMO	: Vastus Medialis Obliquus
VL	: Vastus Lateralis
AKZ	: Açık Kinetik Zincir
KKZ	: Kapalı Kinetik Zincir
cm	: Santimetre
kg	: Kilogram
m	: Metre
m ²	: Metrekare
MRG	: Manyetik Rezonans Görüntüleme
KONS	: Konsentrik Eğitim
EKS	: Eksentrik Eğitim
Kombine	: Konsentrik ve Eksentrik Eğitim Birlikte
N	: Sayı
Ort	: Ortalama
p	: Hesaplanan Yanılma Olasılığı
SPSS	: <i>Statistical Processing For The Social Sciences Software</i>
X	: Ortalama
SS	: Standart Sapma
TÖ	: Tedavi Öncesi
TS	: Tedavi Sonrası
SAÖ	: Sayısal ağrı ölçütü
HSCL-25	: Hopkins Semptom Listesi-25
Nm	: Newton metre
VKİ	: Vücut Kütle İndeksi
z	: Hesaplanan İstatistik Değeri
k ²	: Hesaplanan ki-kare değeri
%	: Yüzde
NY	: New York
ABD	: Amerika Birleşik Devletleri

ŞEKİLLER

Şekil 2.2.1.	Patelladaki hareket bozukluğu. Patellanın laterale kaymasında artış (a), Patellanın rotasyonda artış (b), patellar tiltte artış (c).	7
Şekil 2.2.3.1.	(A) Dinamik veya fonksiyonel konum bozukluğu. Femur internal rotasyonunda artış, tibia internal rotasyonunda artış veya her ikisinde birden artan internal rotasyon sonucu valgus kuvveti. (B) Q açısı ve Valgus Vektörü (VV). Q açısı, diz ekstansiyonunun son derecelerinde valgus vektörü oluşturur. (5)	10
Şekil 2.2.3.2.	(A) Tek ayak çömelme testi. (B) Tek bacak üzerinde durma testi.	11
Şekil 2.2.4.	Ayak eversiyonunda artış, tibia internal rotasyonunda artış.	12
Şekil 2.2.	Patellofemoral ağrı sendromuna neden olan biyomekanik faktörler	15
Şekil 2.3.	Yük-Frekans dağılımı eğrisi	16
Şekil 2.3.1.	McConnell Bantlama uygulaması	17
Şekil 3.2.1.	İzokinetik kas kuvveti değerlendirme pozisyonu.	26
Şekil 3.1.1.	Çalışmaya dahil edilen hastaların akış çizelgesi.	27
Şekil 3.3.2.	Eklem pozisyon hissi değerlendirmesi. (A) 20° diz fleksiyon hedef açısı. (B) 60° diz fleksiyon hedef açısı.	28
Şekil 4.2.1.	Dinlenmedeki ağrı şiddetinin tedavi öncesi ve sonrası gruplara göre dağılımı	35
Şekil 4.3.1.1.	60°/s açısal hızda etkilenen taraf Quadriceps femoris eksentrik kuvvetinin gruplar arası ve zamana göre dağılımı	38
Şekil 4.3.1.2.	120°/s açısal hızda etkilenen taraf Quadriceps femoris eksentrik kuvvetinin gruplar arası ve zamana göre dağılımı	39
Şekil 4.3.1.3.	180°/s açısal hızda etkilenen taraf Quadriceps femoris eksentrik kuvvetinin gruplar arası ve zamana göre dağılımı	40
Şekil 4.4.1.1	60°/s açısal hızda etkilenen taraf M. Quadriceps femoris konsentrik kuvvetinin gruplar arası ve zamana göre dağılımı	46
Şekil 4.4.1.2.	120°/s açısal hızda etkilenen taraf Quadriceps femoris konsentrik kuvvetinin gruplar arası ve zamana göre dağılımı	47

Şekil 4.4.1.3.	180°/s açısal hızda etkilenen taraf Quadriceps femoris konsentrik kuvvetinin gruplar arası ve zamana göre dağılımı	48
Şekil 4.4.4.1.	60°/s açısal hızda etkilenen taraf Hamstring konsentrik kuvvetinin gruplar arası ve zamana göre dağılımı.	52
Şekil 4.4.4.2.	120°/s açısal hızda etkilenen taraf Hamstring konsentrik kuvvetinin gruplar arası ve zamana göre dağılımı	53
Şekil 4.4.4.3.	180°/s açısal hızda etkilenen taraf Hamstring konsentrik kuvvetinin gruplar arası ve zamana göre dağılımı	54
Şekil 4.5.1.1	20° diz fleksiyon eklem pozisyon hissi bulgularının gruplar arası ve zamana göre dağılımı.	56
Şekil 4.5.1.2.	60° diz fleksiyon eklem pozisyon hissi bulgularının gruplar arası ve zamana göre dağılımı	57
Şekil 4.6.	Kujala Patellofemoral Skorlama Sistemi bulgularının gruplar arası ve zamana göre dağılımı	63
Şekil 4.7.	Hopkins Semptom Listesi-25 puanının gruplar arası ve zamana göre dağılımı	64

TABLOLAR

Tablo 3.2.3.	Eğitim programının dozu ve açısal hızı	30
Tablo 4.1.	Hastaların demografik özelliklerinin karşılaştırılması	34
Tablo 4.2.1.	Ağrı şiddeti bulgularının tedavi öncesi ve sonrası gruplar arası karşılaştırılması.	36
Tablo 4.2.2.	Ağrı şiddeti bulgularının tedavi öncesi ve sonrası grup içi karşılaştırılması	37
Tablo 4.3.2.	M. Quadriceps femoris eksentrik kuvvet bulgularının tedavi öncesi ve tedavi sonrası karşılaştırılması.	41
Tablo 4.3.3.1.	60°/s açısal hızda M. Quadriceps femoris eksentrik kuvvet bulgularının tedavi öncesi ve sonrası etkilenen ve diğer taraf karşılaştırılması.	42
Tablo 4.3.3.2.	120°/s açısal hızda M. Quadriceps femoris eksentrik kuvvet bulgularının tedavi öncesi ve sonrası etkilenen ve diğer taraf karşılaştırılması.	42
Tablo 4.3.3.3.	180°/s açısal hızda M. Quadriceps femoris eksentrik kuvvet bulgularının tedavi öncesi ve sonrası etkilenen ve diğer taraf karşılaştırılması.	43
Tablo 4.3.4	Hamstring eksentrik kas kuvvet bulgularının tedavi öncesi ve tedavi sonrası karşılaştırılması.	44
Tablo 4.3.5.	Hamstring eksentrik kas kuvvet bulgularının tedavi öncesi ve tedavi sonrası karşılaştırılması (ortalama± standart sapma).	44
Tablo 4.4.2.	M. Quadriceps femoris konsentrik kuvvet bulgularının tedavi öncesi ve tedavi sonrası karşılaştırılması.	49
Tablo 4.4.3.1.	60°/s açısal hızda M. Quadriceps femoris konsentrik kuvvet bulgularının tedavi öncesi ve sonrası etkilenen ve diğer taraf karşılaştırılması.	50
Tablo 4.4.3.2.	120°/s açısal hızda M. Quadriceps femoris konsentrik kuvvet bulgularının tedavi öncesi ve sonrası etkilenen ve diğer taraf karşılaştırılması (ortalama± standart sapma).	50

Tablo 4.4.3.3. 180°/s açısız hızda M. Quadriceps femoris konsentrik kuvvet bulgularının tedavi öncesi ve sonrası etkilenen ve diğer taraf karşılaştırılması (ortalama± standart sapma).	51
Tablo 4.4.5. Hamstring konsentrik kas kuvvet bulgularının tedavi öncesi ve tedavi sonrası karşılaştırılması.	55
Tablo 4.5.1. Etkilenen taraf eklem pozisyon hissi bulgularının tedavi öncesi ve sonrası karşılaştırılması.	58
Tablo 4.5.2.1. Tedavi öncesi ve sonrası 20° diz fleksiyonundaki eklem pozisyon hissi değerlerinin etkilenen ve diğer tarafta karşılaştırılması.	59
Tablo 4.5.2.2. Tedavi öncesi ve sonrası 60° diz fleksiyonundaki eklem pozisyon hissi değerlerinin etkilenen ve diğer tarafta karşılaştırılması	59
Tablo 4.6.1. Performans testleri bulgularının gruplar arası tedavi öncesi ve sonrası karşılaştırılması.	60
Tablo 4.6.2. Etkilenen taraf performans testi ile ilgili bulguların tedavi öncesi ve tedavi sonrası grup içi karşılaştırılması.	61
Tablo 4.6.3. Performans testi ile ilgili bulguların tedavi öncesi etkilenen ve diğer taraf grup içi karşılaştırılması.	62
Tablo 4.6. Kujala Patellofemoral Puanlama Sistemi bulgularının tedavi öncesi ve sonrası karşılaştırılması.	63
Tablo 4.7. Hopkins Semptom Listesi-25 bulgularının tedavi öncesi ve sonrası karşılaştırılması.	65

1. GİRİŞ

Patellofemoral ağrı sendromu (PFAS), erişkinlerde ön diz ağrısı ile karakterize en yaygın kas iskelet sistemi problemidir (1,2) . Patellofemoral ağrı sendromunda oluşan ağrının etiyojisi tam olarak bilinmemekle birlikte yavaş ve yaygın karakter göstererek ilerler (3) . PFAS başta M. Quadriceps femoris kuvvet kaybı olmak üzere birçok faktöre bağlı olarak gelişmektedir (4,5) . PFAS'ye neden olan faktörler şu şekilde sıralanabilir: patelladaki hareket bozukluğu, patellofemoral konum bozukluğu, diz çevresi yumuşak dokularındaki kısalık, Vastus Medialis ve Vastus Lateralis kasılma paternindeki faklar, ayak biyomekaniğindeki değişiklikler, omurga problemleri, propriyosepsiyon kaybı, psikolojik faktörlerin rolü (4-6) .

Patellofemoral ağrı sendromunun tedavisinde temel amaç, ağrısız diz fonksiyonuna ulaşmaktır. Patellofemoral eklem aşırı yük binmesi sonucu eklem homeostazisi (iç denge) bozulur (7) . Yük-frekans dağılımındaki dengesizlik, eklem homeostazisinin bozulmasına ve yaralanmalara yol acar (7) . Tedavi prensiplerinin temelinde, eklem homeostazisi korunarak yüklenme yapılması hedeflenir. Rehabilitasyonun ilerletilmesi de yine yük-frekans dağılımı esasına dayanmaktadır (8) .

Patellofemoral ağrı sendromunun tedavisinde birçok yöntem kullanılmaktadır (9-14) . Patellar konumu düzeltmek için dizlik ve bantlama yöntemlerinin (12,14) , ayak biyomekaniğindeki değişiklikleri düzeltmek için takviyelerin kullanıldığı belirtilmektedir (12,14-16) . Tedavi yöntemleri arasında en etkili olanı egzersiz eğitimidir (17) . Kısalmış yapılar için germe egzersizleri ve kuvvet kaybı olan kaslar için kuvvetlendirme egzersizleri kullanılmaktadır. Kuvvet kaybına yönelik egzersizlerin hem açık kinetik, hem de kapalı kinetik zincir paterninde yapılması gerekmektedir (13,17,18) .

Klinikte, kasların kuvvetlendirilmesinde izometrik, izotonik ve izokinetik egzersizler kullanılmaktadır. İzometrik egzersizler diz ağrısını ve patellar kompresyon kuvvetini azaltmaktadır; fakat tek bir açıda kuvvetlendirme sağlaması ve fonksiyonel performansı arttırmaması nedeniyle daha az tercih edilmektedir (13,19) . İzokinetik egzersizler ile farklı açısal hızlar kullanılarak fonksiyonel performansta ve kas kuvvetinde daha belirgin bir artış elde edilebilir (20) . Eksentrik

egzersizlerin hasta tarafından öğrenilmesi ve uygulanması, konsentrik egzersizlere göre daha karmaşık ve zordur (21) . Dinamik bir kasılma olan eksentrik kasılma sırasında eklem açısı artarken, kasın boyu uzar (13,21) . Bu tip kasılmada kasta oluşan net gerilim kuvveti, konsentrik kasılma mekanizması ile oluşturulan kuvvetten fazladır. Yaralanmaların hareketin sıklıkla eksentrik fazında olduğu düşünülerek son yıllarda eksentrik kuvvet eğitimi tercih edilmektedir (21) .

Patellofemoral ağrı sendromlu hastalarda birincil olarak görülen M. Quadriceps femoris kuvvet kaybının, hem eksentrik, hem de konsentrik yönde olduğu gösterilmiştir (22,23) . Yapılan birçok çalışmada konsentrik kuvvet eğitiminin, PFAS semptomlarını azalttığı ileri sürülmüştür (23-25) . Eksentrik kuvvet eğitiminin PFAS semptomları üzerinde olumlu etkilerini gösteren çalışma sayısı ise oldukça sınırlıdır (23,25) . Literatür incelendiğinde, patellofemoral ağrı sendromlu hastalarda hem eksentrik hem konsentrik kuvvet eğitiminin PFAS semptomları üzerine etkisini araştıran bir çalışmaya rastlanmamıştır.

Bu nedenle bu çalışmada, PFAS'li hastalarda tek başına eksentrik eğitim, tek başına konsentrik eğitim ve hem eksentrik hem konsentrik birlikte verilen eğitimlerin karşılaştırılması amaçlanmıştır.

Bu çalışma için belirlenen hipotezler aşağıda sıralanmıştır:

Hipotez 1: Patellofemoral ağrı sendromlu hastaların M. Quadriceps femoris kuvvetlendirilmesinde kombine eğitim, izole konsentrik ve izole eksentrik eğitimden daha etkilidir.

Hipotez 2: Patellofemoral ağrı sendromlu hastaların ağrı iyileşmesinde kombine eğitim, izole konsentrik ve izole eksentrik eğitimden daha etkilidir.

Hipotez 3: Patellofemoral ağrı sendromlu hastaların eklem pozisyon hissi iyileşmesinde kombine eğitim, izole konsentrik ve izole eksentrik eğitimden daha etkilidir.

Hipotez 4: Patellofemoral ağrı sendromlu hastaların fonksiyonel seviyesinin artırılmasında kombine eğitim, izole konsentrik ve izole eksentrik eğitimden daha etkilidir.

Hipotez 5: Patellofemoral ağrı sendromlu hastaların kaygı seviyesinin azalmasında kombine eğitim, izole konsentrik ve izole eksentrik eğitimden daha etkilidir.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Patellofemoral Ağrı Sendromu

Patellofemoral ağrı sendromu (PFAS), erişkinlerde ön diz ağrısı ile karakterize en yaygın kas iskelet sistemi problemidir (1,2) . Kadınlar erkeklere oranla iki kat daha fazla etkilenmekle birlikte (1,2,26) , PFAS görülme sıklığının erkeklerde %18.1 ve kadınlarda %32.2 olduğu belirtilmiştir (27) .

Ön diz ağrısını meydana getiren temel faktörler diz ekstansör mekanizmasındaki aşırı kullanıma bağlı yaralanmalar (tendinit, tendinozis vb.), patellar instabilite ve kırıkta hasarı olarak sıralanmaktadır (7,28) .

Patellofemoral ağrı sendromu birçok faktöre bağlı olarak meydana gelmektedir (5,16) . Bu faktörler aşağıdaki şekilde sıralanabilir:

1. M. Quadriceps femoris kuvvet kaybı (Vastus medialis Obliquus ve Vastus Lateralis kuvvetlerinde dengesizlik, ateşleme frekansındaki bozukluk ve kontraksiyona başlama süresindeki dengesizlik)
2. M. Hamstring kuvvetinde ve esnekliğinde azalma
3. Lateral retinakular yapılarda gerginlik
4. Arka ayak eversiyonunda artış
5. Aşırı kilo
6. Geniş pelvis
7. Femoral anteversiyonda değişim
8. Travma veya aşırı kullanım
9. Patellar konum bozukluğu
10. Uygun olmayan ayakkabı kullanımı
11. Yanlış antrenman
12. Genu valgum, genu varum veya rekurvartum

PFAS'de oluşan ağrı yaygın karakterlidir ve yavaş ilerler (4) . Dizler bükülü pozisyonda uzun süreli oturma, merdiven inip- çıkma ve çömelme gibi patellofemoral reaksiyon kuvvetinin fazla olduğu aktivitelerde ağrı tetiklenir (28,29)

Patellofemoral ağrı sendromunda oluşan ağrının etiyojisi tam olarak bilinmemektedir. Genel bir görüş olarak ağrının ekstansör mekanizmadan veya subkondral kemikten kaynaklandığı düşünülmektedir (3,4,28) . Patelladaki hareket bozukluğu nedeniyle patellofemoral eklem stresleri artar ve normalde sağlıklı kıkırdak tarafından karşılanması beklenen basınç değişimleri eklem kıkırdağına hasar verir. Eklem kıkırdağının hasar görmesi sonucu normalden fazla stres altında kalan subkondral kemikteki ağrı reseptörlerinin uyarılması sonucu ağrı oluşmaktadır (4,30) . Ayrıca, patellofemoral streslerin artması subkondral kemik metabolizmasında artış ile sonuçlanır (7) .

Patellar retinakulum, Hoffa'nın yağ yastığı ve subkondral kemikte P maddesinden (ağrı mekanizmasında rol oynayan bir nörotransmitter) zengin sinir uçları olduğunu gösteren çalışmalar, bu yapıların PFAS'de oluşan ağrı mekanizmasında önemli rol oynadığı vurgulamaktadır (31-33) . Son yıllarda yapılan çalışmalar, patelladaki hareket bozukluğu nedeniyle oluşan mekanik streslerin, lateral retinakulumdaki P maddesi miktarının artırdığını göstermiştir (6,32) .

Patellofemoral ağrı oluşumunda periferik mekanizmaların yanı sıra santral mekanizmalar da rol oynar . Yapılan bir çalışmada, PFAS'li adölesanların diz çevresindeki ağrı eşiğinin sağlıklı kontrollere göre daha düşük olduğu, bir diğer deyişle lokal hiperaljezi meydana geldiğini gösterilmiştir (34) .

2.2. Patellafemoral Ağrı Sendromuna Neden Olan Faktörler

Patellofemoral ağrı sendromunun etiyojisi tam olarak bilinmemekle birlikte, son yıllarda yapılan çalışmalar ağrının ortaya çıkmasında farklı etkenlerin rol oynadığını vurgulamaktadır (4,5,34) . Ağrıyı tetikleyen nedenlerin karakteristik özelliklerinin birbirinden farklı olması nedeniyle, bu özelliklere yönelik tedavi yöntemleri uygulanmalıdır (5,6,35) .

PFAS'ye ağrı, şişlik, kilitlenme, kondrolmalazi patella, bağ problemleri, meniskus yırtığı gibi birçok problem eşlik ettiğinden ayırıcı tanının konulması oldukça güçtür. Günümüzde, etkin bir tedavi için kesin tanıya ihtiyaç duyulmaktadır. Kesin tanının konulmasında, kas kasılma paternlerini değerlendiren elektromyografik (EMG) ölçümlerin, patellar konum değerlendirilmesinde kullanılan radyolojik görüntüleme tekniklerinin (X-Ray, Manyetik rezonans görüntüleme gibi), alt

ekstremitedeki biyomekaniksel değişimlerin incelendiği yürüyüş analizlerinin ve kas kuvveti ve propriyosepsiyon değerlendiren izokinetik dinamometre sistemlerinin büyük önemi vardır (5,22,31,36) .

PFAS, alt ekstremiteyi içeren birçok fonksiyonel problemin bir araya gelmesiyle oluşur. Hastalığa neden olan faktörlerin belirlenmesinde bir sınıflandırma sistemi henüz geliştirilmemiştir. Günümüzde, araştırmacılar hikaye, detaylı fiziksel değerlendirme, kas kuvvet kayıpları ve alt ekstremitte dizilim bozukluğunu içeren değerlendirmeler sonucu PFAS'ye neden olan faktörleri sınıflandırmaktadır.

Patellofemoral Ağrı Sendromu'na neden olan faktörler aşağıdaki şekilde gruplandırılmaktadır:

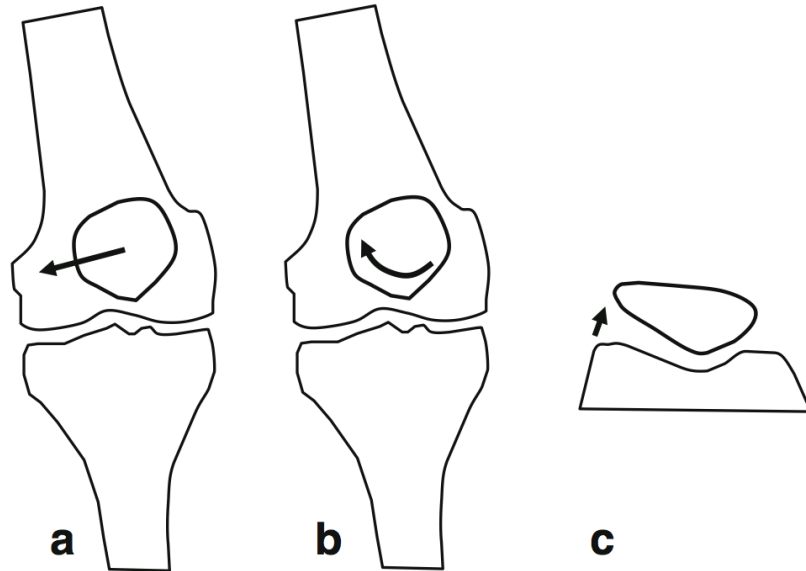
2.2.1. Patelladaki Hareket Bozukluğu

Patelladaki hareket bozukluğu, ağrı ve instabiliteye yol açan ve patellofemoral ağrı sendromunun bilinen en karakteristik özelliğidir. Patellanın normal hareketleri patellanın troklear oluktaki tilti ve medio-lateral kayma hareketi olarak düşünölmektedir (37) . Patelladaki hareket bozukluğu, laterale kayma, rotasyon ve tilt hareketindeki değişimler sonucu oluşur (37) (Şekil 2.2.1).

Patella hareketlerindeki bozulma, troklear oluğun lateral faseti ve yumuşak dokular (Quadriceps femoris kası) tarafından kontrol edilir ve diz fleksiyonu sırasında bu bozulma artarken, tam ekstansiyon ve erken fleksiyon derecelerinde azalmaktadır (37) . Diz ekstansiyondan fleksiyona gittiğinde patellar tiltte ve laterale doğru yer değiştirmede artış meydana gelmesiyle, patellofermoral eklemin trokleanın lateral faseti ile olan temas alanı artar (38,39) . Temas alanındaki bu artışın PFAS'de ağrı oluşumunu tetiklediği düşünölmektedir.

Son zamanlarda yapılan çalışmalar patelladaki hareket bozukluğunun PFAS oluşumunda kilit bir rol oynadığını göstermektedir. Patellofemoral ağrı sendromuna neden olan birçok faktör dolaylı olarak patelladaki hareket bozukluğunu tetikler (5,39) . Fonksiyonel manyetik rezonans görüntöleme (MRG) ile değerlendirilen PFAS'li hastalarda, çömelme pozisyonunda patellanın laterale yer değiştirmesi ve tiltinde artış olduğunu vurgulanmaktadır (31) . Ayrıca, hipermobil patellaya sahip kişilerde, patelladaki hareket bozukluğundan dolayı PFAS semptomlarına

rastlanmaktadır (40) . Hareket analiz sistemi ile patellar hareketin incelendiği bir diğer çalışmada ise, PFAS'li hastalarda diz tam ekstansiyondan 90° fleksiyona geldiğinde, patellanın laterale yer değiştirmesinde ve tiltinde belirgin bir artış olduğu gösterilmektedir (41) .



Şekil 2.2.1. Patelladaki hareket bozukluğu. Patellanın laterale kaymasında artış (a), Patellanın rotasyonda artış (b), patellar tiltte artış (c). (5)

2.2.2. Vastus Medialis ve Vastus Lateralis Kasılma Paterni

Rectus femoris, Vastus Lateralis, Vastus Medialis Obliquus ve Vastus Intermedius olmak üzere dört parçadan oluşan M. Quadriceps femoris'in tendonu, patellayı medial ve lateralden saracak şekilde tibial tuberküle tutunur. Patella bu tendon içinde yer almaktadır. Femurdan, femur eksenine paralel başlayan Vastus Medialis Obliquus (VMO) ve Vastus Lateralis (VL), femurun anatomik eksenini üzerinde patellayla birleşirler (42,43) . Böylece, VMO patellayı mediale çekerken, VL patellayı laterale doğru çekmektedir. Patellanın, troklear oluktaki stabilizasyonu VMO ile VL' nin aynı anda ve eşit miktarda kasılarak devreye girmesi ile sağlanır.

Koronal planda VMO femoral eksenden mediale doğru $45^{\circ} \pm 5^{\circ}$; VL ise laterale doğru $35^{\circ} \pm 4^{\circ}$ çekiş açısına sahiptir (43) . Bu nedenle bu kaslardan birinin zayıflığı, diğerinin de kasılma paterninin değişmesine neden olmaktadır (37) VL ile

VMO arasındaki kuvvet ve ateşleme zamanındaki değişimler patellanın troklear oluktaki stabilizasyonunu bozmaktadır.

Kasın enine kesit alanı, kasın güç oluşturma kapasitesini belirler. Örneğin, VMO, Quadriceps femoris kasının toplam gücüne %10'luk bir oranda katkı sağlar (43) . VMO gevşemiş halde iken, patella yaklaşık 6° tilt yapar ve 4 mm laterale doğru kayar. Bu durumda troklear oluk normal bir derinliğe sahip ise patellanın laterale daha fazla kaymasını engeller. M. Vastus Medialis Obliquus'un, Quadriceps femoris kas grubu içinde en erken kuvvet kaybına uğrayan kas olduğu ve PFAS'li hastalarda genellikle atrofik olduğu bilinmektedir (44) .

PFAS'li kişilerde VMO'nun gecikmiş kas aktivasyonu patelladaki hareket bozukluğu ile ilişkili bulunmuştur (45,46) . Bununla birlikte PFAS'de VMO ile VL kas aktivasyonunda bir dengesizlik mevcuttur (26) . VMO'nun VL'den daha geç aktive olduğu gösterilmektedir (40,47,48) . Kasılma paternindeki bu dengesizlik sağlıklı kontrollerde görülmezken, PFAS'li hastalarda özellikle merdiven inme ve çıkma sırasında belirgindir. M. Vastus Medialis Obliquus ve M. Vastus Lateralis kasılma paternindeki dengesizliğinin belirlenmesi, PFAS'de tedavi programının çizilmesinde önemli yer tutacaktır (5,6,47) .

2.2.3. Patellofemoral Konum Bozukluğu

Patella ile troklear oluktaki uyumun bozulması patellar konum bozukluğu olarak tanımlanır. Patellar konumdaki değişiklikler, Q açısı ve valgus stresleri ile doğrudan ilişkili olan statik konum bozukluğu ve ayrıca kalça ve ayak bileği stabilizasyonunun bozulması ile ilişkili olan dinamik (fonksiyonel) konum bozukluğu olarak ikiye ayrılır.

2.2.3.1. Statik Konum Bozukluğu

M. Quadriceps femoris'in çekiş açısı olarak da bilinen Q-açısı, spina iliaca anterior superior ve patella orta noktasını birleştiren hat ile bu nokta ve tuberositas tibiayı birleştiren hat arasında kalan açıdır. Q açısı daha çok statik konum bozukluğu hakkında bilgi verir. M. Quadriceps femoris'in kasılması ile Q açısı patellayı laterale doğru çeken bir valgus kuvveti oluşturur. Bir başka deyişle, diz ekstansiyonunun son derecelerinde valgus vektörü meydana gelmektedir (Şekil 2.3.3.1, B). Kalça

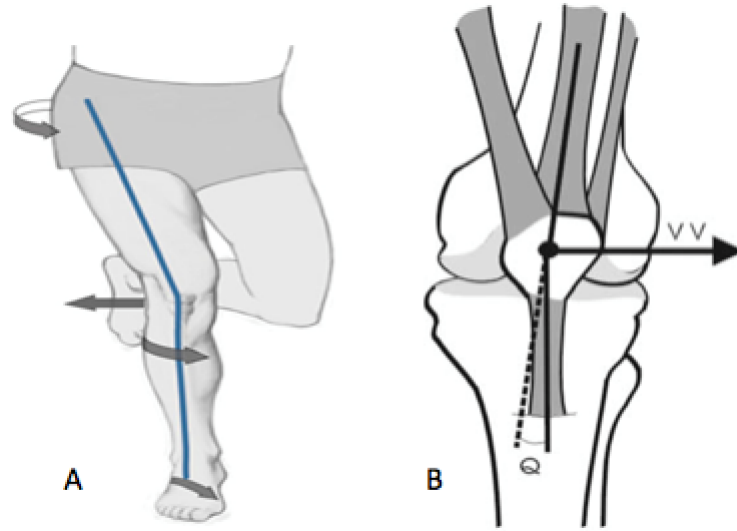
anteversiyonu ve artmış tibial external rotasyon, genu valgum, M. Tenson Facia Lata ve İliotibial banttaki gerginlik, M. Gluteus Medius kuvvet kaybı ve ayakta artmış eversiyon, Q acısını arttırır. Q açısındaki artış bir başka deyişle valgus vektöründeki artış, patellanın laterale subluksasyonunu tetikler, medial patellofemoral ligamenti zorlar ve patellar tendon gerilim kuvvetini arttırır (49) .

M. Quadriceps femoris tendonunun çekiş hattı ve femurun anatomik hattı birer doğru olarak kabul edilirse, bu iki doğru birbirine paralel değildir (43) Femur anatomik hattının daha medialde olması, laterale doğru olan kuvvet vektörünü (valgus vektörünü) arttırır. Q açısının normal değerleri kadınlar için 10° - 20° , erkekler için ise 8° - 10° 'dir.

Statik bir değerlendirme yöntemi olan Q açısının PFAS'yi doğrudan etkilediği yönündeki kanıtlar birbiriyle çelişmektedir. Yapılan çalışmaların bir kısmı Q açısındaki artışın PFAS ile ilişkili olduğunu gösterirken (50-52) , diğer kısmı ise bu ilişkinin zayıf olduğunu vurgulamaktadır (53) . Bir çalışmada, Q açısı 20° 'den fazla olan sporcuların diz yaralanma riski daha yüksek bulunmuşken (52) , diğerinde PFAS semptomlarının Q açısı ile düşük ilişkili olduğu gösterilmiştir (53) . Çalışmaların ortak görüşü, statik bir ölçüm olan Q açısının PFAS oluşumunu etkilediğini fakat, dinamik konum bozukluğunu oluşturan faktörlerin PFAS oluşumunda daha etkili bir rol oynadığı yönündedir.

2.2.3.2. Dinamik (Fonksiyonel) Konum Bozukluğu

Kalça çevresindeki kas kuvvet kaybına bağlı olarak, femurda internal rotasyon artar (54,55) . Femoral internal rotasyondaki artış, tibiadaki internal rotasyonun artmasına neden olur. Tibial internal rotasyondaki artışı tetikleyen bir diğer neden ise, ayak eversiyonundaki artıştır. Kalça ve ayakta meydana gelen bu problemler, dizde dinamik valgus stresi oluşturur (56,57) Bir diğer deyişle, fonksiyonel konum bozukluğu, doğrudan dizdeki problemlerden kaynaklanmaz. Özellikle, sıçradıktan sonra yere inme sırasında patellofemoral eklem üzerindeki valgus stresinin artması ile dinamik (fonksiyonel) konum bozukluğu meydana gelmektedir. Dinamik konum bozukluğu patelladaki hareket bozukluğunu tetikler ve patellanın lateral yer değiştirmesini arttırır (58) (Şekil 2.2.3.1. A).



Şekil 2.2.3.1. (A) Dinamik veya fonksiyonel konum bozukluğu. Femur internal rotasyonunda artış, tibia internal rotasyonunda artış veya her ikisinde birden artan internal rotasyon sonucu valgus kuvveti. (B) Q açısı ve Valgus Vektörü (VV). Q açısı, diz ekstansiyonunun son derecelerinde valgus vektörü oluşturur. (5)

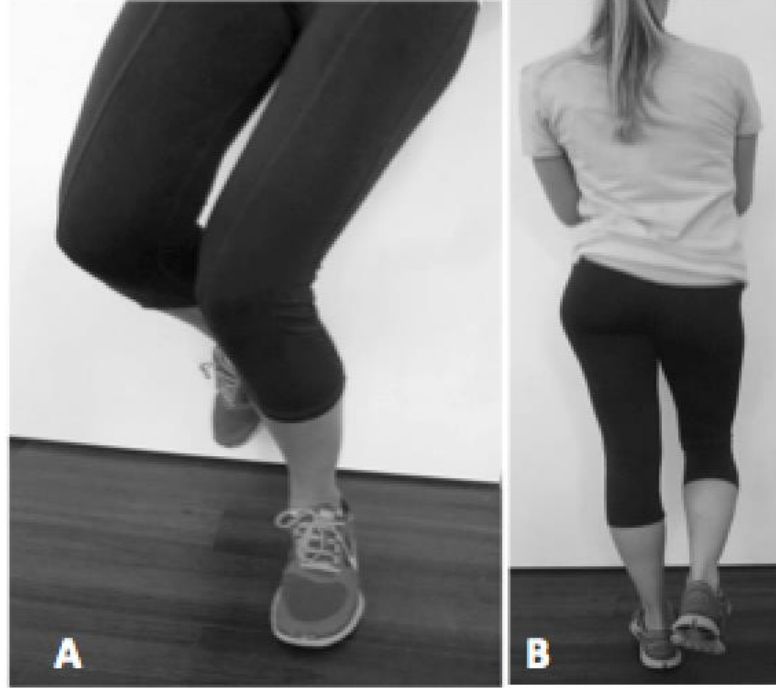
Fonksiyonel konum bozukluğu erkeklere oranla kadınlarda daha çok görülür (59,60) . PFPS'li genç kadın sporcularda diz abduksiyon momentinde artış olduğu belirlenmiştir (61) . Dizde dinamik valgus pozisyona neden olan bu artışın, doğrudan femur ve tibiadaki artmış internal rotasyonla ilişkili olduğu vurgulanmaktadır (61) . PFPS'li kişiler üzerinde yapılan bir çalışmada patellar tiltteki artış, artmış femoral internal rotasyonla ilişkili bulunmuştur (6) .

M. Gluteus Medius ve M. Gluteus Maksimus kuvvet kaybı, dizde valgus stresini artırır (56) PFPS'li hastalarda kalça abduktör, ekstansör ve eksternal rotatör kuvveti sağlıklı kişilere göre daha düşük bulunmuştur (54,55) . Kalça ve pelvis stabilizasyonunu sağlayan bu kaslardaki kuvvet kaybı, patellofemoral eklemden fonksiyonel konum bozukluğuna neden olur.

Fonksiyonel konum bozukluğu, tek ayak üzerinde çömelme testi ile değerlendirilir. Test sırasında dizde meydana gelen valgus pozisyonu, testin pozitif olduğunu ve kalça abduktörlerindeki zayıflığı gösterir (62) . (Şekil 2.2.3.2, A)

PFAS'li hastalarda kalça stabilizasyonu değerlendirilmesinde kullanılan bir diğer klinik test ise tek bacak üzerinde durma testidir. Hastadan, PFAS'li taraf ekstremitesi

üzerinde bir dakika boyunca durması istenir. Hastanın bu pozisyonu koruyamaması kalça çevresi kaslarında kuvvet kaybı olduğunu gösterir (5) (Şekil 2.2.3.2, B)



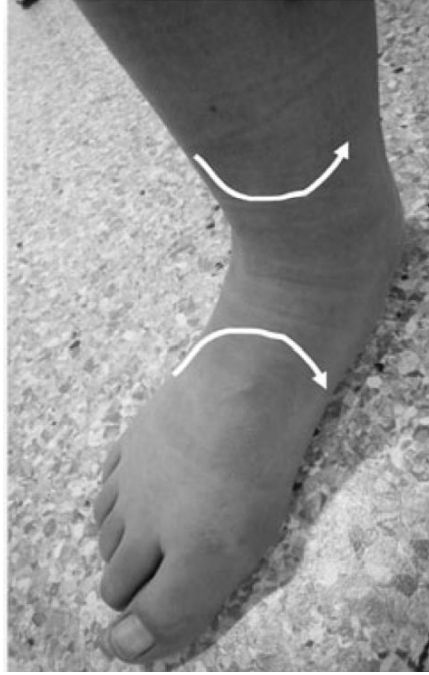
Şekil 2.2.3.2. (A) Tek ayak çömelme testi. (B) Tek bacak üzerinde durma testi. (5) .

Patellar konum bozukluğunun düzeltilmesi, hastanın günlük yaşam aktivitelerini ve egzersizlerini ağrısız gerçekleştirmesinde ve kıkırdak hasarının önlenmesinde oldukça büyük önem taşımaktadır.

2.2.4. Arka Ayak Eversiyon Artışı

PFAS'li hastalarda, ayak mekaniklerinin olumsuz yönde etkilendiği bilinmektedir. Kinetik analiz yöntemleri kullanılarak yapılan çalışmalarda, ayağın eversiyona gelme süresinin geciktiği, topuk vuruşu sırasında ön ayak inversiyonunun arttığı ve arka ayaktaki eversiyon oranının azaldığı gösterilmiştir (63) .

Patellofemoral ağrı sendromlu hastalarda arka ayakta eversiyon erken başlar ve normalden uzun süre devam eder (64) . PFAS'li hastaların eversiyon süresindeki bu artış, tibial internal rotasyonundaki artış ile ilişkilidir (65) (Şekil 2.2.4).



Şekil 2.2.4. Ayak eversiyonunda artış, tibia internal rotasyonunda artış. (5)

PFAS'li hastalar sağlıklı kontroller ile karşılaştırıldığında, ön ayakta abduksiyon ve arka ayakta eversiyon artışı olduğu ve bunun sonucunda pronasyonda duran bir ayak tipine sahip oldukları görülmüştür (66) . Yapılan bir diğer çalışmada ise, PFAS'li hastalarda navikular düşme seviyesinin arttığı belirtilmiştir. Bu biyomekaniksel değişimler, PFAS'li hastalarda pes planus ve planovalgusa sebep olmaktadır.

Ayak deformiteleri nedeniyle yürüyüş paternlerinde anormallik olduğu gözlenen PFAS'li hastaların fizyoterapi programında ortotik tedavi yaklaşımlarının eklenmesi oldukça önemlidir (67) .

2.2.5. Diz Çevresi Yumuşak Dokulardaki Kısılıklar

PFAS'li hastaların M. Hamstring, M. Gastrocnemius, M. Tensor Facia Lata ve M. Quadriceps femoris kaslarında sıklıkla kısıklık görülmektedir (68) . Ayrıca, lateral retinakulum ve İliotibial banttaki gerginlik PFAS'ye özgü semptomlar arasında yer alır.

İliotibial bant ve M. Tensor Facia Lata'nın patella ile doğrudan ilişkili olduğu kadavra çalışmaları ile gösterilmiştir (33) . İliotibial banttaki patellaya yapışan

‘Kaplan lifleri’ patellar hareketlilik üzerinde etkilidir. M. Tensor Facia Lata kısalığı ve Iliotibial bant gerginliği ‘Kaplan lifleri’ üzerinden patelladaki hareket bozukluğunu tetiklemektedir (33) . Lateral retinakulumdaki gerginlik patellar konum bozukluğuna ve ayrıca patelladaki hareket bozukluğuna neden olmaktadır.

2.2.6. M. Hamstring Kuvvet Kaybı ve Kısalığı

PFAS’li hastalarda sağlıklı kontrollerle karşılaştırıldığında Hamstring kas kısalığının yanı sıra kuvvet kaybı da görülmektedir (28,57) . M. Hamstring maksimal istemli kontraksiyonu sırasında lateral Hamstringlerin (M. Biceps femoris) , medial Hamstringlerden (M. Semitendinosus ve M. Semimembranosus) daha erken aktive olduğu gösterilmiştir.

EMG değerlendirilmesi yapılan bir çalışmada, Hamstring-Quadriceps ko-kontraksiyonunun PFAS’li hastalarda sağlıklı kontrollere göre daha düşük olduğu bir gösterilmiştir. Aynı çalışmada, PFAS’li kadınların Hamstring ve Gastrocnemius kas aktivasyonları yürüyüş ve koşma sırasında, erkeklere göre %30-50 oranında daha yüksek bulunmuştur. Yazarlar, kas aktivasyonundaki bu dengesizliğin, patellofemoral eklem reaksiyon kuvvetlerinde artış meydana getireceği yorumuna varmışlardır (69) .

2.2.7. Diz- Omurga Sendromu

Erişkin hastalarda, patellofemoral ağrı sendromu, lumbal lordoz ve sakral inklinasyon açısının incelendiği bir çalışmada, ön diz ağrısı olan ve olmayan kişilerde inklinasyon açısının değiştiği bulunmuştur. Sakral inklinasyon açısının yaklaşık olarak 5° kadar azaldığı gösterilmiştir. PFAS’li hastalarda rastlanan bu patolojiye, ‘diz-omurga sendromu’ adı verilir (70) .

2.2.8. Propriyosepsiyon Kaybı

Kronik patellofemoral ağrı sendromunda patellanın konum bozukluğuna bağlı olarak peripatellar yumuşak dokuda ve lateral retinakulumda sinir hasarı meydana gelir. Peripatellar pleksus fonksiyonunda bozukluğa neden olan bu durum, hastalarda propriyosepsiyon kaybına yol açmaktadır (71) . PFAS’li hastaların propriyoseptif seviyelerinin sağlıklı bireylere göre belirgin olarak azaldığı belirtilmektedir (72-74) .

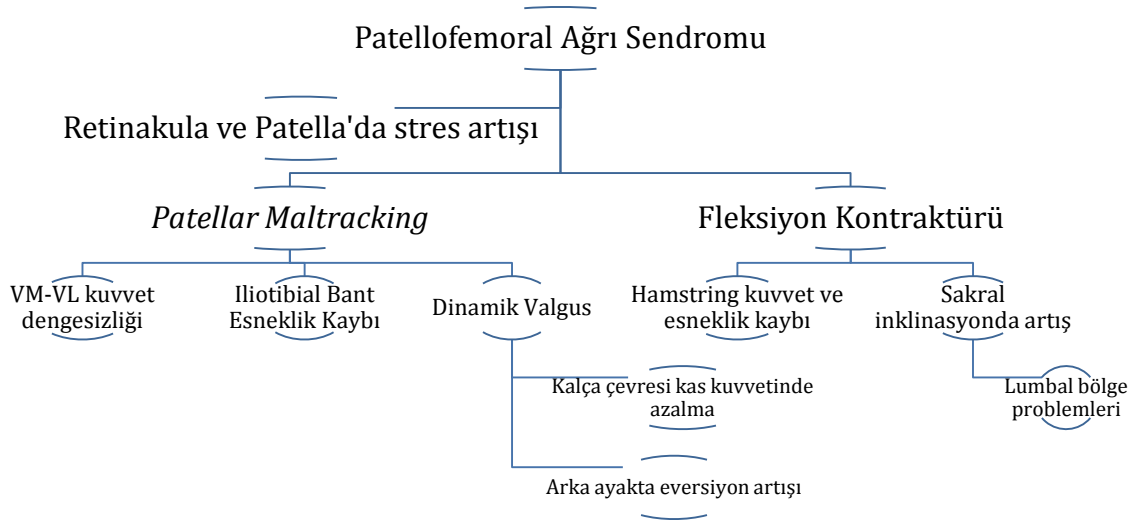
Dejeneratif eklem hastalıklarının ve kronik yaralanmaların etiolojisinde propriyosepsiyonun ağrıdan daha önemli bir rol oynadığı düşünülecek olursa, propriyosepsiyon değerlendirmesi ve eğitimi PFAS rehabilitasyonunda önemli bir yer alır. Eklem pozisyon hissi değerlendirilmesi propriyosepsiyon hakkında bilgi veren en kolay uygulanabilen değerlendirme yöntemidir. Selfe ve ark., diz eklem pozisyon hissini ölçümünde tekrar sayısını, eklem açılarını ve test tipinin etkinliklerini araştırdıkları çalışmalarında, PFAS'li hastaların diz eklem pozisyon hissini en iyi 20° ve 60°'de ölçülmesi ve aktif olarak yapılması gerektiğini vurgulamışlardır . Aktif eklem pozisyon hissini değerlendirilmesinde en az 5 tekrar yapılması gerektiğini belirtmişlerdir (75) .

2.2.9. Psikolojik Faktörler

Patellofemoral ağrı sendromlu kişilerde psikolojik faktörler büyük önem taşımaktadır. Son dönemlerde yapılan çalışmalar, PFAS'li hastaların psikolojik olarak da etkilendiğini göstermektedir (76-79) . Patellofemoral ağrı süresi uzun olan hastalarda, sağlıklı kontrollere oranla kaygı ve mental stres seviyelerinin yüksek olduğu gösterilmiştir (77) .

PFAS'li hastalarda uzamış ağrı süresinin, aktiviteden kaçınma ve egzersiz yapma korkusuna neden olduğu belirtilmiştir (76,77) . Yapılan çalışmalar, hastalarda kaygı, depresyon ve kinezyofobi oranının oldukça yüksek olduğunu vurgulamaktadır (76,80) .

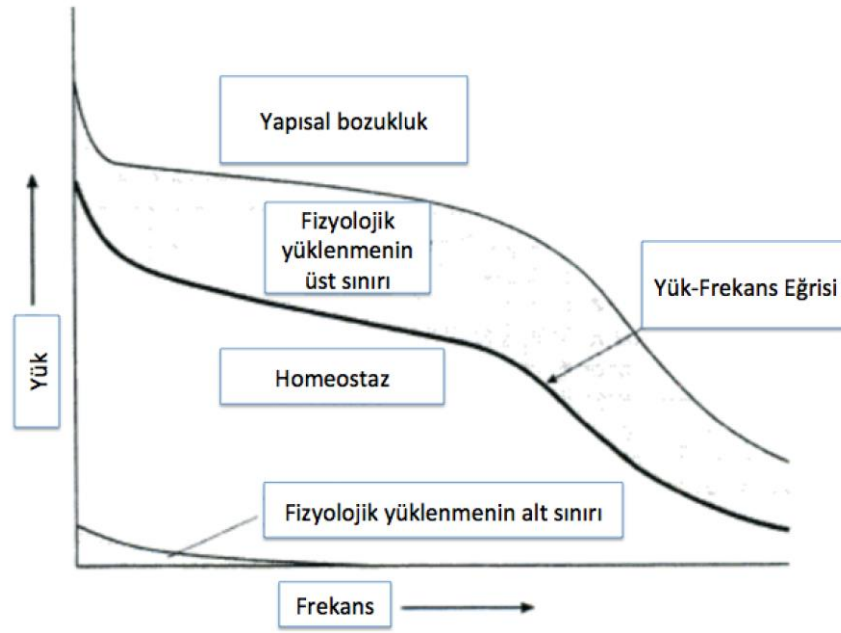
Patellofemoral eklem streslerinin artması patellofemoral ağrı nedenini açıklamakta kabul edilen en geçerli hipotezdir. Patellofemoral eklem stresinin artması, patellanın laterale kaymasındaki artış ile birleşince patellofemoral eklem ve çevresindeki yapıların aşırı kullanımına sebep olmaktadır (58) . Patellofemoral ağrı sendromuna neden olan faktörlerin birbirleri ile olan ilişkileri Şekil 2.2'te gösterilmiştir.



Şekil 2.2. Patellofemoral ağrı sendromuna neden olan biyomekanik faktörler

2.3. Patellofemoral Ağrı Sendromu'nda Tedavi Yöntemleri

Patellofemoral ağrı sendromunun tedavisinde temel amaç ağrısız diz fonksiyonuna ulaşmaktır (8,13) . Patellofemoral eklem fonksiyonun en önemli karakteristiği yük-frekans dağılımıdır. Diz eklemi gibi ara eklemlerden geçen yükün güvenli bir şekilde alt ve üst eklemlere iletilme kapasitesini gösteren eğriye, yük-frekans eğrisi denir. Yük-frekans dağılımı, tek seferde fazla bir yük (*overload*) uygulanması veya az yüklerin çok tekrarlı (*overuse*) uygulanmasının eklem zarar vereceğini göstermektedir. Yük-frekans dağılımı, patellofemoral eklemdaki ağrısız yüklenme aralığını belirler (7) (Şekil 2.3). Patellofemoral eklem aşırı yük binmesi sonucu eklem homeostazisi (iç denge) bozulur. Yük-frekans dağılımındaki dengesizlik, eklem homeostazisinin bozulmasına ve yaralanmalara yol açar (7) . Tedavi prensiplerinin temelinde, eklem homeostazisi korunarak yüklenme yapılması hedeflenir. Rehabilitasyonun ilerletilmesi de yine yük-frekans dağılımı esasına dayanmaktadır (8) .



Şekil 2.3. Yük-Frekans dağılımı eğrisi (7) .

Patellofemoral ağrı sendromunun tedavisinde farklı yöntemler kullanılmaktadır. Farmakolojik tedavilerden en sık kullanılan Non-steroid anti-inflamatuar ilaç tedavisinin akut diz ağrısı üzerinde sınırlı bir etkisi olduğu belirtilmektedir (10) Cerrahi ve konservatif tedavilerin karşılaştırıldığı bir çalışmada cerrahi tedavinin konservatif tedaviden üstün olmadığı vurgulanmıştır (11) . Bu sonuçlar incelendiğinde, PFAS'li hastalarda öncelikli olarak konservatif tedavi yöntemlerinin tercih edildiği söylenebilir.

Patellofemoral ağrı sendromunda kullanılan konservatif tedavi yöntemleri aşağıdaki gibi sıralanabilir:

2.3.1. Bantlama

Patellar bantlamanın amacı patelladaki hareket bozukluğu kontrol altına almaktır. Bantlama laterale doğru yer değiştirmiş olan patellayı mediale doğru çekerek uygulanır. Patellar bantlamanın en bilinen uygulama yöntemi McConnel bantlama yöntemidir (Şekil 2.4.1). Klinik çalışmaların birçoğu medial patellar bantlamanın PFAS semptomlarını azalttığını vurgulamaktadır (9,14) .

PFAS'de medial yönde uygulanan bantlama ile, patellar tilt ve laterale kaymanın azaldığı (81) ve Vastus Medialis kasının erken kasılmaya başladığı

gösterilmiştir (82) . Ayrıca, medial patellar bantlama ile M. Vastus Medialis'in daha kuvvetli kasıldığı gösterilmiştir (83) .

Egzersiz ile birlikte uygulanan bantlamanın fonksiyonel aktiviteler ve ağrı üzerinde tek başına egzersiz uygulamasından daha etkili olduğu belirtilmektedir (9) . Medial patellar bantlama PFAS'de ağrıyı belirgin bir şekilde azaltır . Plasebo bantlamanın ise PFAS'de ağrıyı medial patellar bantlama ile eşit oranda azalttığı gösterilmiştir . Bu sonuçlar, bantlamanın ağrı üzerine olan etkisinin propriyoseptif ve duyu reseptörleri üzerindeki etkisinden kaynaklandığı düşünülmektedir (84) .

PFAS'de bantlamanın ağrı üzerine etkisi kısa dönem takipler sonucu elde edilmiştir (12 haftalık takip) Medial patellar bantlamanın uzun dönem etkileri henüz bilinmemektedir. Patellofemoral ağrı sendromunda bantlama kısa süreli ve geçici olarak ağrıyı azaltmaktadır (5) .



Şekil 2.3.1. McConnell Bantlama uygulaması (5) .

Son yıllarda McConnell bantlamadan farklı olarak yumuşak materyalden oluşan kinezyo-bantlama yöntemi sıklıkla uygulanmaktadır. Kinezyo bantlama uygulamasının deriyi kaldırarak deri ve kas arasındaki mesafeyi arttırdığı, lokal basıncı azalttığı, kan dolaşımını arttırdığı ve lenfatik dolaşımı düzenlediği düşünülmektedir. Patellofemoral ağrı sendromunda kinezyo bantlama ile ağrıda azalma (85,86) , Hamstring esnekliğinde artış elde edilirken (85) , kas kuvvetinde herhangi bir değişiklik meydana gelmediğini gösterilmiştir (86) .

2.3.2. Dizlik

Dizlikler patelladaki hareket bozukluğunu kontrol etmek için patellayı mediale yönde destekleyecek şekilde tasarlanmıştır. PFAS'li hastalarda dizlik ve bandaj uygulamasının karşılaştırıldığı bir çalışmada, dizliğin M. Quadriceps femoris aktivasyonu arttırdığı, ağrıyı, patellar lateralizasyonu ve tilti azalttığı gösterilmiştir (31) . Farklı dizliklerin karşılaştırıldığı bir diğer çalışmada ise, dizliklerin patellar konumu değiştirmedeği fakat patellofemoral temas alanını arttırdığı belirtilmiştir (12) . Aynı çalışmada dizlik kullanımının ağrı şiddetini azalttığı bulunmuştur. Yazarlar dizlik ile ağrı şiddetindeki azalmanın patellofemoral konum değişikliklerinden ziyade, temas alanındaki değişikliklerden kaynaklandığını vurgulamaktadır (12) .

Yapılan çalışmalar, dizlik ile fonksiyonel aktivitelerde artış olduğunu göstermiş olsa da, PFAS ile ilgili 2013 yılına ait bir derlemede, dizlik ile ilgili sonuçların kanıt düzeyinin düşük olduğu belirtilmiştir (5) . Dizliğin egzersiz tedavisi ile birlikte kullanıldığında etkili olacağı vurgulanmaktadır (5) .

2.3.3. Ayak Takviyeleri

Arka ayak eversiyonunda artış ve düz tabanlık, tibiada internal rotasyon artışına sebep olur. Tibiadaki rotasyon artışı, femur internal rotasyonunu artırır. Alt ekstremitte kemiklerindeki internal rotasyon artışı, dizde dinamik valgusa sebep olur. Dinamik valgus, patellar konum bozukluğunu tetikleyen en önemli sebeplerdendir (63-65,87,88) . Tabanlık ve ayak takviyeleri patellar konum bozukluğunun düzeltilmesinde sık kullanılmaktadır.

Tabanlık, patellofemoral ağrı şiddetinde azalma ve fonksiyonellikte artış sağlar (89,90) . Tabanlık kullanımı sonrası PFAS'li hastaların düz bacak kaldırma ve merdiven inip çıkma seviyelerinde artış olduğu gösterilmiştir (15) .

Tabanlığın etkisini arttıran karaktersitikler, 25 yaştan büyük olmak, 165 cm den kısa olmak ve düşük ağrı şiddeti olarak belirlenmişken (91) , negatif yönde etkileyen en önemli karakteristiğın pes planovalgus şiddeti olduğu belirtilmiştir (15) . Bu nedenle, patellofemoral ağrı sendromlu hastalarda ayak postürünün değerlendirilmesi oldukça önemlidir.

Tabaklıkla birlikte egzersiz uygulamalarının patellofemoral fonksiyonlar ve ağrı üzerinde etkili olduğu gösterilmiştir (89,91) . Ayrıca, ayak postürü bozulmuş

olan PFAS'li hastalarda, tabanlık kullanımının, semptomları azalttığı belirtilmektedir (5) .

2.3.4. Egzersiz Tedavisi

Patellofemoral ağrı sendromunda egzersiz tedavi yaklaşımları, üzerinde en çok çalışılan konudur. Çalışmaların ortak görüşü, egzersizlerin PFAS'de en etkili tedavi olduğu yönündedir. Alt ekstremitte kuvvetlendirme egzersizleri ve germe egzersizleri öncelikli olarak tercih edilen egzersizlerdir (17) .

- **M. Quadriceps femoris Kuvvetlendirme**

Patellofemoral ağrı sendromlu hastalarda M. Quadriceps'in femoris atrofisi ve asimetrik kas kitlesi varlığına rastlanmaktadır (92) . Bu nedenle, M. Quadriceps femoris kuvvet kaybı PFAS'ye özgü semptom grubu içerisinde yer alır. M. Quadriceps femoris kuvvetindeki artışın, fonksiyonel kapasiteyi arttırdığını gösteren birçok çalışma bulunmaktadır (93) .

Dört parçadan oluşan ve vücudun en büyük antigravite kası olan M. Quadriceps femoris, patellar stabilizasyonu, M. Vastus Medialis Obliquus ve M. Vastus Lateralis parçalarının aynı anda ve eşit miktarda kasılması ile gerçekleştirir (43) . VMO ile VL arasındaki kuvvet farklılıkları patellanın stabilizasyonunu bozar. VMO atrofisi ve ateşleme zamanındaki gecikmeler PFAS'li hastalarda dikkat çekici boyuttadır (47) . Bu yüzden, VMO'nun izole olarak kuvvetlendirilmesi tedavi programında oldukça önemli bir yer tutmaktadır. M. Vastus Medialis Obliquus yavaş kasılan liflerden oluşan ve stabilizasyon özelliği olan bir kastır. Bu özelliğinden dolayı sık tekrarlı, düşük ağırlıklar içeren endurans eğitimi ile kuvvetlendirilmesi gerekmektedir. Yapılan çalışmalar, VMO izole kas kuvvetlendirilmesinin, kalça adduktor kas aktivasyonu ile yakından ilişkili olduğunu göstermektedir (47,54,55) . VMO'nun izole kuvvetlendirilmesinde, medial patellar bantlama ile birlikte yapılan egzersizler (14) , transkutanöz elektrik stimülasyon (94) ve izokinetik egzersizler sıkça kullanılmaktadır (13) .

- **Kapalı ve Açık Kinetik Zincir Egzersizleri**

Kuvvetlendirme egzersizleri, açık kinetik zincir (AKZ) veya kapalı kinetik zincir (KKZ) şeklinde uygulanabilir. AKZ için M. Quadriceps femoris izometrik egzersizleri, düz bacak kaldırma ve diz fleksiyon-ekstansiyon egzersizleri kullanılırken, KKZ için en çok kullanılan egzersizler çömelme, basamak inip-çıkma, sabit bisiklet ve sandalyeden kalkma egzersizleridir (17) . Kapalı kinetik zincir egzersizleri ağırlık aktarma pozisyonunda uygulanabilen, alt ekstremitte kas gruplarının sinerjistik olarak çalıştığı, günlük yaşamdaki birçok aktivitenin benzeridir. Açık kinetik zincir egzersizlerine göre, daha az patellofemoral eklem reaksiyon kuvvet oluşumuna neden oldukları için, KKZ egzersizleri özellikle ağrının şiddetli olduğu dönemlerde kullanılmalıdır. Bununla birlikte, AKZ egzersizleri KKZ ile karşılaştırıldığında kas kuvvetinin artırılmasında daha etkili olduğu gösterilmiştir (13) .

Patellofemoral ağrı sendromunda M. Quadriceps femoris kuvvet kaybına yönelik egzersizlerin hem AKZ hem de KKZ paternde yapılması gerekmektedir. KKZ için son 30° diz fleksiyon- ekstansiyon hareket açıklığı, AKZ için ise 40°-90° diz fleksiyon-ekstansiyon hareket açıklığı kullanılmalıdır (18) .

- **İzometrik Kuvvetlendirme**

İzometrik egzersizler, uzunluğu sabit kalan bir kasta, tonus (gerilim) artması ile oluşan statik egzersizleri içermektedir. Kas boyunda bir değişiklik oluşmadığından, ekstremitelerde hareket ortaya çıkmaz. İzometrik kasılma sırasında, dış direnç kasın ürettiği iç gerilimden fazla olduğu için kas boyunda ve eklem açısında değişiklik olmadan kasın gerilimi artar (19) .

İzometrik M. Quadriceps femoris egzersizleri diz ağrısını ve patellar kompresyon kuvvetini azaltmakta fakat tek bir açıda kuvvetlendirme sağlaması ve fonksiyonel performansı arttırmaması üzerine daha az kullanılmaktadır (13) . İzometrik egzersizlerin, çok şiddetli ağrısı olan ve dinamik egzersizler yapamayacak PFAS'li hastalarda tercih edilmesi gerektiği belirtilmektedir (13) .

- **İzokinetik Kuvvetlendirme**

İzokinetik egzersizler, maksimal bir gerilim ile sabit bir hızda uygulanır. Hareketin her açısında maksimal bir güçte kasılma olur ve bu kasılma tüm hareket boyunca devam eder. İzokinetik egzersizleri diğer egzersizlerden ayıran en önemli özellik hareket açıklığının her noktasında kasa dinamik bir yüklenme sağlamasıdır (20) . Dinamometreler aracılığıyla uygulanan egzersizlerde, dinamometre kolu bireyin uyguladığı kuvvete eşit bir direnç sağlar (20) . Bir başka deyişle, sabit bir direnç yerine her açıda değişen bir direnç uygulanmış olur.

İzokinetik egzersizler ile farklı açısal hızlar kullanılarak fonksiyonel performansta artış elde edilebilir (20) . Bu özelliğinden dolayı, patellofemoral ağrı sendromunda izokinetik egzersiz eğitimi sıklıkla tercih edilmektedir (13,22,24) . İzokinetik eğitimler, konsentrik ve eksentrik komponentlerden oluşacak şekilde birlikte veya ayrı ayrı uygulanabilir.

Konsentrik kasılma sırasında kas kuvvet üretirken eklem açısı küçülür, kasın boyu kısalır. M. Quadriceps femoris kuvvetini arttırmak ve kasta hipertrofi oluşturmak için konsentrik kuvvet eğitimi sıklıkla tercih edilmektedir (21) . Konsentrik egzersiz eğitimini içeren programlar genellikle yüksek açısal hızlarda başlatılır ($>120^\circ/s$). Açısal hızın yüksek olması eklemde daha az kompresyon kuvveti oluşturur ve daha güvenlidir (13,25) .

Eksentrik egzersizlerin uygulanması konsentrik egzersizlere göre daha karmaşık ve zordur. Dinamik bir kasılma olan eksentrik kasılma sırasında eklem açısı artarken, kasın boyu uzar (21) . Bu tip kasılmada kasta oluşan net gerilim kuvveti, konsentrik kasılma mekanizması ile oluşturulan kuvvetten fazladır (21) . PFAS'li hastalarda eksentrik egzersiz eğitimi verilirken daha düşük açısal hızlar tercih edilmelidir ($<90^\circ/s$) (13,25) . Kas koordinasyonu ve kuvveti arttıkça açısal hızlar kolaydan zora doğru ilerleyecek şekilde düzenlenebilir (21) .

- **Patellofemoral Ağrı Sendromunda Eksentrik Eğitim**

Patellofemoral ağrı semptomları, merdiven inme-çıkma, çömelme gibi M. Quadriceps femoris'in eksentrik kasılma paternini içeren aktivitelerde ortaya çıkar. Buna bağlı olarak PFAS rehabilitasyonunda eksentrik egzersizlerin önemli bir yeri

vardır. Bennet ve Stauber, PFAS'li hastaların Quadriceps femoris eksentrik kas kuvvetinin, konsentrik kas kuvvetinden daha düşük olduğunu göstermiştir (95) .

Rehabilitasyon, M. Quadriceps femoris ve Hamstring kas gruplarının ko-kontraksiyon paternlerini geliştirmeye yönelik olarak düzenlendiğinde fonksiyonel kazanımlar daha iyi olmaktadır. Örneğin, merdiven çıkma sırasında M. Quadriceps femoris konsentrik çalışırken, merdiven inerken eksentrik olarak çalışır. Antagonist kas ko-kontraksiyon sırasında açığa çıkan hızlı, yüksek şiddetli kuvvetler, aktivite sırasında diz ekleminin düzgünlüğünü ve stabilitesini arttırmaktadır (21) . Bu nedenle, rehabilitasyon programları hem eksentrik, hem de konsentrik komponentlere sahip olmalıdır.

Eksentrik kontraksiyon, konsentrik kontraksiyon ile karşılaştırıldığında, konsentrik eğitimden daha fazla kuvvet kazanımları sağlamaktadır (21) Literatürde eksentrik eğitimi temel alan rehabilitasyon programları, düşük yüklerle başlayıp ilerletilen egzersizleri temel almakta ve sıklıkla aşıl ve patellar tendinopatilerde kullanılmaktadır (13,21,25,92) .

Şiddetli ve eksentrik komponent içeren egzersizlerden 24-48 saat sonra gecikmiş kas ağrısı görülmektedir. Kontraktıl yapılar ve konnektif doku üzerine binen stresler bu yapılarda hasara neden olur ve egzersiz sonrası ağrı meydana gelir. Gecikmiş kas ağrısının oluşma mekanizması şu şekilde sıralanabilir (1) eksentrik egzersiz sonrası şiddetli kas kontraksiyonları kas ve konnetif dokuda yapısal hasara sebep olur (2) bu yapısal değişiklikler sarkoplazmik retikulumdan kalsiyum salınmasına sebep olur (3) hücre içine salınan kalsiyum, mitokondrideki oksidatif aktiviteleri bloke eder ve hücresel proteinlerin aktivitesini bozan enzimleri aktive eder (4) hücre içindeki proteinlerin yıkımı inflamatuvar bir süreç başlatır ve prostaglandin ve histamin salınımını artırır (5) kas fibrilleri çevresindeki bu inflamatuvar süreç sonrası artan histamin, prostaglandin ve ödem serbest sinir uçlarını uyararak ağrıya neden olur. Hissedilen bu ağrı gecikmiş kas ağrısıdır. Eksentrik egzersizlerden sonra karşılaşılan bu durumu önlemek için egzersiz dereceli olarak arttırılmalı ve dinlenme aralıkları doğru bir şekilde uygulanmalıdır (96,97) .

- **Germe egzersizleri**

Patellofemoral ağrı sendromlu hastalarda diz çevresi yumuşak dokulardaki

kısalık ve esneklik kaybına yönelik germe egzersizleri rehabilitasyonda oldukça önemli yer tutar. M. Quadriceps femoris, M. Hamstring, M. Tensor Facia Lata ve M. Gastrocnemius'a yönelik germe egzersizleri ile birlikte, gerilmiş lateral retinakulum için medial yönde *patellar mobilizasyon*, derin friksiyon ve masaj teknikleri kullanılabilir (13,68) .

Germe egzersizleri, 10'ar tekrardan oluşan üç set halinde her biri 30 sn. süresince uygulandığında PFAS semptomlarının azaldığı belirtilmiştir (17) .

- **Denge ve Koordinasyon Eğitimi**

Patellofemoral ağrı sendromlu hastalarda gövde salınımlarında ve dengede problem meydana geldiği belirtilmektedir (13) . Yapılan çalışmalar, gövde stabilizasyon ve M. Transvers Abdominus kuvvetlendirme egzersizlerinin PFAS semptomlarını azalttığını göstermektedir (11,98,99) .

- **Fonksiyonel Eğitim**

M. Quadriceps femoris kuvveti artırılıp, doğru çalışma paternini kazandığında, yüklenme aşamalı olarak arttırarak fonksiyonel eğitimlere geçilmelidir. PFAS'li hastalara basamak inme-çıkma gibi eğitimler yavaş ve pelvik düzgünlük bozulmadan verilmelidir (5,17) . Eğitimler genellikle ayna karşısında ve vücut düzgünlüğü korunarak verilmelidir. Pelvis yere paralel ve alt ekstremitte eklem dizilimleri (kalça, diz ve ayak bileği) aynı hat üzerinde olmalıdır. Yürüyüş, koşma, merdiven inme-çıkma, sıçrama ve bisiklet egzersizleri fonksiyonel eğitimde sıklıkla tercih edilen egzersizlerdir (5,17) .

3. BİREYLER ve YÖNTEM

LUT 12/88 kayıt numaralı doktora tezi araştırma projesi, Hacettepe Üniversitesi Bilimsel Araştırmalar Değerlendirme Komisyonu'nca 28 Ağustos 2012 tarihinde yapılan Toplantı No: 2012/08 ve LUT 12/88-16 karar numarası ile uygun bulunmuştur.

3.1. Bireyler

Çalışmaya, Hacettepe Üniversitesi Tıp Fakültesi Ortopedi ve Travmatoloji Anabilim Dalı'ndan patellofemoral ağrı sendromu (PFAS) tanısı ile Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Bölümü'ne gönderilen unilateral semptomatik kadın hastalar alındı. Çalışma, Hacettepe Üniversitesi Etik Kurulu'nca öngörülen bilgilendirilmiş gönüllü onam formunu okuyup katılmayı kabul eden hastalar üzerinde gerçekleştirildi.

Çalışmaya Dahil Edilme Kriterleri:

- 20-55 yaş arasında olmak,
- En az altı ay devam eden ağrı şikayetinin olması,
- Sayısal ağrı ölçütü (SAÖ) ile değerlendirilen dinlenme sırasındaki ağrı şiddetinin en az 3 olması,
- Retropatellar ağrı, sinema belirtisi ve pozitif patellar öğütme testi gibi PFAS'ye özgü karakteristik belirtilerin bulunması,
- PFAS'yi tetikleyen uzun süreli oturma, çömelme, dizler üzerinde durma, merdiven inip-çıkma aktivitelerinden biri veya birkaçında ağrı varlığı.

Çalışma Dışı Bırakılma Kriterleri:

- Önceden geçirilmiş diz cerrahi öyküsü,
- Diz bağ ve menisküs problemi,
- Travma veya kırık öyküsü,
- Patellofemoral dislokasyon veya subluksasyonu,
- Patellofemoral osteoartriti olan hastalar çalışma dışı bırakıldı.

Çalışma süresi boyunca 57 hasta değerlendirildi ve içlerinden toplam 34 hasta tedavi programını tamamladı. Çalışmaya alınan hastaların akış çizelgesi Şekil 3.1.1’de gösterilmiştir.

3.2. Yöntem

3.2.1. Çalışma Planı

Prospektif olarak planlanmış bu çalışmada, dahil edilme kriterlerine uyan PFAS’li hastalar Random Allocation Software (version sürüm 1.0) ile tek blok düzeninde ve $p < 0.05$ kabul edilerek konsentrik eğitim grubu (KONS, n=13), eksentrik eğitim grubu (EKS, n=10) ve konsentrik-eksentrik eğitim grubu (Kombine, n=11) olmak üzere 3 gruba ayrıldı (100) .

Hastalar 8 hafta boyunca haftada 3 kez olacak şekilde tedavi programına alındı. Tedavi seansları arasında en az bir gün ara verilmiştir.

3.2.2. Değerlendirmeler

a. Bireylerin Fiziksel Özellikleri

Çalışmaya alınan bireylerin yaşları (yıl), boy uzunlukları (cm), vücut ağırlıkları (kg), dominant ve etkilenen ekstremiteleri kaydedildi. Bireylerin topa hangi ayakla vurmaya tercih ettiği sorularak dominant alt ekstremitte tayin edildi (101) .

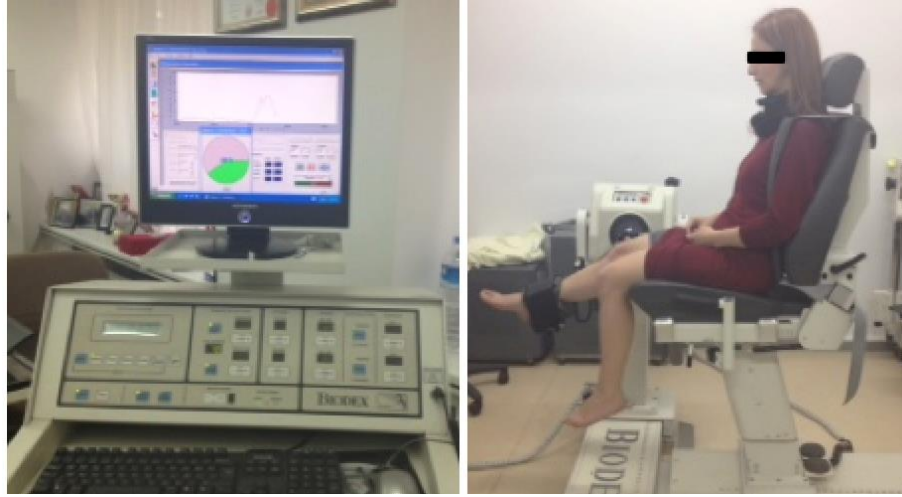
Çalışmaya dahil edilen hastaların % 58.8’i aktif bir işte çalışırken (20/34), % 41.1’i çalışmamaktaydı. Çalışan hastaların %75’i masa başı işler ile meşgulken (15/20), %15’i daha çok ayakta duruş pozisyonunda çalıştıklarını belirtmişlerdir.

b. Ağrının Değerlendirilmesi

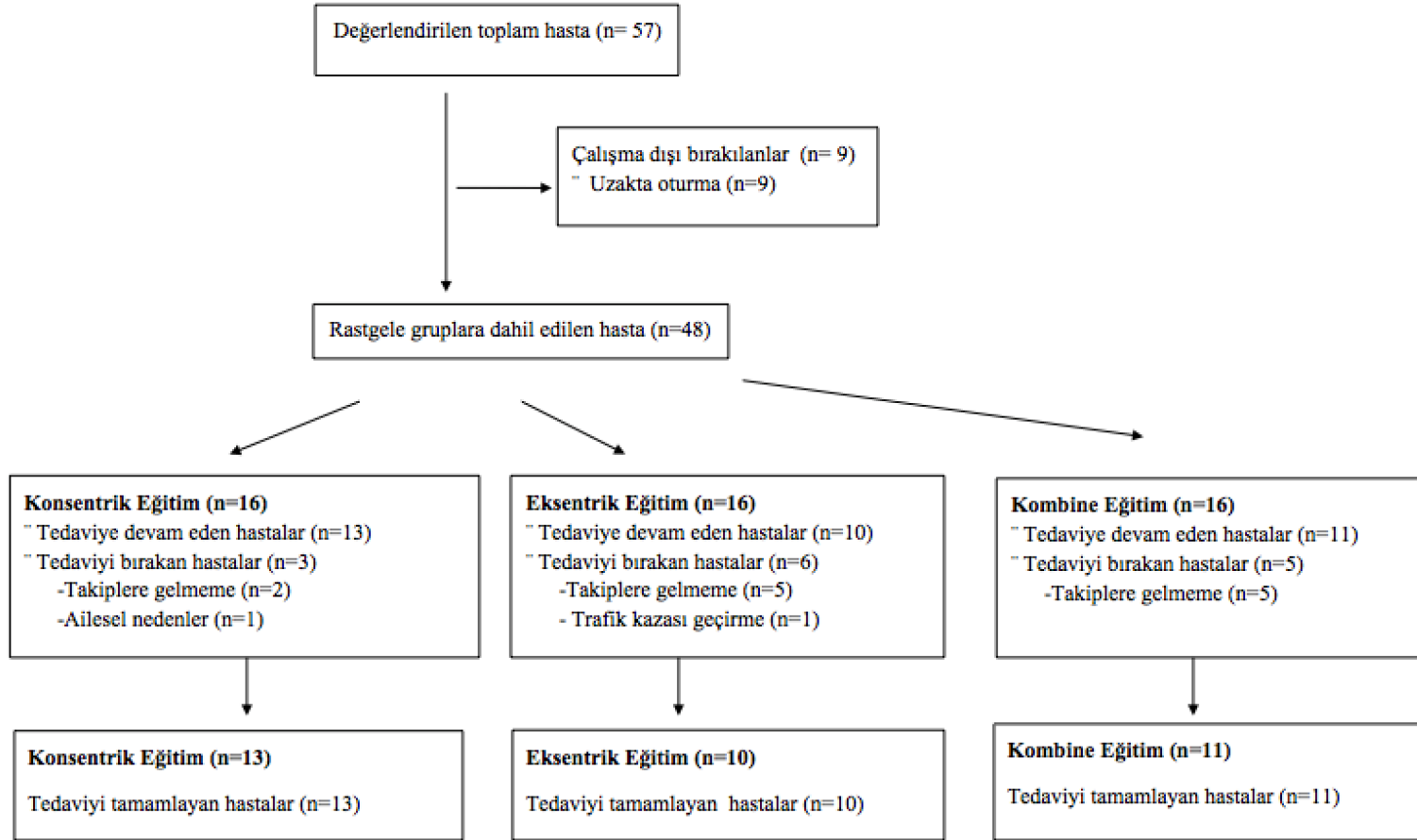
Ağrı şiddetinin değerlendirilmesinde sayısal ağrı ölçütü (SAÖ) kullanıldı. Bu sayısal ölçütte, ‘0’ puan için hiç ağrı olmadığı, ‘10’ puan ise dayanılmaz ağrı olduğunun göstergesidir. Hastaya, sayısal değer büyüdükçe ağrı şiddetinin arttığı belirtildi. Hastadan merdiven inip-çıkma, çömelme, dizler 90° fleksiyonda uzun süreli oturma ve dinlenme sırasında hissettiği ağrıya puan vermesi istendi (67) .

c. İzokinetik Kas Kuvvetinin Değerlendirilmesi

M. Quadriceps femoris'in ve M. Hamstring grubunun izokinetik kas kuvveti ($60^\circ/s$, $120^\circ/s$ ve $180^\circ/s$ hızda) Biodex® System Pro3 (Biodex Corp. Shirley NY, ABD) kullanılarak ölçüldü. Hastalara 3'er kez deneme yapılarak işleme alıştırdıldı ve daha sonra teste geçildi. Deneme ile test arasında hastalar 5 dk dinlenme süresi verildi. Hastalar, $120^\circ/s$ hızda 10 tekrar diz fleksiyon-ekstansiyonu yapacak şekilde ısındıktan sonra eksentrik ve konsentrik kuvvet ölçümleri yapıldı. Hastalar izokinetik dinamometre cihazının koltuğuna sırt 90° dik olacak şekilde oturtuldu. Gövde, pelvis ve uyluk bantlar ile koltuğa tespit edildi (Şekil 3.2.1). Her bir kas için önce konsentrik kuvvet testi ardından eksentrik kuvvet testi yapıldı. Eksentrik ve konsentrik kuvvet testleri arasında hastalar 10 dk dinlendirildi. Önce sağlam taraf daha sonra etkilenen ekstremitte değerlendirildi. Etkilenen taraf Quadriceps femoris ve Hamstring kas kuvveti değerlendirilirken, diğer taraf için sadece Quadriceps femoris kas kuvveti değerlendirildi. Tepe tork değerleri (Nm) cinsinden kaydedildi (25) .



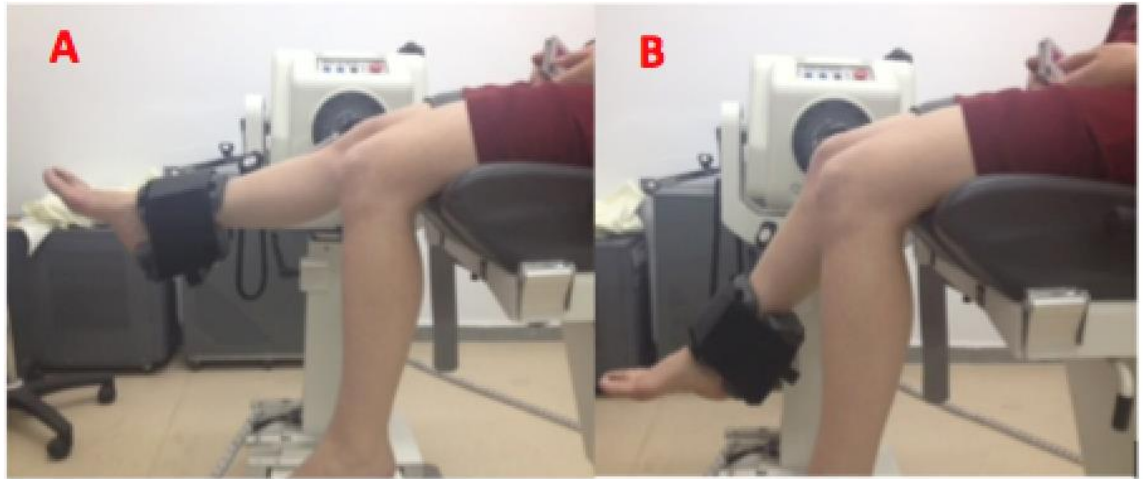
Şekil 3.2.1. İzokinetik kas kuvveti değerlendirme pozisyonu.



Şekil 3.1.1. Çalışmaya dahil edilen hastaların akış çizelgesi.

d. Eklem Pozisyon Hissinin Değerlendirilmesi

Diz eklem pozisyon hissi Biodex® System Pro3 (Biodex Corp. Shirley NY, ABD) kullanılarak ölçüldü. Hasta, izokinetik dinamometre cihazına kas testi yapılan pozisyonda yerleştirildi. Test için patellofemoral reaksiyon kuvvetinin en fazla olduğu 20° fleksiyon ve diz ekleminin en fonksiyonel açısı olarak kabul edilen 60° fleksiyon hedef açıları kullanıldı. Teste başlamadan önce hastalara hedef açıları aktif olarak gözler açık ve kapalı olacak şekilde gösterildi. Hastadan hedef açıda 10 sn kadar ekstremitelerini tutması istendi. Öğrenme sürecini tamamlayan hastalardan gözler kapalı aktif eklem hareketi yaparak hedef açığı bulması istendi. Hedef açı tekrarı, 6 kez yapıldı ve ortalaması kaydedildi (75) (Şekil 3.3.2).



Şekil 3.3.2. Eklem pozisyon hissi değerlendirilmesi. (A) 20° diz fleksiyon hedef açısı. (B) 60° diz fleksiyon hedef açısı.

e. Performans Değerlendirmesi

Testler yapılmadan önce hastaya her bir testin nasıl uygulanacağı anlatıldı. Daha sonra testler öncesi ısınma için 5 dk hafif koşu ve germe egzersizleri yaptırıldı. Her test, üç kez uygulandı ve ortalamaları kaydedildi.

e.1. Tek Bacak Öne Hoplama Testi

Hastadan horizontal düzlemde tek ayak üzerinde mümkün olduğunca uzağa sıçraması istendi (Şekil 3.2.2.1). Yere sabitlenen mezura üzerinde bireyin sıçradığı mesafe ile başlangıç noktası arasındaki uzaklık cm cinsinden kaydedildi (102) . Test her iki bacak için tekrarlandı.

e.2. Basamak İnme Testi

Hasta, dizleri tam ekstansiyonda, 20 cm yüksekliğinde bir basamağın üzerinde iken teste başlandı. Hastadan, bir ayağı basamak üstünde kalırken, diğer ayağını öne ve aşağı doğru uzatması istendi. Aşağı inen ayağı ile yeri süpürdüktan sonra tekrar basamak üzerine alıp başlangıç pozisyonuna geri dönmesi istendi. Hastanın, basamaktaki pozisyondan başlayarak topuğunu yere değdirip tekrar geri dönmesi bir tekrar olarak kabul edildi ve diz ağrısının gerçekleştiği tekrar sayısı kaydedildi. Test her iki bacak için tekrarlandı (103) .

f. Fonksiyonel Seviyenin Değerlendirilmesi

Hastaların fonksiyonel seviyesi Kujala Patellofemoral Skorum Sistemi kullanılarak değerlendirildi (104) . Aksama, yük verme, yürüme, merdiven inip çıkma, çömelme, koşma, zıplama, dizler bükülü uzun süreli oturma, ağrı, şişlik, anormal ve ağırlı diz kapağı hareketi, uyluk kaslarında atrofi, diz bükmede yetersizliği değerlendiren on üç alt başlıktan oluşan Kujala Patellofemoral Skorum Sistemi'nden alınan en yüksek puan 100'dür.

g. Kaygı Seviyesinin Değerlendirilmesi

PFAS semptomlarından kaynaklanan kaygı seviyesinin belirlenmesinde 25 sorudan oluşan Hopkins Semptom Listesi-25 (HSCL-25) kullanıldı. Hastaya, anket uygulanırken, '1' puanın hiç endişe duymamak, '4' puanın ise çok fazla endişe duymak olduğu ve sayısal değer büyüdükçe endişe seviyesinin arttığı belirtildi. Toplam puan 25'e bölünerek HSCL-25 puanı hesaplanır. 1.54'ün altındaki puanlar düşük kaygı seviyesini, 1.55-1.74 puan aralığı orta derecede kaygı seviyesini ve 1.75 puan üstü yüksek kaygı seviyesini belirtmektedir (77) .

3.2.3. Tedavi Programı

Her iki dize birden yukarıdaki değerlendirmeler tamamlandıktan sonra, gruplara özel tedavi programları uygulandı. Tedavi programları literatürde tanımlanmış olan protokoller göz önüne alınarak ilerleyici bir şekilde düzenlendi. Tedavi seansları ilerledikçe set sayıları arttırıldı ve açısal hızlar bir üst seviyeye çıkartıldı.

3.2.3.1. Konsentrik Eğitim Grubu

Konsentrik gruba haftada 3 gün olmak üzere 8 hafta süreyle Biodex® System Pro3 (Biodex Corp. Shirley NY, ABD) cihazının rehabilitasyon programında diz ekstansiyon-fleksiyon yönünde açık kinetik zincir komponentleri kullanılarak ilerleyici konsentrik egzersiz eğitimi verildi. Eklem hareket sınırı, diz 90° fleksiyondan 20° fleksiyona gelecek şekilde 70°'ye ayarlandı (25) . Diz ekstansiyonun son derecelerinde patellofemoral eklem binen streslerin artması ağrıya yol açacağından tedavi süresince 70°'lik eklem hareket sınırı korundu.

Hastalar izokinetik dinamometre cihazının koltuğuna sırt 90° dik olacak şekilde oturtuldu. Gövde, pelvis ve uyluk bantlar ile koltuğa tespit edildi. Hastadan, dizi 90° fleksiyon pozisyonunda iken dinamometrenin direnci ile birlikte mümkün olan en kuvvetli şekilde dizini ekstansiyon pozisyonuna getirmesi ve ardından yine aynı şekilde başlangıç pozisyonuna dönmesi istendi. Konsentrik kuvvet eğitimi ilk iki hafta yüksek hızlarda (düşük şiddette) altışar tekrardan iki set olacak şekilde düzenlendi. Tedavi programına adaptasyon süreci olan bu süre tamamlandıktan sonra setler, sayılar ve açısal hızlar Tablo 3.2.3'de gösterildiği gibi ayarlandı.

Tablo 3.2.3. Eğitim programının dozu ve açısal hızı

Grup	Hafta	Haftalık Seans	Setler	Tekrar	Açısal hız
KONS (n=13)	1-2	3	2	6-6	120°/s
	3-5	3	3	6-6	90°/s
	6-8	3	4	6-6	60°/s
EKS (n=10)	1-2	3	2	6-6	60°/s
	3-5	3	3	6-6	90°/s
	6-8	3	4	6-6	120°/s
Kombine (n=11)	1-2	3	2	6-6	120°/s - 60°/s
	3-5	3	3	6-6	90°/s - 90°/s
	6-8	3	4	6-6	60°/s - 120°/s

3.2.3.2. Eksentrik Eğitim Grubu

Konsentrik gruba haftada 3 gün, sekiz hafta süreyle Biodex® System Pro3 (Biodex Corp. Shirley NY, ABD) cihazının rehabilitasyon programında diz ekstansiyon-fleksiyon yönünde açık kinetik zincir komponentleri kullanılarak ilerleyici eksentrik egzersiz eğitimi verildi. Eklem hareket sınırı, diz 90° fleksiyondan 20° fleksiyona gelecek şekilde 70°'ye ayarlandı (25) .

Hastalar izokinetik dinamometre cihazının koltuğuna sırt 90° dik olacak şekilde oturtuldu. Gövde, pelvis ve uyluk bantlar ile koltuğa tespit edildi. Hastalara, bu eğitim sırasında dinamometre kolunun, dizi ekstansiyondan, fleksiyona getireceği anlatıldı. Bu egzersiz sırasında hastanın dizi dinamometre tarafından fleksiyona doğru götürülürken, hastadan mümkün olduğu kadar dinamometreye karşı koymaları gerektiği belirtildi. Hastanın uyguladığı kuvvete karşılık dinamometre hastanın dizini 90° fleksiyon pozisyonuna getirdiğinde bir tekrar tamamlandı. Eksentrik kuvvet eğitimi ilk iki hafta düşük hızlarda (düşük açısal hızda) altışar tekrardan iki set olacak şekilde düzenlendi. Tedavi programına adaptasyon süreci olan bu süre tamamlandıktan sonra setler, sayılar ve açısal hızlar Tablo 3.2.3'de gösterildiği gibi ayarlandı.

3.2.3.3. Kombine Eğitim Grubu

Bu tedavi grubundaki hastalara hem konsentrik hem de eksentrik izokinetik kuvvet eğitimi verildi. Haftada 3 gün olmak üzere sekiz hafta süreyle Biodex® System Pro3 (Biodex Corp. Shirley NY, ABD) cihazının rehabilitasyon programında diz ekstansiyon-fleksiyon yönünde açık kinetik zincir komponentleri kullanılarak ilerleyici konsentrik-eksentrik egzersiz eğitimi verildi.

Kombine (konsentrik-eksentrik) kuvvet eğitimi ilk iki hafta konsentrik kuvvet için yüksek hızda ve eksentrik kuvvet için düşük hızda (her iki komponent için düşük şiddette) altışar tekrardan iki set olacak şekilde düzenlendi. Erken yorgunluk oluşmaması için hastalara ilk altı tekrarda konsentrik eğitim bir sonraki altı tekrarda ise eksentrik eğitim uygulandı. Tedavi programına adaptasyon süreci olan bu süre tamamlandıktan sonra setler ve açısal hızlar Tablo 3.2.3'de gösterildiği gibi ayarlandı.

3.3. İstatistiksel Analiz

Veriler “*Statistical Processing For The Social Sciences Software* (SPSS 15.0, Inc, Chicago, Illinois)” programı kullanılarak analiz edildi. Değişkenlerin normal dağılıma uygunluğu görsel (histogram ve olasılık grafikleri) ve analitik yöntemler (*Kolmogorov-Smirnov/Shapiro-Wilk* testleri) kullanılarak incelenmiştir.

Quadriceps femoris ve Hamstring kas kuvveti değerlerinin normal dağılım gösterdiği belirlendiğinden bu parametreler izokinetik eğitim (KONS grup/EKS grup/Kombine grup) grupları arasında tek yönlü ANOVA testi kullanılarak karşılaştırılmıştır. Gruplar arasında anlamlı farklılıklar bulunan durumlarda, ikişerli post-hoc karşılaştırmalar Tukey testi kullanılarak yapılmıştır. Kas kuvveti bulgularında bağımlı verilerinin karşılaştırılması (TÖ-TS ve etkilenen-diğer ekstremitte), bağımlı gruplar t testi kullanılarak yapılmıştır.

Eklem pozisyon hissi, ağrı şiddeti, performans testleri, fonksiyonel seviye ve kaygı seviyesi değerlerinin normal dağılım göstermediği belirlendiğinden bu parametreler ve izokinetik eğitim (KONS grup/EKS grup/Kombine grup) grupları arasındaki farklılıklar Kruskal-Wallis testi kullanılarak karşılaştırıldı. Gruplar arasında anlamlı farklılık bulunan durumlarda ikişerli karşılaştırmalar Mann-Whitney U testi kullanılarak yapılmış ve Bonferroni düzeltmesi kullanılarak değerlendirilmiştir.

İzokinetik eğitim grupları (KONS grup/EKS grup/ Kombine grup) normal dağılmayan parametrelerde bağımlı verilerin karşılaştırması (TÖ-TS ve etkilenen-diğer ekstremitte), Wilcoxon testi kullanılarak karşılaştırıldı. P-değerinin 0.05’in altında olduğu durumlar istatistiksel olarak anlamlı sonuçlar şeklinde değerlendirildi.

Etki büyüklüğünün saptanmasında aşağıdaki formül kullanılmıştır:

(EB) = Ölçümler arasındaki farkın aritmetik ortalaması / ilk ölçüm değerinin standart sapması

EB değeri 0.20 – 0.50 “küçük”, 0.51 – 0.80 “orta”, 0.81 ve üzeri “büyük” olarak değerlendirildi (105) .

Uygun örneklem sayısının belirlenmesinde, Werner ve Erikson’un patellofemoral ağrı sendromlu olgular üzerinde yapmış olduğu izokinetik M.

Quadriceps femoris kuvvetlendirme egzersiz programı ile ilgili çalışma temel alınmıştır (25) . Bu çalışmada elde edilen diz eksentrik torqu tedavi öncesi ve sonrası fark ortalaması 27.2, standart sapması 17.9 kullanılarak; %80 güçle ve 0.05 α hata katsayısı ile grup başına en az 8 hasta olacak şekilde hesaplanmıştır. Tedavi programını yarıda kesebilecek hastalar olabileceği düşünülerek her bir gruptaki olgu sayısı % 20 arttırılarak en az 10 olacak şekilde düzenlenmiştir.

4. BULGULAR

4.1. Demografik Özellikler ile İlgili Bulgular

Çalışmaya 48 kadın hasta dahil edildi ve 34 hasta çalışmayı tamamladı. Hastaların yaş ortalaması 31.8 ± 6.3 yıldır (31-45 yıl arasında). Ağrı başlangıç süresi 8.2 ± 3.5 aydır. Yaş, vücut kütle indeksi (VKİ) ve ağrı başlangıç süresi açısından karşılaştırıldığında, her iki grup arasında fark olmadığı görülmüştür ($p > 0.05$). Çalışmaya katılan tüm hastaların dominant ekstremitesi sağ taraf olarak belirlenmiştir (Tablo 4.1). Kombine gruptaki hastaların %61.5'inde (sol=8; sağ=5); Konsentrik gruptaki hastaların %54.5'inde (sol=6; sağ=5) ve Eksentrik gruptaki hastaların %60'ında (sol=6; sağ=4) etkilenen taraf dominant taraftır

Tablo 4.1. Hastaların demografik özelliklerinin karşılaştırılması

Fiziksel Özellikler	Kombine (n=13) X ± SS	Konsentrik (n=11) X ± SS	Eksentrik (n=10) X ± SS	F	p
Yaş (yıl)	30.8±6.5	32.6± 6.9	32.3± 6.1	0.266	0.762
Vücut Kitle İndeksi (kg/m ²)	26.2± 4.5	26.1± 3.1	25.1± 3.1	0.382	0.686
Semptom süresi (ay)	7.8±4.1	7.8± 3.7	9.1± 2.6	0.261	0.772

X: ortalama SS: Standart sapma

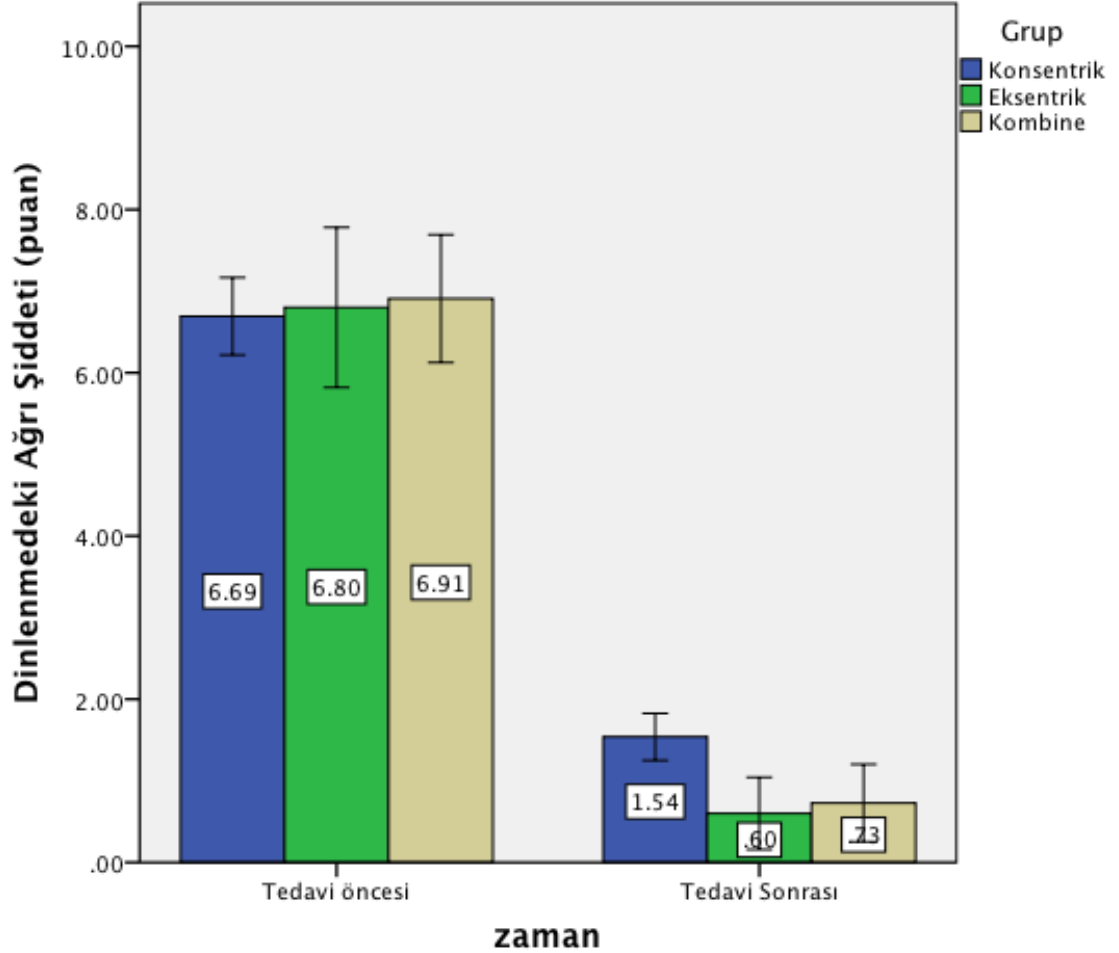
4.2. Ağrı Şiddeti ile İlgili Bulgular

4.2.1. Ağrı Şiddeti Bulgularının Tedavi Öncesi- Tedavi Sonrası Karşılaştırılması

Tedavi öncesi, gruplar arasında dinlenmedeki ağrı şiddeti açısından fark yokken ($p=0.937$), tedavi sonrasında gruplar arasında fark bulunmuştur ($p=0.006$) (Şekil 4.2.1).

Tedavi sonrası gruplar arasındaki fark Bonferroni düzeltmesi yapıp, elde edilen yeni p değeri ($p=0.017$) üzerinden karşılaştırılmıştır. Bu karşılaştırma sonucu, EKS grup ($z= -2.897$, $p=0.005$) ağrı şiddetinin KONS grup ağrı şiddetinden daha

düşük olduğu bulunmuştur. Benzer şekilde Kombine grubun dinlenmedeki ağrı şiddetinin KONS gruptan daha düşük olduğu bulunmuştur ($z=-2.519$, $p=0.016$). EKS grup ve Kombine grup arasında ise anlamlı fark bulunmamıştır ($z=-0.347$, $p=0.756$). (Şekil 4.2.1).



Şekil 4.2.1. Dinlenmedeki ağrı şiddetinin tedavi öncesi ve sonrası gruplara göre dağılımı

Merdiven inme ve çıkma, çömelme ve uzun süreli oturma sırasındaki ağrı şiddeti incelendiğinde tedavi öncesi ve tedavi sonrası gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır ($p > 0.05$) (Tablo 4.2.1).

Tablo 4.2.1. Ağrı şiddeti bulgularının tedavi öncesi ve sonrası gruplar arası karşılaştırılması.

SAÖ (puan)		Konsentrik (n=13) X ± SS	Eksentrik (n=10) X ± SS	Kombine (n=11) X ± SS	k ²	p*
Dinlenme	TÖ	6.69±3.85	6.80±2.54	6.90±3.30	0.129	0.937
	TS	1.53±0.51	0.60±0.69	0.72± 0.78	10.209	0.006
Merdiven İnme	TÖ	8.23±1.01	8.90±1.10	9.00±0.77	4.194	0.123
	TS	2.61±1.12	2.30±0.94	3.18±1.32	2.705	0.124
Merdiven Çıkma	TÖ	6.01±2.58	6.30±2.82	5.72±2.27	1.069	0.586
	TS	1.84±0.68	1.50±0.52	1.81±0.75	1.593	0.451
Çömelme	TÖ	8.53±1.87	8.20±1.03	8.63±1.02	1.239	0.538
	TS	3.69±0.85	3.50±1.08	3.63±0.92	0.222	0.895
Uzun Süreli Oturma	TÖ	6.01±3.29	6.10±2.19	5.90±2.13	0.167	0.920
	TS	2.46±1.05	2.80±0.91	2.45±1.03	0.867	0.648

SAÖ: Sayısal Ağrı Ölçütü, TÖ: Tedavi öncesi, TS: Tedavi sonrası, *Kruskall-Wallis testi kullanılarak elde edilen p değerleri, p<0.05.

4.2.2. Ağrı Şiddeti Bulgularının Tedavi Öncesi- Tedavi Sonrası Grup İçi Karşılaştırılması

Dinlenme, merdiven inme ve çıkma, çömelme ve uzun süreli oturma sırasındaki ağrı şiddeti bulguları tedavi sonrası KONS grup, EKS grup ve Kombine grupta tedavi öncesine göre azaldığı bulunmuştur (p<0.05) (Tablo 4.2.2).

Tablo 4.2.2. Ağrı şiddeti bulgularının tedavi öncesi ve sonrası grup içi karşılaştırılması

SAÖ (puan)		TÖ X ± SS	TS X ± SS	z	p*
Dinlenme	Konsentrik (n=13)	6.69±3.85	1.53±0.51	-3.210	0.001
	Eksentrik (n=10)	6.80±2.54	0.60±0.69	-2.820	0.005
	Kombine (n=11)	6.90±3.30	0.72± 0.78	-2.966	0.003
Merdiven İnme	Konsentrik (n=13)	8.23±1.01	2.61±1.12	-3.225	0.001
	Eksentrik (n=10)	8.90±1.10	2.30±0.94	-2.829	0.005
	Kombine (n=11)	9.00±0.77	3.18±1.32	-2.956	0.003
Merdiven Çıkma	Konsentrik (n=13)	6.01±2.58	1.84±0.68	-3.204	0.001
	Eksentrik (n=10)	6.30±2.82	1.50±0.52	-2.823	0.005
	Kombine (n=11)	5.72±2.27	1.81±0.75	-2.956	0.003
Çömelme	Konsentrik (n=13)	8.53±1.87	3.69±0.85	-3.267	0.001
	Eksentrik (n=10)	8.20±1.03	3.50±1.08	-2.842	0.004
	Kombine (n=11)	8.63±1.02	3.63±0.92	-2.971	0.003
Uzun Süreli Oturma	Konsentrik (n=13)	6.01±3.29	2.46±1.05	-3.195	0.001
	Eksentrik (n=10)	6.10±2.19	2.80±0.91	-2.877	0.003
	Kombine (n=11)	5.90±2.13	2.45±1.03	-2.980	0.004

SAÖ: Sayısal Ağrı Ölçütü, TÖ: Tedavi öncesi, TS: Tedavi sonrası. X ± SS: ortalama±standart sapma

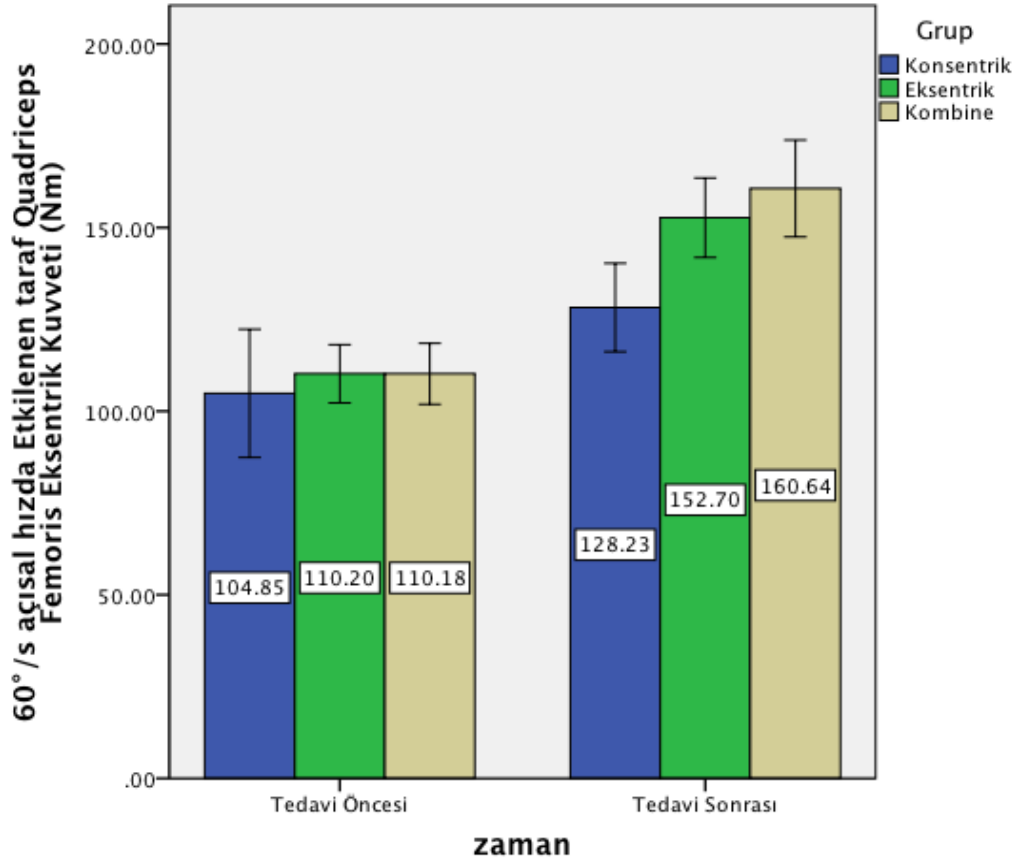
*Wilcoxon testi kullanılarak elde edilen p değerleri, p<0.01.

4.3. Eksentrik Kuvvet Bulgularının Karşılaştırılması

4.3.1. M. Quadriceps femoris Eksentrik Kuvvet Bulgularının Gruplar Arası Farklarının Karşılaştırılması

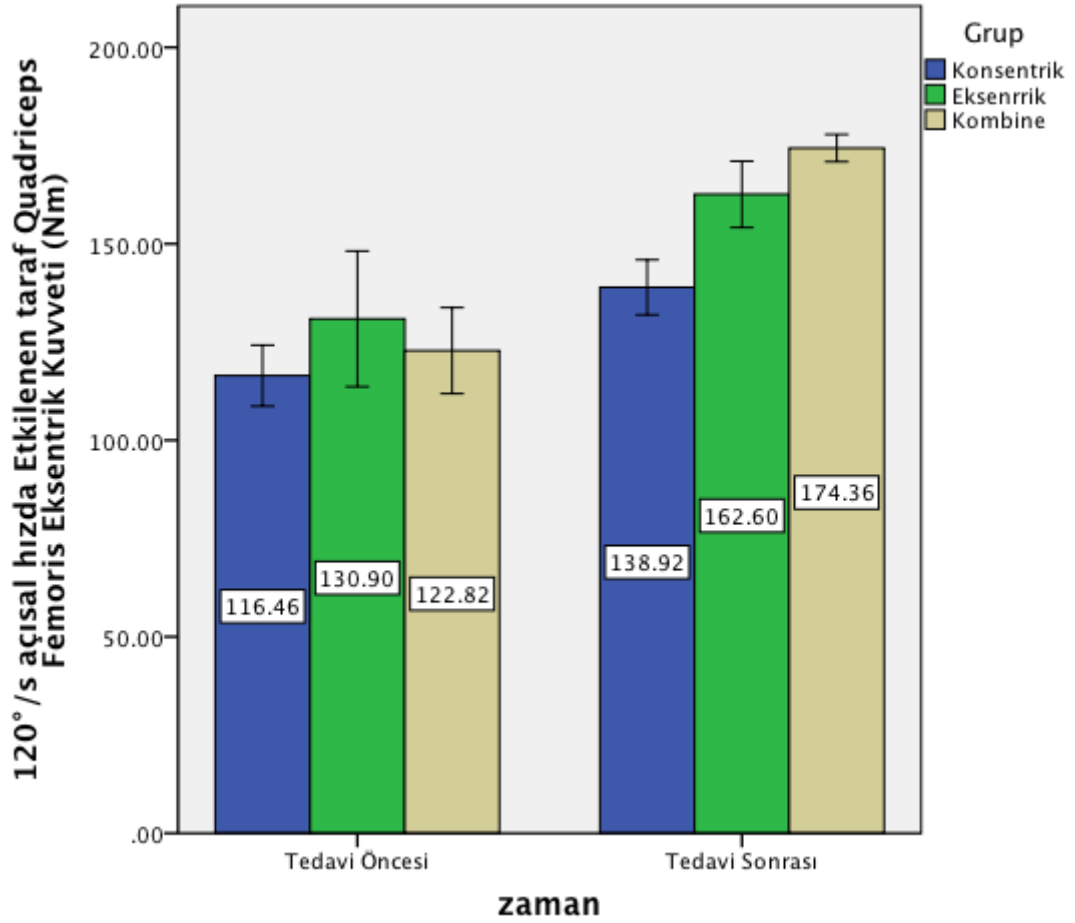
Tedavi öncesi 60°/s açısal hızda etkilenen taraf M. Quadriceps femoris eksentrik kuvvetinin gruplar arasında benzer olduğu görülmüşken ($F_{(2,33)}=0.234$, $p=0.739$), tedavi sonrası gruplar arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($F_{(2,33)}=8.189$, $p=0.001$) (Şekil 4.3.1.1). Tedavi sonrası, gruplar arası farklılıklar incelendiğinde, EKS ve Kombine grup arasında etkilenen taraf

Quadriceps femoris eksentrik kas kuvveti açısından fark bulunmamıştır ($p=0.654$). EKS ($p=0.021$) ve Kombine ($p=0.002$) grup kas kuvvetinin KONS grup kas kuvvetinden daha yüksek olduğu bulunmuştur (Şekil 4.3.1.1).



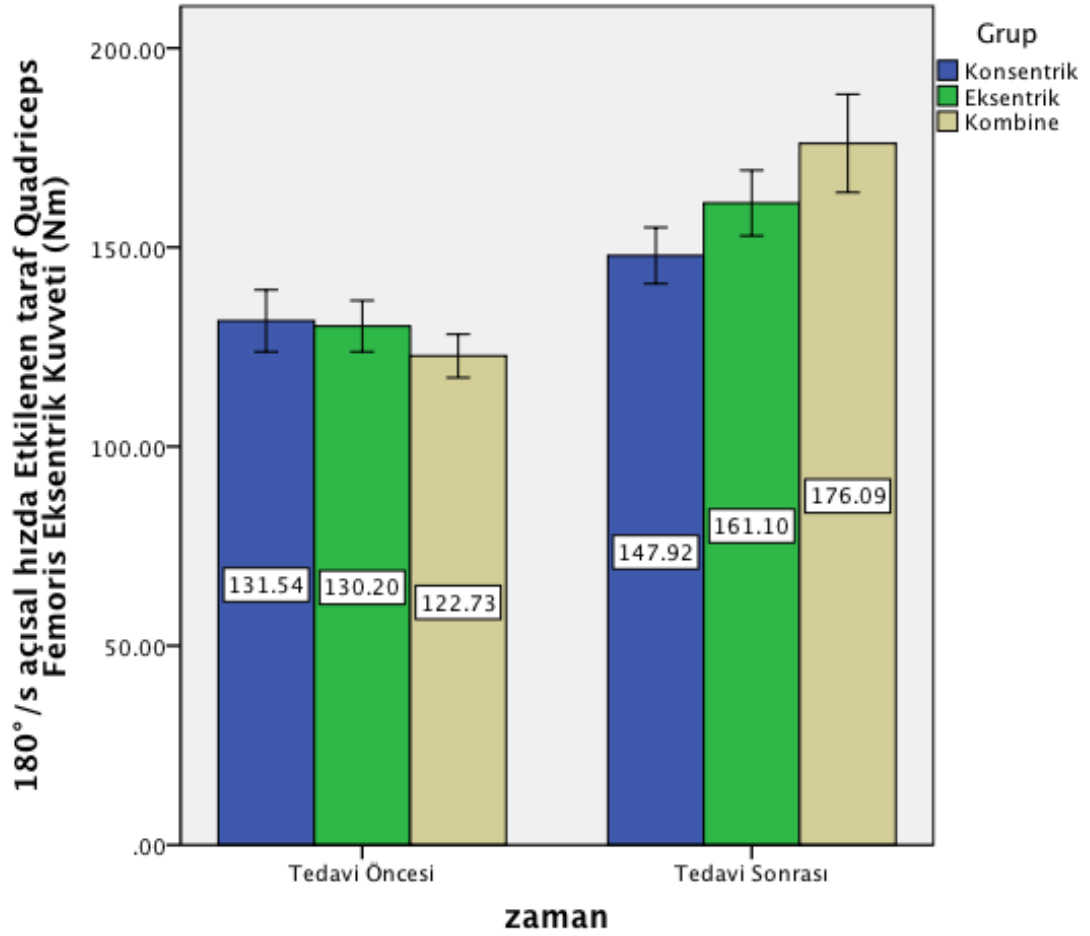
Şekil 4.3.1.1. 60°/s açılmal hızda etkilenen taraf Quadriceps femoris eksentrik kuvvetinin gruplar arası ve zamana göre dağılımı

Tedavi öncesi 120°/s açılmal hızda etkilenen taraf Quadriceps femoris eksentrik kuvveti gruplar arasında benzer olduğu görülmüşken ($F_{(2,33)}=1.475$, $p=0.244$), tedavi sonrası gruplar arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($F_{(2,33)}=31.751$, $p<0.001$) (Şekil 4.3.1.2). Tedavi sonrası, gruplar arasındaki farklılıklar incelendiğinde, Kombine grup etkilenen taraf M. Quadriceps femoris eksentrik kuvveti, EKS grup ($p=0.055$) kas kuvveti ile benzer bulunmuşken, KONS ($p<0.001$) grup kas kuvvetinden daha yüksek olduğu bulunmuştur. EKS grup kas kuvvetinin ise KONS grup kas kuvvetinden daha yüksek olduğu bulunmuştur ($p<0.001$) (Şekil 4.3.1.2).



Şekil 4.3.1.2. 120°/s açısal hızda etkilenen taraf Quadriceps femoris eksentrik kuvvetinin gruplar arası ve zamana göre dağılımı

Tedavi öncesi 180°/s açısal hızda etkilenen taraf Quadriceps femoris eksentrik kas kuvvetinin gruplar arasında benzer olduğu görülmüşken ($F_{(2,33)}=1.941$, $p=0.161$), tedavi sonrası gruplar arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($F_{(2,33)}=9.556$, $p=0.001$) (Şekil 4.3.1.3). Tedavi sonrası, gruplar arası farklılıklar incelendiğinde, EKS grup etkilenen taraf Quadriceps femoris eksentrik kas kuvveti, KONS ($p=0.131$) ve Kombine ($p=0.090$) grup kas kuvveti ile benzer bulunmuştur. Kombine grup kas kuvvetinin KONS grup ($p<0.001$) kas kuvvetinden daha yüksek olduğu bulunmuştur (Şekil 4.3.1.3).



Şekil 4.3.1.3. 180°/s açısal hızda etkilenen taraf Quadriceps femoris eksentrik kuvvetinin gruplar arası ve zamana göre dağılımı

4.3.2. Etkilenen Taraf M. Quadriceps Femoris Eksentrik Kuvvet Bulgularının Grup İçi Farklarının Karşılaştırılması

Gruplar kendi içinde karşılaştırıldığında 60°/s, 120°/s ve 180°/s açısal hızda tedavi sonrası kas kuvvetinin KONS grup, EKS grup ve Kombine grupta tedavi öncesinden daha yüksek olduğu bulunmuştur ($p < 0.05$) (Tablo 4.3.2).

Tablo 4.3.2. M. Quadriceps femoris eksentrik kuvvet bulgularının tedavi öncesi ve tedavi sonrası karşılaştırılması.

M. Quadriceps femoris Eksentrik Kuvveti (Nm)		TÖ X ± SS	TS X ± SS	EB	t	p
60°/s Açısal Hız	Konsentrik (n=13)	104.8±31.4	128.2±21.7	0.74	-6.952	<0.001
	Eksentrik (n=10)	110.2±32.5	152.7±17.1	1.30	-17.771	<0.001
	Kombine (n=11)	110.1±43.8	160.6±21.8	1.15	-6.312	<0.001
120°/s Açısal Hız	Konsentrik (n=13)	116.4±14.1	138.9±12.6	0.65	-10.226	<0.001
	Eksentrik (n=10)	130.9±27.3	162.6±13.3	0.84	-4.994	<0.001
	Kombine (n=11)	122.8±18.1	174.3±15.7	1.05	-6.511	<0.001
180°/s Açısal Hız	Konsentrik (n=13)	131.5±14.1	147.9±12.7	0.67	-8.410	<0.001
	Eksentrik (n=10)	129.3±11.4	161.1±13.0	0.74	-10.658	<0.001
	Kombine (n=11)	128.5±11.4	176.1±20.4	1.28	-10.307	<0.001

TÖ: Tedavi öncesi, TS: Tedavi sonrası. X ± SS: ortalama±standart sapma

*Bağımlı gruplar t testi kullanılarak elde edilen p değerleri, p<0.01.

60°/s ve 120°/s açısal hızda etkilenen taraf M. Quadriceps femoris eksentrik kuvveti üzerinde EKS ve Kombine grubun tedavi etkisinin büyük, KONS grubun tedavi etkisinin ise orta derecede olduğu görülmüşken, 180°/s açısal hızda kombine grubun tedavi etkisinin büyük, KONS ve EKS grubun tedavi etkisinin ise orta derecede olduğu görülmüştür (Tablo 4.3.2).

4.3.3. Tedavi Öncesi ve Sonrası Etkilenen Taraf ve Diğer Taraf M. Quadriceps Femoris Eksentrik Kuvvet Bulgularının Karşılaştırılması

Tedavi öncesinde 60°/s açısal hızda değerlendirilen semptomatik taraf Quadriceps femoris eksentrik kuvveti, her üç grupta da asemptomatik taraftan daha düşük bulunmuştur (p<0.05). Tedavi sonrası KONS grupta her iki taraf arasındaki farkın eşitlendiği (p<0.05), EKS ve Kombine grupta ise semptomatik taraf kas kuvvetinin asemptomatik taraftan yüksek olduğu bulunmuştur (p<0.05) (Tablo 4.3.3.1).

Tablo 4.3.3.1. 60°/s açısal hızda M. Quadriceps femoris eksentrik kuvvet bulgularının tedavi öncesi ve sonrası etkilenen ve diğer taraf karşılaştırılması.

M. Quadriceps femoris Eksentrik Kuvveti (Nm)		Etkilenen Taraf X ± SS	Diğer Taraf X ± SS	t	p*	
60°/s Açısal Hız	TÖ	Konsentrik (n=13)	104.8±31.4	110.6±27.7	-2.696	0.019
		Eksentrik (n=10)	110.2±32.5	120.5±13.1	-3.184	0.011
		Kombine (n=11)	110.1±43.8	133.2±16.1	-6.310	<0.001
	TS	Konsentrik (n=13)	128.2±21.7	123.3±20.1	2.011	0.067
		Eksentrik (n=10)	152.7±27.1	134.6±20.7	4.249	0.002
		Kombine (n=11)	160.6±21.8	143.7±24.3	-3.184	0.011

TÖ: Tedavi öncesi, TS: Tedavi sonrası. X ± SS: ortalama±standart sapma

* Bağımlı gruplar t testi kullanılarak elde edilen p değerleri, p<0.01

Tedavi öncesinde, 120°/s açısal hızda değerlendirilen semptomatik taraf Quadriceps femoris eksentrik kuvveti, her üç grupta da asemptomatik taraftan daha düşük bulunmuştur (p<0.05). Tedavi sonrası KONS grup, EKS ve Kombine grupta her iki taraf arasındaki farkın eşitlendiği saptanmıştır (Tablo 4.3.3.2).

Tablo 4.3.3.2. 120°/s açısal hızda M. Quadriceps femoris eksentrik kuvvet bulgularının tedavi öncesi ve sonrası etkilenen ve diğer taraf karşılaştırılması.

M. Quadriceps femoris Eksentrik Kuvveti (Nm)		Etkilenen Taraf X ± SS	Diğer Taraf X ± SS	t	p	
120°/s Açısal Hız	TÖ	Konsentrik (n=13)	116.4±34.1	135.1±13.1	-10.192	<0.001
		Eksentrik (n=10)	130.9±37.3	159.1±17.9	-5.195	<0.001
		Kombine (n=11)	122.8±38.1	164.5±11.6	-6.180	<0.001
	TS	Konsentrik (n=13)	138.92±22.6	140.5±11.4	-1.289	0.222
		Eksentrik (n=10)	162.6±33.3	167.4±15.8	-1.476	0.174
		Kombine (n=11)	174.3±15.7	172.5±7.6	-0.789	0.466

TÖ: Tedavi öncesi, TS: Tedavi sonrası. X ± SS: ortalama±standart sapma

*Bağımlı gruplar t testi kullanılarak elde edilen p değerleri, p<0.05

Tedavi öncesinde, 180°/s açısal hızda değerlendirilen semptomatik taraf Quadriceps femoris konsentrik kuvveti, her üç grupta da asemptomatik taraftan daha düşük bulunmuştur ($p<0.05$). Tedavi sonrası EKS grup ve Kombine grupta her iki taraf arasındaki farkın eşitlendiği ($p>0.05$), KONS grupta ise semptomatik taraf kas kuvvetinin asemptomatik taraftan halen düşük olduğu saptanmıştır ($p<0.05$) (Tablo 4.3.3.3).

Tablo 4.3.3.3. 180°/s açısal hızda M. Quadriceps femoris eksentrik kuvvet bulgularının tedavi öncesi ve sonrası etkilenen ve diğer taraf karşılaştırılması.

M. Quadriceps femoris Eksentrik Kuvveti (Nm)		Etkilenen Taraf X ± SS	Diğer Taraf X ± SS	t	p*	
180°/s Açısal Hız	TÖ	Konsentrik (n=13)	131.5±24.1	150.3±17.1	-6.734	<0.001
		Eksentrik (n=10)	129.3±41.4	161.3±16.6	-5.195	<0.001
		Kombine (n=11)	128.5±41.4	171.6±11.3	-14.504	<0.001
	TS	Konsentrik (n=13)	147.9±22.7	152.3±18.4	-2.701	0.019
		Eksentrik (n=10)	161.1±23.0	163.5±10.2	-1.336	0.214
		Kombine (n=11)	176.1±20.4	176.2±16.8	-0.072	0.944

TÖ: Tedavi öncesi, TS: Tedavi sonrası. X ± SS: ortalama±standart sapma

*Bağımlı gruplar t testi kullanılarak elde edilen p değerleri, $p<0.05$

4.3.4. Etkilenen taraf Hamsting Eksentrik Kuvvet Bulgularının Gruplar Arası Farklarının Karşılaştırılması

60°/s, 120°/s ve 180°/s açısal hızda etkilenen taraf Hamstring eksentrik kuvvetinin tedavi öncesi ve tedavi sonrası gruplar arasında benzer olduğu görülmüştür ($p>0.05$) (Tablo 4.3.4).

Tablo 4.3.4 Hamstring eksentrik kas kuvvet bulgularının tedavi öncesi ve tedavi sonrası karşılaştırılması.

Hamstring Eksentrik Kas Kuvveti (Nm)		Konsentrik (n=13) X ± SS	Eksentrik (n=10) X ± SS	Kombine (n=11) X ± SS	F	p*
60°/s Açısal Hız	TÖ	84.6±27.1	97.4±23.4	96.5±24.4	2.614	0.089
	TS	107.6±12.1	112.0±11.3	106.1±9.5	0.780	0.476
120°/s Açısal Hız	TÖ	111.5±30.1	109.7±24.6	109.6±23.9	0.029	0.781
	TS	125.1±18.3	117.9±15.5	117.0±14.4	0.780	0.467
180°/s Açısal Hız	TÖ	111.0±24.7	119.0±31.3	112.0±30.7	0.214	0.787
	TS	117.3±20.9	129.7±27.7	120.5±31.6	0.623	0.543

TÖ: Tedavi öncesi, TS: Tedavi sonrası. X ± SS: ortalama±standart sapma

*Tek yönlü ANOVA testi kullanılarak elde edilen p değerleri, p<0.05

4.3.5. Etkilenen Taraf Hamstring Eksentrik Kas Kuvvet Farklarının Grup İçi Karşılaştırılması

Gruplar kendi içinde karşılaştırıldığında 60°/s, 120°/s ve 180°/s açısal hızda tedavi sonrası Hamstring eksentrik kas kuvvetinin KONS grup, EKS grup ve Kombine grupta tedavi öncesinden daha yüksek olduğu bulunmuştur (p<0.05) (Tablo 4.3.5).

Tablo 4.3.5. Hamstring eksentrik kas kuvvet bulgularının tedavi öncesi ve tedavi sonrası karşılaştırılması (ortalama± standart sapma).

Hamstring Eksentrik Kas Kuvveti (Nm)		TÖ X ± SS	TS X ± SS	t	p*
60°/s Açısal Hız	Konsentrik (n=13)	84.6±27.1	107.6±12.1	-9.539	<0.001
	Eksentrik (n=10)	97.4±23.4	112.0±11.3	-8.503	<0.001
	Kombine (n=11)	96.5±24.4	106.1±9.5	-2.860	<0.001
120°/s Açısal Hız	Konsentrik (n=13)	111.5±30.1	125.1±18.3	-6.570	<0.001
	Eksentrik (n=10)	109.7±24.6	117.9±15.5	-5.090	<0.001
	Kombine (n=11)	109.6±23.9	117.0±14.4	-3.836	<0.001
180°/s Açısal Hız	Konsentrik (n=13)	111.0±24.7	117.3±20.9	-3.533	<0.001
	Eksentrik (n=10)	119.0±31.3	129.7±27.7	-5.566	<0.001
	Kombine (n=11)	112.0±30.7	120.5±31.6	-8.004	<0.001

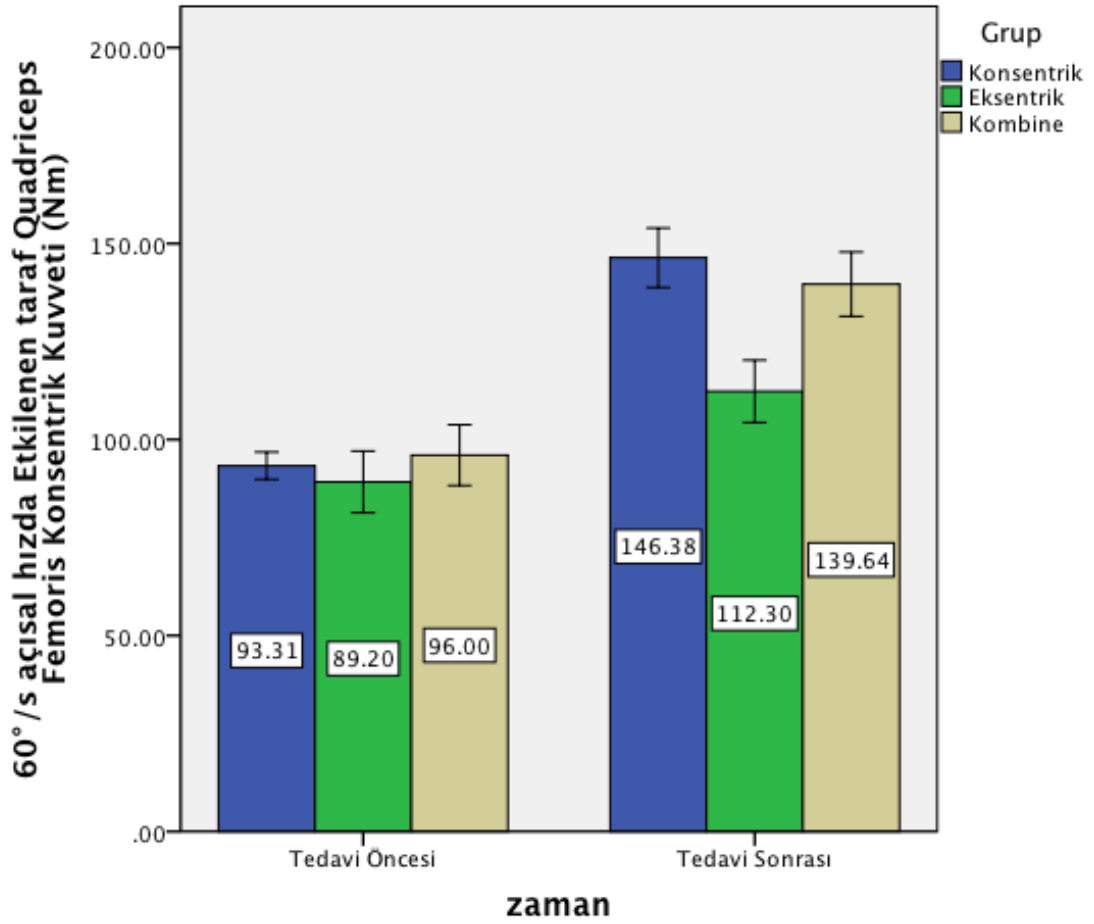
TÖ: Tedavi öncesi, TS: Tedavi sonrası, EB: Etki büyüklüğü $X \pm SS$: ortalama±standart sapma. *Bağımlı gruplarda t testi kullanılarak elde edilen p değerleri, $p<0.01$

60°/s açısal hızda etkilenen taraf Hamstring eksentrik kuvveti üzerinde KONS grubun tedavi etkisinin büyük, EKS grubun orta, Kombine grubun ise tedavi etkisinin küçük derecede olduğu görülmüştür. 120°/s ve 180°/s açısal hızda etkilenen taraf Hamstring eksentrik kuvveti üzerinde her üç grubun tedavi etkisinin küçük derecede olduğu görülmüştür (Tablo 4.3.5)

4.4. Konsentrik Kuvvet Bulgularının Karşılaştırılması

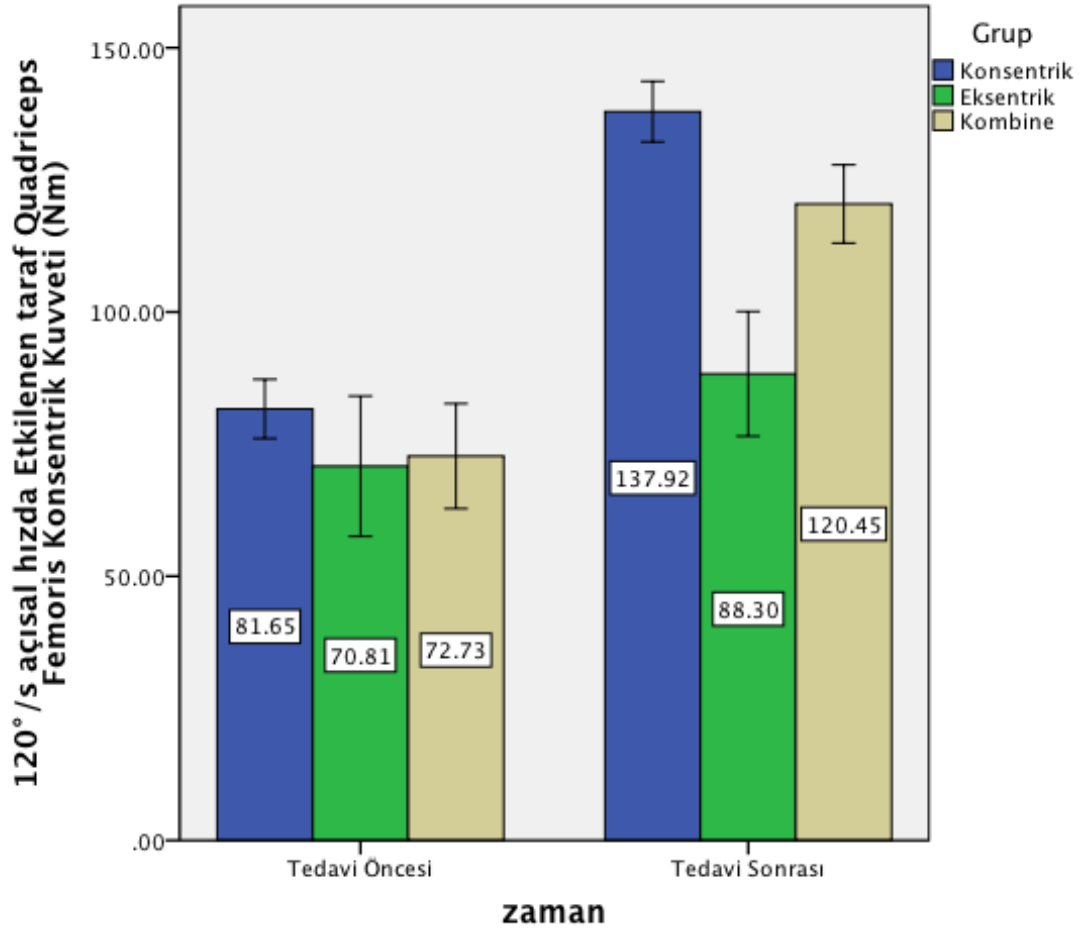
4.4.1. M. Quadriceps Femoris Konsentrik Kuvvet Farklarının Gruplar Arası Karşılaştırılması

Tedavi öncesi 60°/s açısal hızda etkilenen taraf Quadriceps femoris konsentrik kas kuvvetinin gruplar arasında benzer olduğu görülmüşken ($F_{(2,33)}=1.076$, $p=0.353$), 8 haftalık tedavi sonrası gruplar arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($F_{(2,33)}=19.708$, $p<0.001$) (Şekil 4.4.1.1). Tedavi sonrası, gruplar arası farklılıklar incelendiğinde, KONS ve Kombine grup arasında 60°/s açısal hızda etkilenen taraf Quadriceps femoris konsentrik kuvveti açısından fark bulunmamışken ($p=0.444$), KONS ($p<0.001$) ve Kombine ($p<0.001$) grup kas kuvvetinin EKS grup kas kuvvetinden daha yüksek olduğu bulunmuştur (Şekil 4.4.1.1).



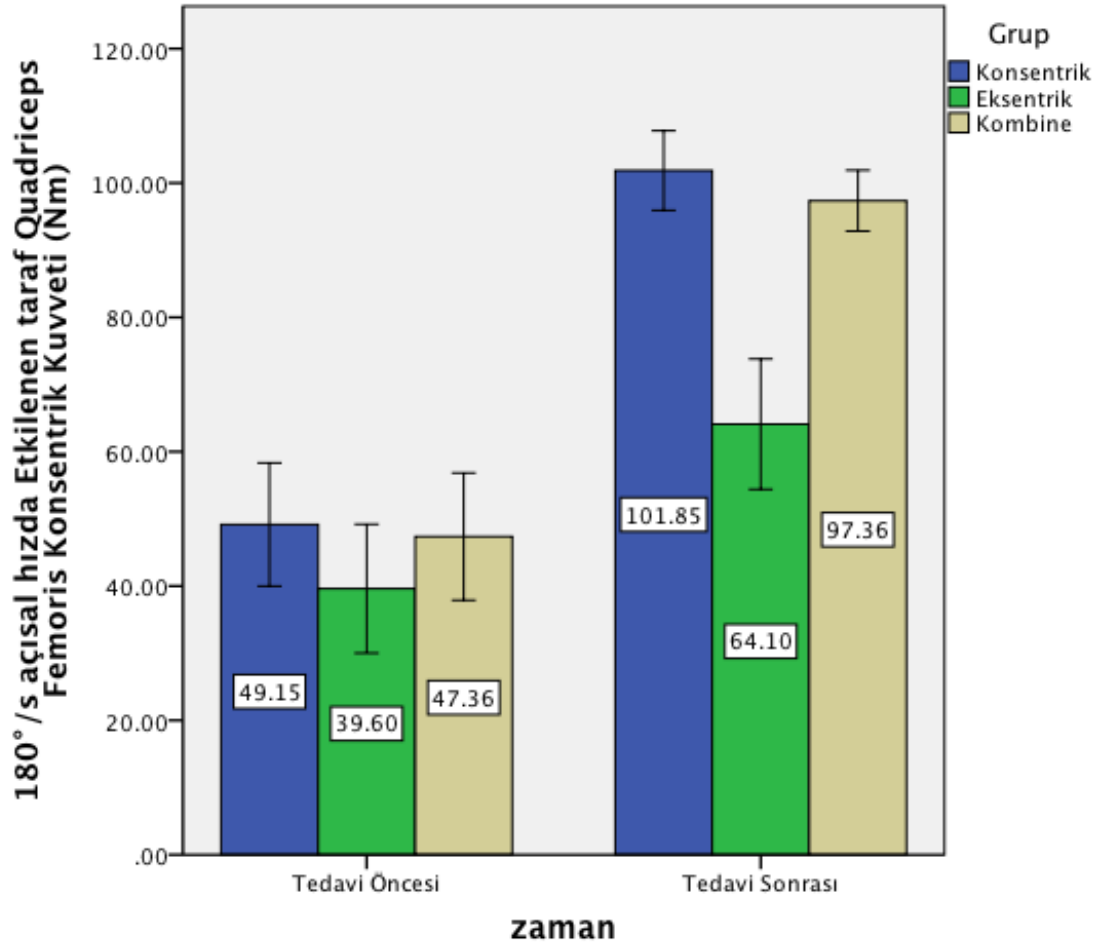
Şekil 4.4.1.1 60°/s açısal hızda etkilenen taraf M. Quadriceps femoris konsentrik kuvvetinin gruplar arası ve zamana göre dağılımı

Tedavi öncesi 120°/s açısal hızda etkilenen taraf M. Quadriceps femoris konsentrik kuvvetinin gruplar arasında benzer olduğu görülmüşken ($F_{(2,33)}=1.560$, $p=0.226$), tedavi sonrası gruplar arasındaki fark anlamlı bulunmuştur ($F_{(2,33)}=36.883$, $p<0.001$) (Şekil 4.4.1.2) Tedavi sonrası, gruplar arası farklılıklar incelendiğinde, KONS grup Quadriceps femoris konsentrik kas kuvvetinin EKS ($p<0.001$) ve Kombine ($p=0.011$) gruplarından daha yüksek olduğu saptanmıştır. Kombine grup kas kuvvetinin ise EKS gruptan daha yüksek olduğu bulunmuştur ($p<0.001$) (Şekil 4.4.1.2).



Şekil 4.4.1.2. 120°/s açısal hızda etkilenen taraf Quadriceps femoris konsentrik kuvvetinin gruplar arası ve zamana göre dağılımı

Tedavi öncesi 180°/s açısal hızdaki etkilenen taraf Quadriceps femoris konsentrik kas kuvveti gruplar arasında benzer bulunmuşken ($F_{(2,33)}=1.105$, $p=0.344$), tedavi sonrası gruplar arasındaki farkın anlamlı olduğu saptanmıştır ($F_{(2,33)}=34.949$, $p<0.001$) (Şekil 4.4.1.3). Tedavi sonrası, gruplar arası farklılıklar incelendiğinde, KONS grup Quadriceps femoris konsentrik kas kuvvetinin EKS ($p<0.001$) ve Kombine ($p=0.011$) grup kas kuvvetinden daha yüksek olduğu görülmüştür. Kombine grup kas kuvveti ise EKS gruptan daha yüksek bulunmuştur ($p<0.001$) (Şekil 4.4.1.3).



Şekil 4.4.1.3. 180°/s açısal hızda etkilenen taraf Quadriceps femoris konsentrik kuvvetinin gruplar arası ve zamana göre dağılımı

4.4.2. Etkilenen Taraf M. Quadriceps Femoris Konsentrik Kuvvet Farklarının Grup İçi Karşılaştırılması

KONS, EKS ve Kombine grubun tedavi sonrası 60°/s, 120°/s ve 180°/s açısal hızdaki kas kuvvet değerleri, tedavi öncesine göre anlamlı oranda yüksek bulunmuştur ($p < 0.05$) (Tablo 4.4.2).

Tablo 4.4.2. M. Quadriceps femoris konsentrik kuvvet bulgularının tedavi öncesi ve tedavi sonrası karşılaştırılması.

M. Quadriceps femoris Konsentrik Kuvveti (Nm)		TÖ X ± SS	TS X ± SS	EB	t	p*
60°/s Açısal Hız	Konsentrik (n=13)	93.3± 6.2	146.3±13.7	1.14	-15.343	<0.001
	Eksentrik (n=10)	89.2±12.4	112.3±12.5	0.74	-17.977	<0.001
	Kombine (n=11)	96.1±12.8	139.6±13.6	1.28	-12.562	<0.001
120°/s Açısal Hız	Konsentrik (n=13)	81.6± 10.1	137.9±10.3	1.04	-8.019	<0.001
	Eksentrik (n=10)	70.8±21.1	88.3±18.6	0.82	-3.889	<0.001
	Kombine (n=11)	72.7±16.4	120.4±12.2	1.11	-7.363	<0.001
180°/s Açısal Hız	Konsentrik (n=13)	49.1± 16.5	101.8±10.6	1.22	-16.530	<0.001
	Eksentrik (n=10)	39.6±15.1	64.1± 15.3	0.69	-9.439	<0.001
	Kombine (n=11)	47.3±15.6	97.3±7.4	1.24	-11.720	<0.001

TÖ: Tedavi öncesi, TS: Tedavi sonrası, EB: Etki büyüklüğü X ± SS: ortalama± standart sapma. *Bağımlı gruplar t testi kullanılarak elde edilen p değerleri, p<0.01

60°/s ve 180°/s açısal hızda etkilenen taraf Quadriceps femoris konsentrik kuvveti üzerinde KONS ve Kombine grubun tedavi etkisinin büyük, EKS grubun tedavi etkisinin ise orta derecede olduğu görülmüşken, 120°/s açısal hızda her üç grubun tedavi etkisinin büyük derecede olduğu görülmüştür (Tablo 4.4.2)

4.4.3. Tedavi Öncesi ve Sonrası Etkilenen Taraf ve Diğer Taraf M. Quadriceps Femoris Konsentrik Kuvvet Bulgularının Karşılaştırılması

Tedavi öncesinde, 60°/s açısal hızda değerlendirilen semptomatik taraf Quadriceps femoris konsentrik kuvveti, her üç grupta da asemptomatik taraftan daha düşük bulunmuştur (p<0.05). Tedavi sonrasında ise KONS grup, EKS grup ve Kombine grupta her iki taraf M.Quadriceps femoris konsentrik kuvvetinin eşitlendiği saptanmıştır. (p<0.05) (Tablo 4.4.3.1).

Tablo 4.4.3.1. 60°/s açısal hızda M. Quadriceps femoris konsentrik kuvvet bulgularının tedavi öncesi ve sonrası etkilenen ve diğer taraf karşılaştırılması.

M. Quadriceps femoris Eksentrik Kuvveti (Nm)		Etkilenen Taraf X ± SS	Diğer Taraf X ± SS	t	p*	
60°/s Açısal Hız	TÖ	Konsentrik (n=13)	93.3± 46.2	123.4± 11.3	-10.024	<0.001
		Eksentrik (n=10)	89.2±32.4	110.9±11.1	-3.920	0.004
		Kombine (n=11)	96.1±42.8	117.1±16.6	-4.416	<0.001
	TS	Konsentrik (n=13)	146.3±33.7	147.3±13.4	-1.079	0.302
		Eksentrik (n=10)	112.3±12.5	114.1± 7.5	-0.610	0.557
		Kombine (n=11)	139.6±23.6	135.3±14.9	1.329	0.217

TÖ: Tedavi öncesi, TS: Tedavi sonrası. X ± SS: ortalama± standart sapma.

*Bağımlı gruplar t testi kullanılarak elde edilen p değerleri, p<0.05

Tedavi öncesinde, 120°/s açısal hızda değerlendirilen semptomatik taraf Quadriceps femoris konsentrik kuvveti, her üç grupta da asemptomatik taraftan daha düşük bulunmuştur (p<0.05). Tedavi sonrası ise semptomatik taraf KONS grup, EKS grup ve Kombine grupta asemptomatik taraftan yüksek bulunmuştur (p<0.05) (Tablo 4.4.3.2).

Tablo 4.4.3.2. 120°/s açısal hızda M. Quadriceps femoris konsentrik kuvvet bulgularının tedavi öncesi ve sonrası etkilenen ve diğer taraf karşılaştırılması (ortalama± standart sapma).

M. Quadriceps femoris Eksentrik Kuvveti (Nm)		Etkilenen Taraf X ± SS	Diğer Taraf X ± SS	t	p*	
120°/s Açısal Hız	TÖ	Konsentrik (n=13)	81.6± 40.1	133.2± 9.37	-11.375	<0.001
		Eksentrik (n=10)	70.8±21.1	96.3±17.1	-12.118	<0.001
		Kombine (n=11)	72.7±36.4	107.2±18.4	-14.565	<0.001
	TS	Konsentrik (n=13)	137.9± 20.3	136.0± 10.2	-2.264	0.043
		Eksentrik (n=10)	88.3±18.6	95.4±16.3	-3.936	0.003
		Kombine (n=11)	120.4±22.2	116.5±11.2	-2.363	0.040

TÖ: Tedavi öncesi, TS: Tedavi sonrası. X ± SS: ortalama± standart sapma

*Bağımlı gruplar t testi kullanılarak elde edilen p değerleri, p<0.05

Tedavi öncesinde, 180°/s açısal hızda değerlendirilen semptomatik taraf Quadriceps femoris konsentrik kuvveti, her üç grupta da asemptomatik taraftan daha düşük bulunmuştur ($p<0.05$). Tedavi sonrasında ise KONS grup, EKS grup ve Kombine grupta her iki taraf M.Quadriceps femoris konsentrik kuvvetinin eşitlendiği saptanmıştır. ($p<0.05$) (Tablo 4.4.3.3).

Tablo 4.4.3.3. 180°/s açısal hızda M. Quadriceps femoris konsentrik kuvvet bulgularının tedavi öncesi ve sonrası etkilenen ve diğer taraf karşılaştırılması (ortalama± standart sapma).

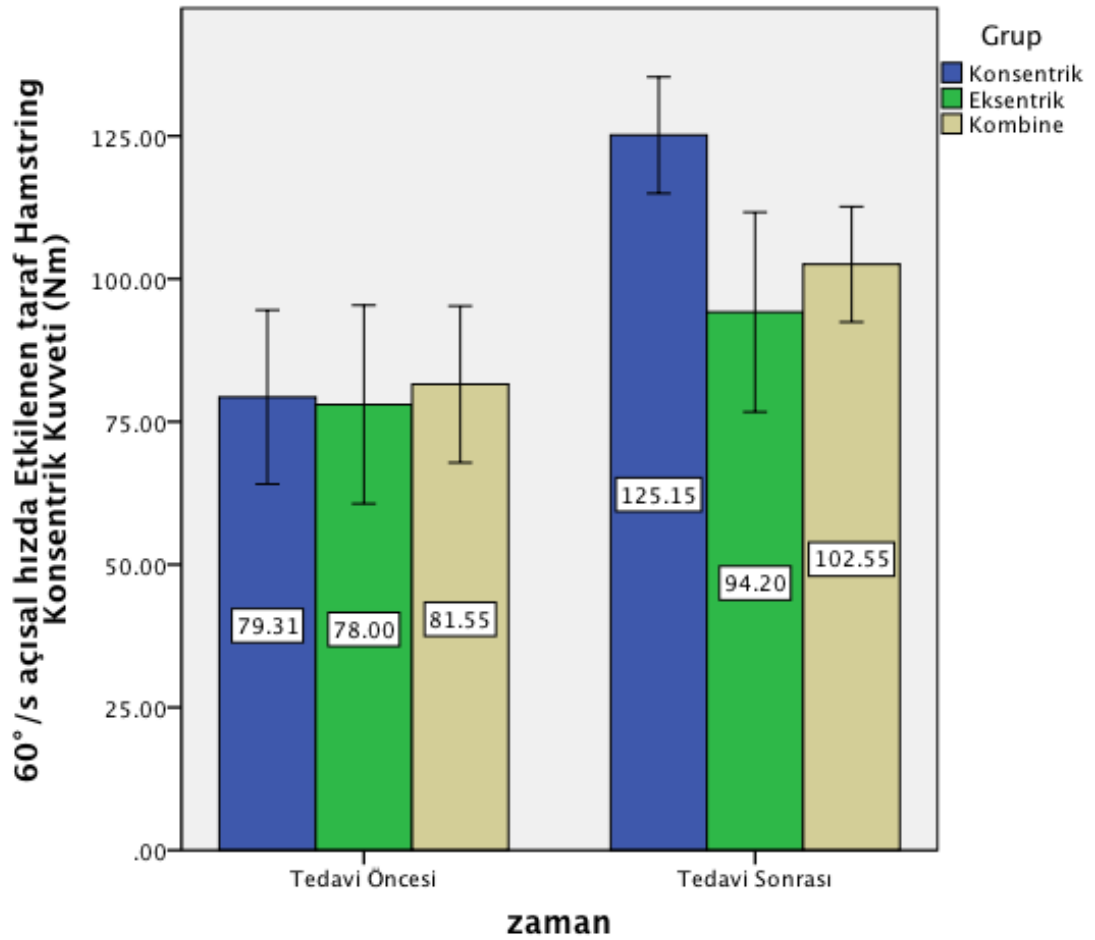
M. Quadriceps femoris Eksentrik Kuvveti (Nm)		Etkilenen Taraf X ± SS	Diğer Taraf X ± SS	t	p*	
180°/s Açısal Hız	TÖ	Konsentrik (n=13)	49.1± 36.5	95.6± 7.3	-11.892	<0.001
		Eksentrik (n=10)	39.6±35.1	71.6± 10.2	-6.553	<0.001
		Kombine (n=11)	47.3±35.6	87.2±10.6	-6.020	<0.001
	TS	Konsentrik (n=13)	101.8± 30.6	104.1± 9.5	-0.840	0.481
		Eksentrik (n=10)	64.1± 15.3	67.6±8.6	-0.972	0.365
		Kombine (n=11)	97.3±37.4	94.3±9.5	-1.982	0.076

TÖ: Tedavi öncesi, TS: Tedavi sonrası. X ± SS: ortalama± standart sapma

*Bağımlı gruplar t testi kullanılarak elde edilen p değerleri, $p<0.05$

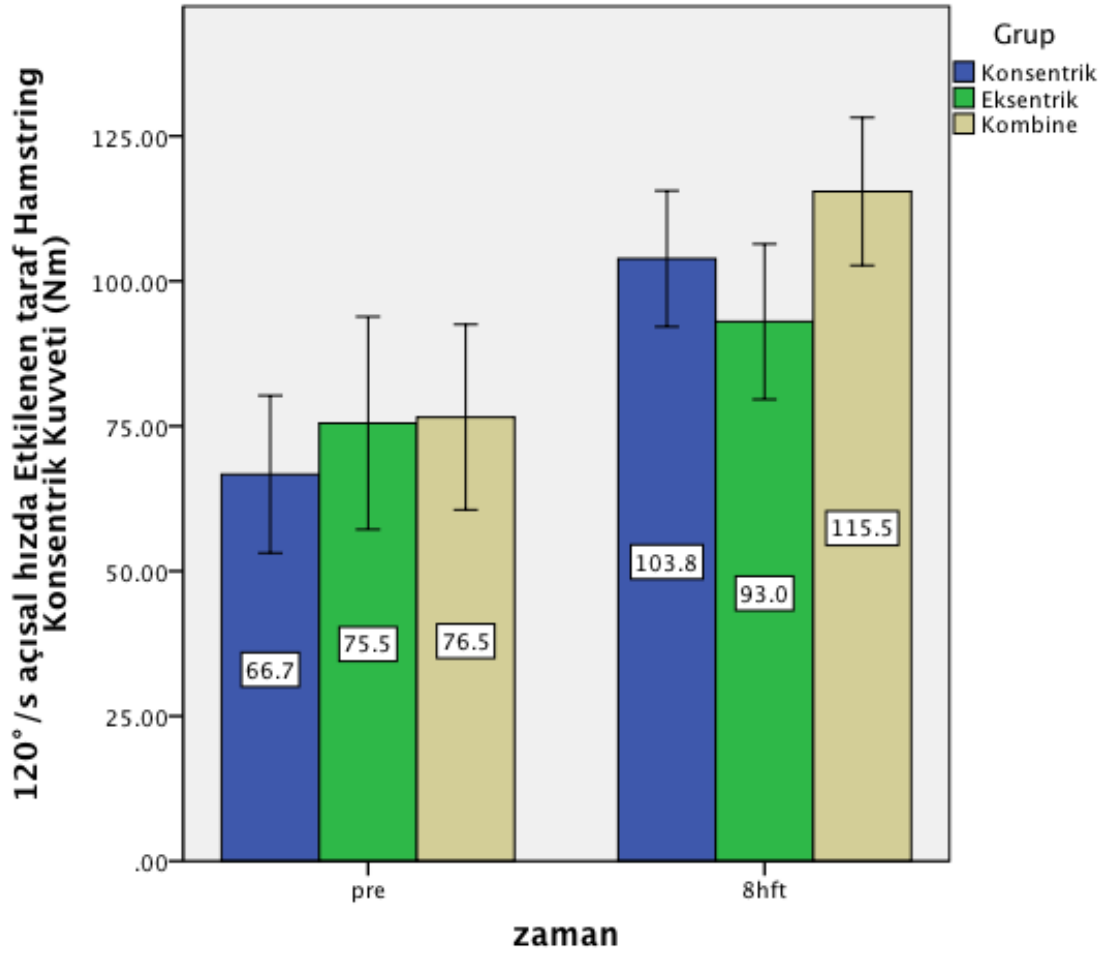
4.4.4. Etkilenen Taraf Hamstring Konsentrik Kuvvet Farklarının Gruplar Arası Karşılaştırılması

Tedavi öncesi 60°/s açısal hızda etkilenen taraf Hamstring konsentrik kuvveti açısından gruplar arasında fark yokken ($F_{(2,33)}=0.050$, $p=0.951$), tedavi sonrası farkların anlamlı olduğu bulunmuştur ($F_{(2,33)}=6.816$, $p=0.004$) (Şekil 4.4.4.1). Tedavi sonrası gruplar arası farklılıklar incelendiğinde, KONS grup Hamstring konsentrik kuvvetinin EKS ($p=0.004$) ve Kombine ($p=0.035$) gruptan yüksek olduğu saptanmıştır. EKS ve Kombine grup arasında Hamstring konsentrik kas kuvveti açısından fark bulunmamıştır ($p=0.640$) (Şekil 4.3.3.2).



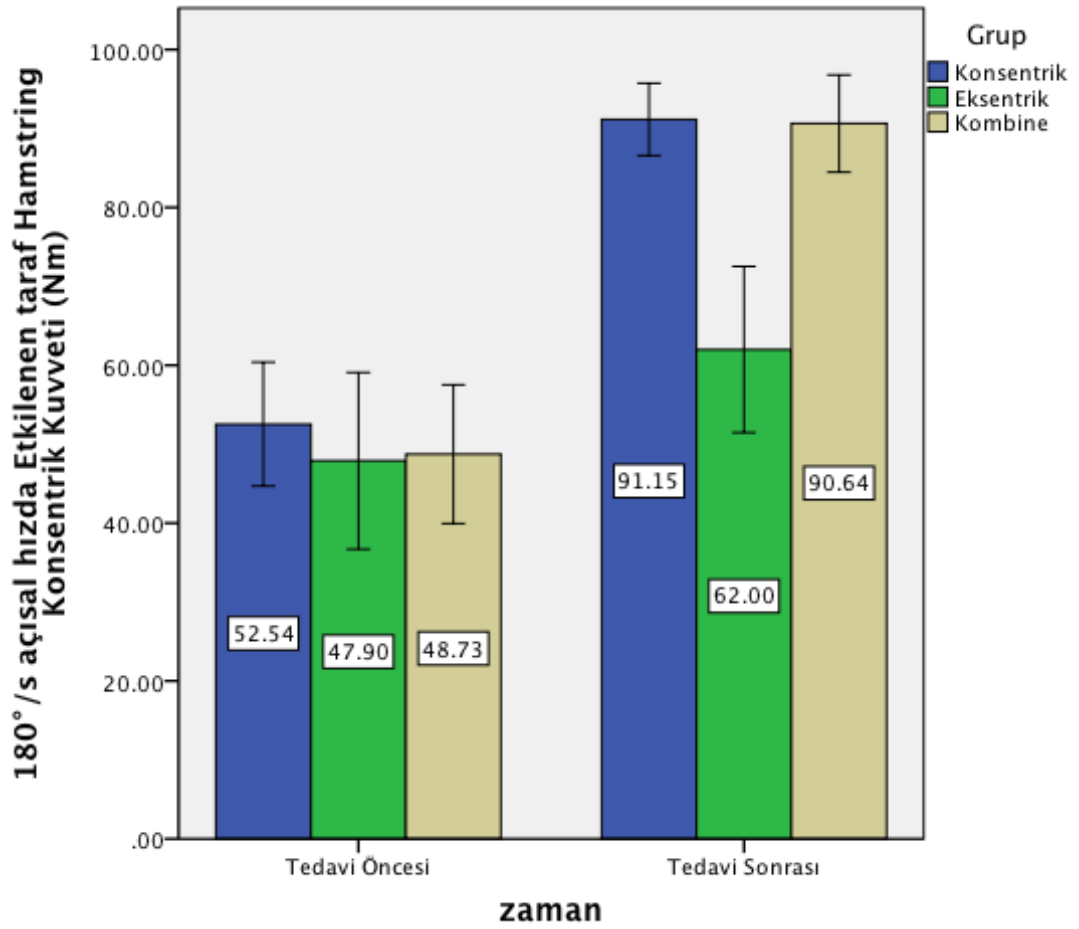
Şekil 4.4.4.1. 60°/s açısal hızda etkilenen taraf Hamstring konsentrik kuvvetinin gruplar arası ve zamana göre dağılımı.

120°/s açısal hızda ölçülen etkilenen taraf Hamstring konsentrik kuvvetine ait hem tedavi öncesi ($F_{(2,33)}=0.504$, $p=0.609$) hem de tedavi sonrası ($F_{(2,33)}=2.962$, $p=0.066$) bulgular, her üç grupta da benzerdir (Tablo 4.4.4.2).



Şekil 4.4.4.2. 120°/s açısal hızda etkilenen taraf Hamstring konsentrik kuvvetinin gruplar arası ve zamana göre dağılımı

Tedavi öncesi, 180°/s açısal hızda, etkilenen taraf Hamstring konsentrik kuvveti her üç grupta da benzer bulunmuşken ($F_{(2,33)}=0.307$, $p=0.738$), tedavi sonrasında bu değerler arasında anlamlı fark bulunmuştur ($F_{(2,33)}=21.026$, $p<0.001$) (Tablo 4.4.4.3). Tedavi sonrası Hamstring konsentrik kas kuvveti, KONS grup ile Kombine grupta benzer bulunurken ($p=0.994$), EKS grupta ($p=0.004$) diğer gruplarından anlamlı derecede düşük bulunmuştur. Kombine grup kas kuvvetinin ise EKS ($p<0.001$) grup kas kuvvetinden yüksek olduğu saptanmıştır (Tablo 4.4.4.3).



Şekil 4.4.4.3. 180°/s açısal hızda etkilenen taraf Hamstring konsentrik kuvvetinin gruplar arası ve zamana göre dağılımı

4.4.5. Etkilenen Taraf Hamstring Konsentrik Kuvvet Farklarının Grup İçi Karşılaştırılması

Gruplar kendi içinde karşılaştırıldığında 60°/s, 120°/s ve 180°/s açısal hızda tedavi sonrası Hamstring konsentrik kas kuvvetinin KONS grup, EKS grup ve Kombine grupta tedavi öncesinden daha yüksek olduğu bulunmuştur ($p < 0.05$) (Tablo 4.4.5).

Tablo 4.4.5. Hamstring konsentrik kas kuvvet bulgularının tedavi öncesi ve tedavi sonrası karşılaştırılması.

Hamstring Konsentrik Kas Kuvveti (Nm)		TÖ X ± SS	TS X ± SS	EB	t	p*
60°/s Açısal Hız	Konsentrik (n=13)	79.3±37.4	125.1±18.3	0.41	-11.951	<0.001
	Eksentrik (n=10)	78.0±27.4	94.2±27.6	0.33	-13.266	<0.001
	Kombine (n=11)	81.5±22.7	102.5±16.7	0.29	-12.714	<0.001
120°/s Açısal Hız	Konsentrik (n=13)	66.6±24.4	103.8±21.1	1.07	-4.794	<0.001
	Eksentrik (n=10)	75.5±29.0	93.0±21.1	0.58	-3.757	<0.001
	Kombine (n=11)	76.5±26.5	115.4±21.1	1.01	-9.125	<0.001
180°/s Açısal Hız	Konsentrik (n=13)	52.5±34.1	191.1±18.2	1.20	-6.552	<0.001
	Eksentrik (n=10)	47.9±27.6	162.0±16.6	0.51	-7.177	<0.001
	Kombine (n=11)	48.7±24.5	90.6±10.2	0.91	-13.407	<0.001

TÖ: Tedavi öncesi, TS: Tedavi sonrası. EB: Etki büyüklüğü X ± SS: ortalama± standart sapma.

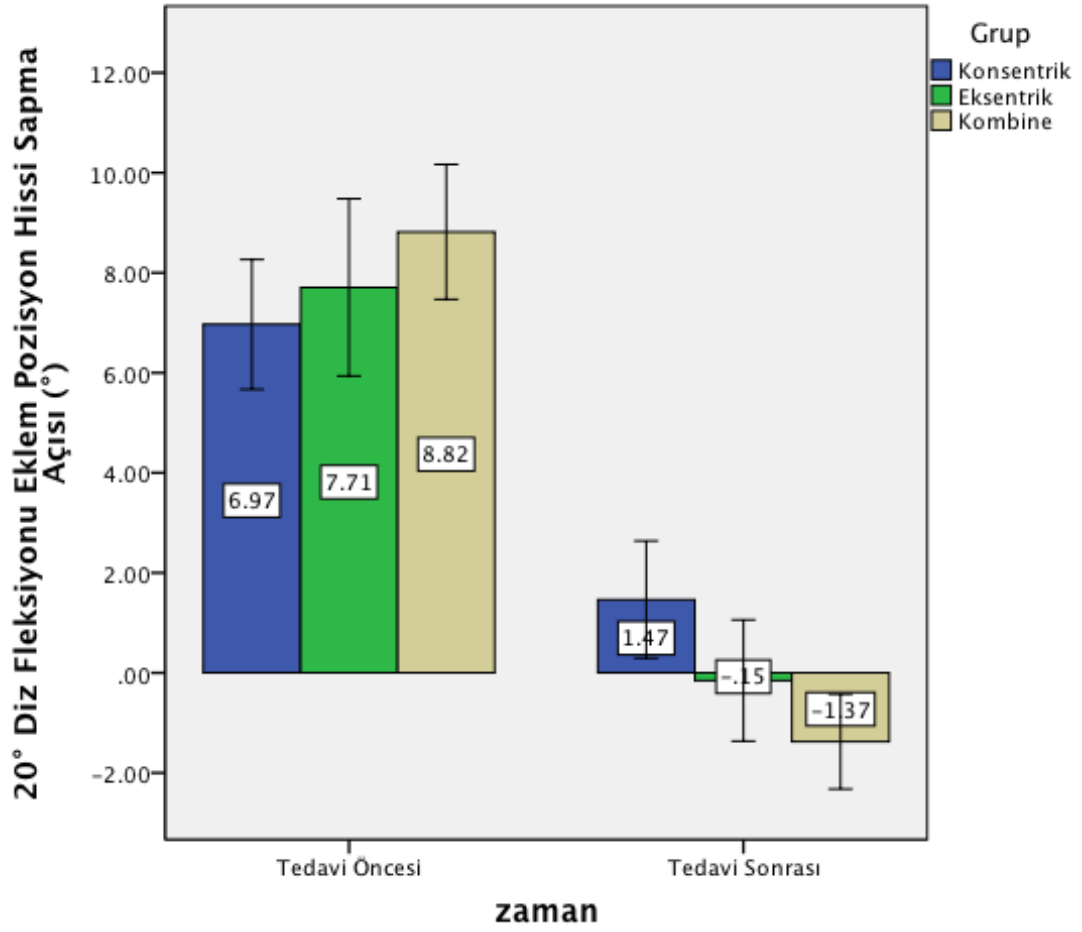
*Bağımlı gruplar t testi kullanılarak elde edilen p değerleri, p<0.01

60°/s açısal hızda etkilenen taraf Hamstring konsentrik kuvveti üzerinde her üç grubun tedavi etkisinin küçük derecede olduğu bulunurken, 120°/s ve 180°/s açısal hızda KONS ve Kombine grubun tedavi etkisinin büyük, EKS grubun ise orta derecede olduğu görülmüştür (Tablo 4.4.5).

4.5. Eklem Pozisyon Hissi ile İlgili Bulgular

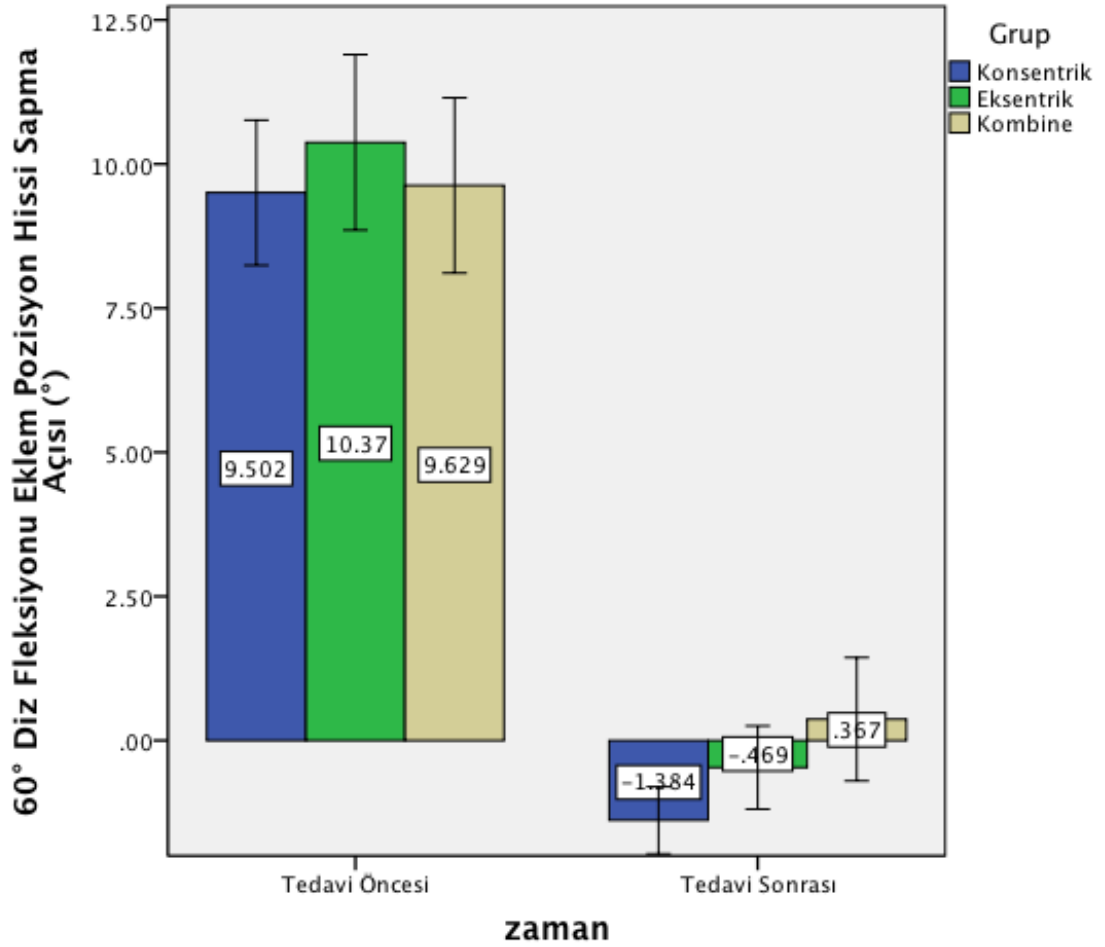
4.5.1. Eklem Pozisyon Hissi Bulgularının Gruplar Arası Karşılaştırılması

20° diz fleksiyonunda değerlendirilen eklem pozisyon hissi açısından tedavi öncesinde gruplar arasında fark bulunmamışken (p=0.172), tedavi sonrası farkın anlamlı olduğu görülmüştür (p=0.005) (Şekil 4.5.1.1). Tedavi sonrası gruplar arasındaki fark Bonferroni düzeltmesi yapıp, elde edilen yeni p değeri (p=0.016) üzerinden Mann Whitney U testi kullanılarak karşılaştırılmıştır. Bu karşılaştırma sonucu, EKS grup eklem pozisyon hissi değerleri KONS (p=0.063) ve Kombine grup (p=0.121) değerleri ile benzer bulunmuştur. KONS ile Kombine grup değerleri arasında ise fark bulunmuştur (p=0.002) (Şekil 4.5.1.1).



Şekil 4.5.1.1 20° diz fleksiyon eklem pozisyon hissi bulgularının gruplar arası ve zamana göre dağılımı.

60° diz fleksiyonunda değerlendirilen eklem pozisyon hissi bulguları açısından tedavi öncesi gruplar arasında fark bulunmamışken ($p=0.614$), tedavi sonrası farkların anlamlı olduğu görülmüştür ($p=0.021$) (Şekil 4.5.1.2). Tedavi sonrası gruplar arasındaki fark Bonferroni düzeltmesi yapıp, elde edilen yeni p değeri ($p=0.016$) üzerinden Mann Whitney U testi kullanılarak karşılaştırılmıştır. Bu karşılaştırma sonucu, EKS grup eklem pozisyon hissi değerleri KONS ($p=0.047$) ve Kombine grup ($p=0.105$) değerleri ile benzer bulunmuştur. KONS ile Kombine grup değerleri arasında ise fark bulunmuştur ($p=0.014$) (Şekil 4.5.1.2).



Şekil 4.5.1.2. 60° diz fleksiyon eklem pozisyon hissi bulgularının gruplar arası ve zamana göre dağılımı

4.5.1. Etkilenen Taraf Eklem Pozisyon Hissi Bulgularının Grup İçi Karşılaştırılması

Gruplar kendi içinde karşılaştırıldığında 20° ve 60° hedef açıda eklem pozisyon hissi tedavi sonrası bulgularının KONS grup, EKS grup ve Kombine grupta tedavi öncesinden daha iyi olduğu bulunmuştur ($p < 0.05$) (Tablo 4.5.1)

Tablo 4.5.1. Etkilenen taraf eklem pozisyon hissi bulgularının tedavi öncesi ve sonrası karşılaştırılması.

Eklem Pozisyon Hissi Sapma Açısı (°)	TÖ X ± SS	TS X ± SS	EB	z	p	
20° Hedef Açısı	Konsentrik (n=13)	+6.9±2.3	+1.4±2.1	0.59	-3.183	<0.001
	Eksentrik (n=10)	+7.7±2.8	-0.1±1.9	0.72	-2.803	0.005
	Kombine (n=11)	+8.8±2.3	-1.3±1.5	0.91	-2.934	0.003
60° Hedef Açısı	Konsentrik (n=13)	+9.5±2.2	-1.3±1.1	0.88	-3.182	<0.001
	Eksentrik (n=10)	+10.3±2.4	-0.4±1.1	0.84	-2.803	0.005
	Kombine (n=11)	+9.6±2.5	+0.3±1.7	0.73	-2.934	0.003

TÖ: Tedavi öncesi, TS: Tedavi sonrası, EB: Etki büyüklüğü. X ± SS: ortalama± standart sapma. * Wilcoxon testi kullanılarak elde edilen p değerleri, *p<0.01

Etkilenen taraf 20° hedef açıda eklem pozisyon hissi üzerinde KONS ve EKS grubun tedavi etkisinin orta, Kombine grubun ise tedavi etkisinin büyük derecede olduğu görülmüştür. 60° hedef açıda eklem pozisyon hissi üzerinde KONS ve EKS grubun tedavi etkisinin büyük, Kombine grubun ise tedavi etkisinin orta derecede olduğu görülmüştür.

4.5.2. Etkilenen Taraf ve Diğer Taraftaki Eklem Pozisyon Hissi Bulgularının Karşılaştırılması

20° diz fleksiyonunda ölçülen eklem pozisyon hissi bulguları etkilenen ve diğer tarafta karşılaştırıldığında her üç eğitim grubunun da tedavi öncesi değerleri ile tedavi sonrası değerleri arasındaki farkın anlamlı olduğu bulunmuştur (p<0.05) (Tablo 4.5.2.1). Etkilenen tarafın diğer tarafa göre hedef açıdan daha büyük açılar elde ettiği görülmüştür.

Tedavi sonrasında ise KONS grubun (p=0.610) etkilenen ve asemptomatik dizi arasında, 20 derece fleksiyondaki eklem pozisyon hissi açısından fark bulunmazken, EKS grup (p<0.001) ve Kombine grupta bu değerler arasında anlamlı fark bulunmuştur (p<0.001) (Tablo 4.5.2.1). Tedavi sonrasında etkilenen ekstremitenin hedef açığa daha yakın değerler elde ettiği görülmüştür.

Tablo 4.5.2.1. Tedavi öncesi ve sonrası 20° diz fleksiyonundaki eklem pozisyon hissi değerlerinin etkilenen ve diğer tarafta karşılaştırılması.

Eklem Pozisyon Hissi 20° Hedef Açısı (°)		Etkilenen Taraf X ± SS	Diğer Taraf X ± SS	z	p
TÖ	Konsentrik (n=13)	+6.9±2.3	+1.3±1.4	-3.181	<0.001
	Eksentrik (n=10)	+7.7±2.8	+3.1±1.4	-2.803	0.005
	Kombine (n=11)	+8.8±2.5	+2.1±1.3	-2.934	0.003
TS	Konsentrik (n=13)	+1.4±2.1	+1.6±0.8	-0.677	0.498
	Eksentrik (n=10)	0.1±1.9	+1.8±1.1	-2.214	0.027
	Kombine (n=11)	-1.3±1.5	+1.7±1.9	-2.692	0.007

TÖ: Tedavi öncesi, TS: Tedavi sonrası. X ± SS: ortalama± standart sapma

* Wilcoxon testi kullanılarak elde edilen p değerleri, p<0.05

60° diz fleksiyon hedef açısı bulguları açısından etkilenen ve diğer taraf karşılaştırıldığında KONS grup, EKS grup ve Kombine grubun tedavi öncesi değerleri arasında anlamlı farklar bulunmuştur (p<0.05) (Tablo 4.5.4).

Tedavi sonrasında ise her üç grubun da etkilenen ve diğer taraf eklem pozisyon hissi bulguları arasındaki farkın anlamlı olduğu saptanmıştır (p<0.05) (Tablo 4.5.4). Tedavi sonrasında etkilenen ekstremitenin hedef açığa daha yakın değerler elde ettiği görülmüştür.

Tablo 4.5.2.2. Tedavi öncesi ve sonrası 60° diz fleksiyonundaki eklem pozisyon hissi değerlerinin etkilenen ve diğer tarafta karşılaştırılması

Eklem Pozisyon Hissi 60° Hedef Açısı (°)		Etkilenen Taraf X ± SS	Diğer Taraf X ± SS	z	p*
TÖ	Konsentrik (n=13)	+9.5±2.2	+1.8±1.7	-3.180	<0.001
	Eksentrik (n=10)	+10.3±2.4	+2.9±1.5	-2.803	0.005
	Kombine (n=11)	+9.6±2.5	+3.1±1.7	-2.934	0.003
TS	Konsentrik (n=13)	-1.3±1.1	0.2±1.6	-2.392	0.017
	Eksentrik (n=10)	0.4±1.1	+1.1±1.2	-2.060	0.039
	Kombine (n=11)	0.3±1.7	+1.1±1.6	-1.890	0.043

TÖ: Tedavi öncesi, TS: Tedavi sonrası. X ± SS: ortalama± standart sapma

* Wilcoxon testi kullanılarak elde edilen p değerleri, p<0.05

4.6. Performans Testleri ile İlgili Bulgular

4.6.1. Performans Testi ile ilgili Bulguların Gruplar Arası

Karşılaştırılması

Tek bacak öne hoplama testi bulguları incelendiğinde tedavi öncesi ve tedavi sonrası gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır ($p>0.05$) (Tablo 4.6.1).

Basamak inme testi bulguları incelendiğinde tedavi öncesi ve tedavi sonrası gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır ($p>0.05$) (Tablo 4.6.1).

Tablo 4.6.1. Performans testleri bulgularının gruplar arası tedavi öncesi ve sonrası karşılaştırılması.

Performans Testleri		Konsentrik (n=13) X ± SS	Eksentrik (n=10) X ± SS	Kombine (n=11) X ± SS	k ²	p*
Hoplama (cm)	TÖ	69.9±39.1	74.6±27.6	71.8±32.3	2.867	0.238
	TS	101.2±33.6	100.5±34.9	105.8±26.5	5.056	0.081
Basamak (sayı)	TÖ	11.1±10.8	11.1±9.3	9.6±8.3	1.636	0.441
	TS	18.3±12.9	17.2±11.3	18.4±12.8	1.944	0.139

TÖ: Tedavi öncesi, TS: Tedavi sonrası. X ± SS: ortalama± standart sapma

*Kruskal-Wallis testi kullanılarak elde edilen p değerleri, $p<0.05$

4.6.2. Etkilenen Taraf Performans Testi Bulgularının Grup İçi

Karşılaştırılması

Tek bacak öne hoplama testi ve basamak inme testi tedavi sonrası değerlerinin her üç grupta da tedavi öncesine göre anlamlı oranda arttığı bulunmuştur ($p<0.05$) (Tablo 4.6.2).

Tablo 4.6.2. Etkilenen taraf performans testi ile ilgili bulguların tedavi öncesi ve tedavi sonrası grup içi karşılaştırılması.

Performans Testleri		TÖ X ± SS	TS X ± SS	z	p
Hoplama (cm)	Konsentrik (n=13)	69.9±39.1	101.2±33.6	-3.186	<0.001
	Eksentrik (n=10)	74.6±27.6	100.5±34.9	-2.823	0.005
	Kombine (n=11)	71.8±32.3	105.8±26.5	-2.936	0.004
Basamak (sayı)	Konsentrik (n=13)	11.1±10.8	18.3±12.9	-3.189	<0.001
	Eksentrik (n=10)	11.1±9.3	17.2±11.3	-2.809	0.005
	Kombine (n=11)	9.6±8.3	18.4±12.8	-2.938	0.003

TÖ: Tedavi öncesi, TS: Tedavi sonrası. X ± SS: ortalama± standart sapma

*Wilcoxon testi kullanılarak elde edilen p değerleri, p<0.01

4.6.3. Performans Testi ile İlgili Bulguların Etkilenen Taraf ve Diğer Tarafta Karşılaştırılması

Tedavi öncesinde yapılan tek bacak öne hoplama testi bulguları açısından etkilenen ve diğer taraf karşılaştırıldığında KONS grup, EKS grup ve Kombine grupta fark bulunmuştur (p<0.05) (Tablo 4.5.2.1).

Tedavi sonrasında ise KONS grup EKS grup ve Kombine grupta etkilenen ve diğer taraf arasında fark bulunmamıştır (p>0.05) (Tablo 4.6.3). Tedavi öncesinde etkilenen ekstremitte ile hoplama sonrası kaydedilen mesafe diğer ekstremitteye göre daha azken, tedavi sonrasında her iki ekstremitte için benzer mesafeler kaydedilmiştir.

Basamak inme testi bulguları etkilenen ve diğer taraf karşılaştırıldığında KONS grup, EKS grup ve Kombine grupta tedavi öncesinde fark bulunmuştur (p<0.05) (Tablo 4.6.3). Tedavi sonrası KONS grup, EKS grup ve Kombine grupta etkilenen ve diğer taraf arasında fark bulunmuştur (p<0.05) (Tablo 4.6.3). Tedavi öncesinde diğer ekstremitenin basamak çıkma sayısı etkilenen ekstremitteye göre daha fazla olduğu görülmüş, tedavi sonrasında etkilenen ekstremitenin basamak çıkma sayısı artmış olsa da, diğer ekstremitteye oranla hala düşük olduğu bulunmuştur.

Tablo 4.6.3. Performans testi ile ilgili bulguların tedavi öncesi etkilenen ve diğer taraf grup içi karşılaştırılması.

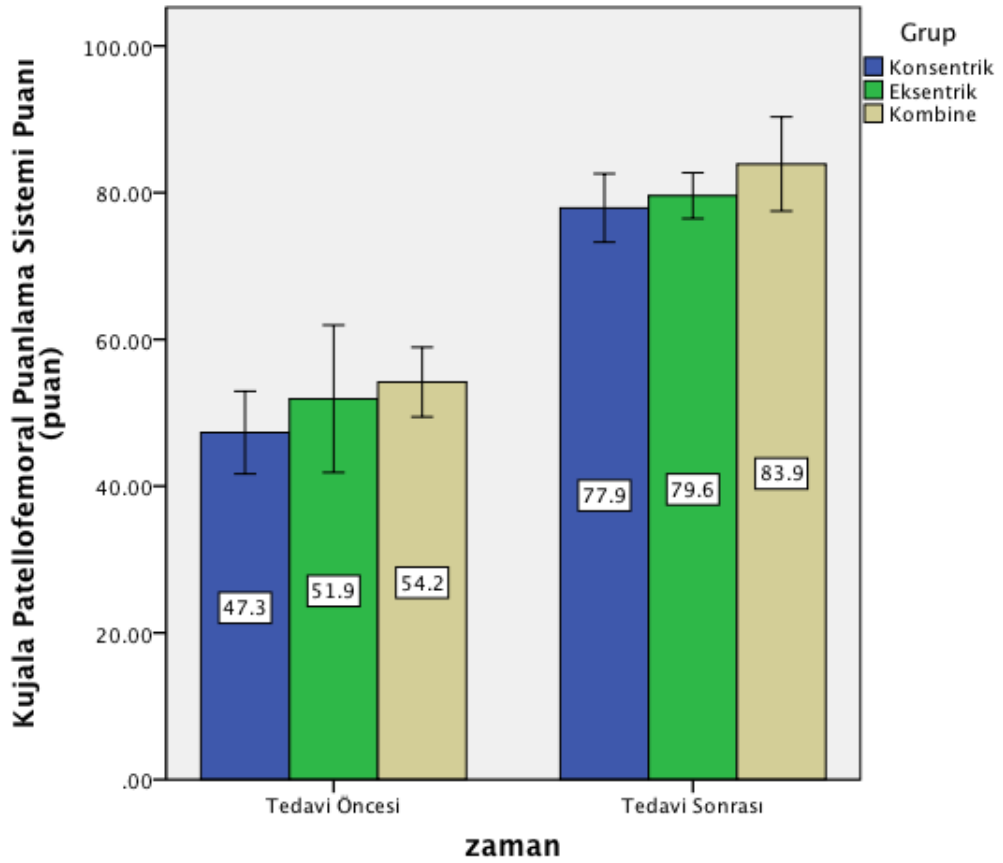
Performans Testleri		Etkilenen Taraf X ± SS	Diğer Taraf X ± SS	z	p	
Hoplama (cm)	TÖ	Konsentrik (n=13)	69.9±39.1	91.1±21.4	-3.181	< 0.001
		Eksentrik (n=10)	74.6±27.6	93.1±12.7	-2.805	0.005
		Kombine (n=11)	71.8±32.3	94.8±9.1	-2.847	0.004
	TS	Konsentrik (n=13)	101.2±33.6	100.7±24.4	-0.105	0.916
		Eksentrik (n=10)	100.5±34.9	99.3±15.7	-0.510	0.610
		Kombine (n=11)	105.8±26.5	102.9±15.9	-1.207	0.227
Basamak (sayı)	TÖ	Konsentrik (n=13)	11.1±10.8	22.6±2.3	-3.182	< 0.001
		Eksentrik (n=10)	11.1±9.3	21.7±2.1	-2.809	0.005
		Kombine (n=11)	9.6±8.3	22.2±1.5	-2.952	0.003
	TS	Konsentrik (n=13)	18.3±12.9	22.4±1.5	-2.225	0.001
		Eksentrik (n=10)	17.2±11.3	23.8±2.1	-2.816	0.005
		Kombine (n=11)	18.4±12.8	25.1±1.6	-2.816	0.004

TÖ: Tedavi öncesi, TS: Tedavi sonrası. X ± SS: ortalama± standart sapma

*Wilcoxon testi kullanılarak elde edilen p değerleri, p<0.05

4.6.4 Fonksiyonel Seviye Bulgularının Tedavi Öncesi ve Tedavi Sonrası Karşılaştırılması

Fonksiyonel seviyeyi değerlendirmek için kullanılan Kujala Patellofemoral puanı incelendiğinde hem tedavi öncesinde (p=0.223) hem de tedavi sonrasında (p=0.478) gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır (Şekil 4.6).



Şekil 4.6. Kujala Patellofemoral Skorum Sistemi bulgularının gruplar arası ve zamana göre dağılımı

Gruplar kendi içinde incelendiğinde, tedavi sonrasındaki Kujala Patellofemoral puanının tedavi öncesine göre, her üç grupta da anlamlı artış gösterdiği saptanmıştır ($p < 0.05$) (Tablo 4.6). Tedavi sonrasında grupların her birinde fonksiyonel seviye yükselmiştir.

Tablo 4.6. Kujala Patellofemoral Puanlama Sistemi bulgularının tedavi öncesi ve sonrası karşılaştırılması.

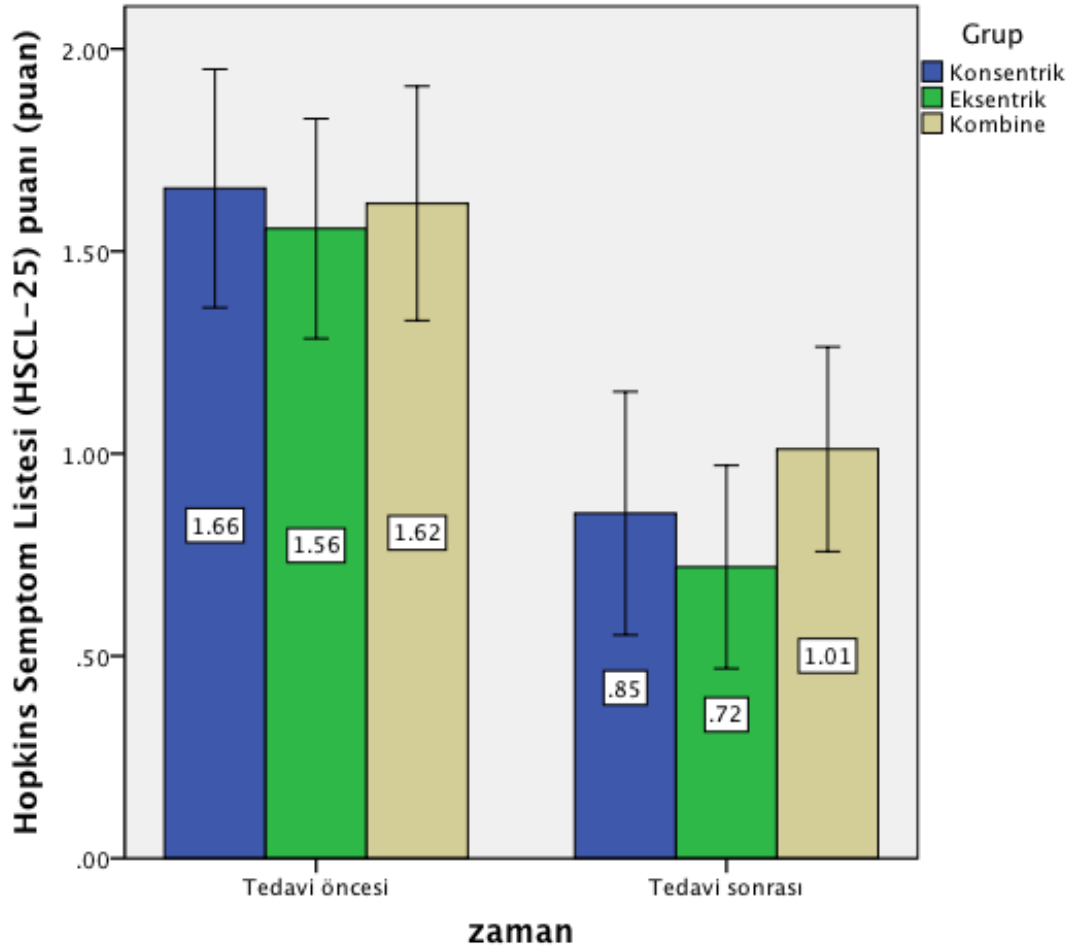
Grup	Kujala Patellofemoral Puanlama Sistemi (puan)			p*
	TÖ X ± SS	TS X ± SS	z	
Konsentrik (n=13)	47.3± 10.1	77.9± 8.4	-3.181	<0.001
Eksentrik (n=10)	51.9± 15.8	79.6± 4.9	-2.805	0.005
Kombine (n=11)	54.1± 7.8	83.9± 10.6	-2.940	0.003

TÖ: Tedavi öncesi, TS: Tedavi sonrası. X ± SS: ortalama± standart sapma

*Wilcoxon testi kullanılarak elde edilen p değerleri, $p < 0.05$

4.7. Kaygı Seviyesi ile İlgili Bulgular

Kaygı seviyesini değerlendirmek için kullanılan Hopkins Semptom Listesi-25 (HSCL-25) puanı incelendiğinde tedavi öncesinde ($p=0.943$) ve tedavi sonrasında ($p=0.313$) gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır (Şekil 4.7)



Şekil 4.7. Hopkins Semptom Listesi-25 puanının gruplar arası ve zamana göre dağılımı

Gruplar kendi içinde incelendiğinde, tedavi sonrası Hopkins Semptom Listesi-25 (HSCL-25) puanının KONS grup, EKS grup ve Kombine grupta azaldığı bulunmuştur ($p<0.05$) (Tablo 4.7). Tedavi öncesinde hastaların kaygı seviyesi orta şiddetliken tedavi sonrasında kaygı şiddetinin seviyesi düşük olarak belirlenmiştir.

Tablo 4.7. Hopkins Semptom Listesi-25 bulgularının tedavi öncesi ve sonrası karşılaştırılması.

Grup	Hopkins Semptom Listesi-25 (puan)			
	TÖ X ± SS	TS X ± SS	z	p*
Konsentrik (n=13)	1.65± 0.5	0.85±0.5	-2.762	0.006
Eksentrik (n=10)	1.55± 0.4	0.72± 0.3	-2.805	0.005
Kombine (n=11)	1.61± 0.4	1.01± 0.4	-2.446	0.014

TÖ: Tedavi öncesi, TS: Tedavi sonrası. X ± SS: ortalama± standart sapma

*Wilcoxon testi kullanılarak elde edilen p değerleri, $p<0.05$

5. TARTIŞMA

Patellofemoral ağrı sendromunda M. Quadriceps femoris kuvvet kaybı önemli bir problemdir ve patellofemoral biyomekanikleri doğrudan etkileyerek, diz ağrısının en önemli sebeplerinden biri olan patellofemoral konum bozukluğuna neden olur.

PFAS'de en etkili tedavi yöntemi egzersiz eğitimidir. Egzersiz eğitiminin ve farklı kuvvetlendirme yöntemlerinin PFAS semptomları üzerine etkinliğini gösteren birçok çalışma bulunmaktadır (13,17,22) . Bu yöntemlerden biri olan izokinetik kuvvetlendirme eğitimi eksentrik ve konsentrik komponentleri bir arada bulunduran ve günümüzde sıklıkla tercih edilen bir uygulamadır. İzokinetik eğitim ile M. Quadriceps femoris'in kuvvetlendirilmesinde, izotonik ve izometrik eğitime oranla daha hızlı sonuçlar elde edilir (106) .

PFAS'de semptomatik taraf M. Quadriceps femoris izokinetik eksentrik ve konsentrik kuvvet eğitiminin etkinliğini gösteren çalışmalar bulunmakla birlikte çok az çalışma bu uygulamaları karşılaştırmıştır (92) . Bunun yanında, PFAS'li hastalarda M.Quadripces femoris kombine kuvvet eğitimi (konsentrik ve eksentrik eğitim birlikte) tek başına eksentrik ve tek başına konsentrik eğitim sonuçları ile karşılaştıran bir çalışma bulunmamaktadır. M. Quadriceps femoris kuvvetindeki artış ile ağrısız diz fonksiyonu elde edilmesi patellofemoral ağrı sendromunu tedavisinde temel amaç olarak kabul edilmektedir. Bu nedenle bu çalışmada PFAS'li kadın hastalarda üç farklı izokinetik kuvvetlendirme eğitiminin: (1) Konsentrik kuvvetlendirme eğitimi (KONS), (2) Eksentrik kuvvetlendirme eğitimi (EKS), (3) Hem eksentrik hem konsentrik kuvvetlendirme eğitimi (Kombine), kas kuvveti, ağrı, eklem pozisyon hissi ve fonksiyonellik üzerine etkinliği araştırılmış ve karşılaştırılmıştır. Çalışmamızdaki hipotez PFAS'li hastalarda M. Quadriceps femoris'in kuvvetlendirilmesi ve diğer semptomların azaltılmasında kombine kuvvet eğitiminin tek başına konsentrik ve tek başına eksentrik kuvvet eğitimine göre daha etkili olacağı yönündeydi.

Çalışmamızda, konsentrik, eksentrik ve kombine eğitim grupları arasında, olguların incelenen fiziksel ve demografik özellikleri ve ölçüm parametrelerinin başlangıç değerleri arasında istatistiksel açıdan anlamlı fark olmaması grupların

tedavi öncesi benzer özellikte olduğunu ve bu çalışma ile açığa çıkan sonuçların, olguların belirtilen özelliklerinden ve parametrelerin tedavi öncesi değerlerinden bağımsız olduğunu gösterir niteliktedir.

Patellofemoral ağrı sendromlu hastalarda M. Quadriceps femoris konsentrik kuvvetinin değerlendirildiği birçok çalışma olmasına rağmen, eksentrik kuvvet değerlendirmesi yapan çalışmalar daha azdır (23,25,95) . Bennet ve Strauber (95) , PFAS'li hastalarda M. Quadriceps femoris eksentrik kuvvetinin konsentrik kuvvete göre daha düşük olduğunu göstermiştir. Yazarlar, eksentrik kasılma sırasında, diz ekstansör mekanizmasının kontrolündeki azalmanın, yumuşak doku travmasının derecesinden ağrıya kadar birçok nedene bağlı olabileceğini vurgulamışlardır. Bu sonuca bakılarak, PFAS'li hastalarda kassal kontrolün hem eksentrik hem de konsentrik yönde geliştirilmesinin, ağrı azalmasında ve performans gelişiminde önemli olduğu düşünülmektedir.

Çalışmamızda literatürdeki birçok çalışmadan farklı olarak, bireylerin hem patellofemoral ağrı semptomları olan taraf hem de asemptomatik taraftaki Quadriceps femoris ve Hamstring kas gruplarının tedavi öncesinde konsentrik ve eksentrik kuvvet değerlendirmeleri yapılmış, tedavi sonrasında her iki kuvvet değerlerinin tedavi gruplarına göre değişim düzeyleri incelenmiştir.

M. Quadriceps femoris'in kuvvetlendirilmesinde tek başına konsentrik kuvvetlendirme yönteminin kullanılması alışlagelmiş bir durumdur. Bu yöntemin, patellofemoral ağrı sendromu ve diz osteoartritinde etkili olduğunu gösteren birçok çalışma bulunmaktadır (22,24,107) . Maurer ve ark, diz osteoarriti olan hastalarda izokinetik konsentrik eğitimin M. Quadriceps femoris kuvvetlendirilmesinde etkili olduğunu belirtmiştir. Benzer olarak, Hazneci ve ark. (24) PFAS'li hastalarda konsentrik eğitim ile M. Quadriceps femoris ve Hamstring konsentrik kuvvetinin arttığını göstermiş ve konsentrik egzersiz eğitiminin PFAS rehabilitasyonunda önemli bir yeri olduğunu vurgulamıştır. Çalışmaların ortak sonucu, izokinetik konsentrik eğitim ile semptomların azaldığı ve konsentrik kas kuvvetinin arttığı yönündedir. Bu çalışmalarda konsentrik egzersiz eğitiminin eksentrik kas kuvveti üzerine olan etkisi araştırılmamıştır.

Konsentrik eğitim ile kombine eğitimin uygulandığı diz osteoarritli hastalarda kombine eğitimin M. Quadriceps femoris eksentrik kuvvet artışında daha

etkili; tek başına konsentrik eğitimin ise konsentrik kuvvet artışında daha etkili olduğu belirtilmiştir (107) . Yazalar, eksentrik kuvvetin artırılması için eksentrik eğitimin rehabilitasyon programına dahil edilmesi gerektiğini vurgulamışlardır.

Sağlıklı kişiler üzerinde farklı açısal hız (60°/s, 120°/s ve 180°/s) ve farklı kuvvet eğitimlerinin (izole izokinetik konsentrik ve izole eksentrik eğitim), M. Quadriceps femoris kas kuvveti üzerindeki etkisini inceleyen bir çalışmada, eksentrik eğitim grubunda eksentrik kas kuvvetinin, konsentrik eğitim grubunda ise konsentrik kas kuvvetinin arttığı belirtilmiştir (108) . Bununla birlikte, izokinetik kuvvet eğitiminde eğitim moduna özel kuvvet artışı gerçekleştiği, bir diğer deyişle konsentrik kuvvetlendirme eğitiminde daha çok konsentrik kuvvet artışı, eksentrik kuvvetlendirme eğitiminde ise daha çok eksentrik kas kuvvet artışı olacağı, sağlıklı ve hasta gruplar üzerinde yapılan birçok çalışma ile kanıtlanmıştır (108-110) .

Farklı açısal hızlarda verilen egzersiz eğitiminin kas kuvvetini benzer oranda arttırdığı belirtilmektedir (108,109) . Literatür incelenecek olursa, izokinetik kuvvet eğitimi verilen birçok çalışmada tedavi süresi boyunca tek bir açısal hız kullanılmıştır (13,25,95,107) . Bruno ve ark. ise tek bir açısal hızda verdiği eksentrik egzersiz eğitimini yüklenme prensibine göre setler ve tekrar sayılarını artırarak ilerletmiştir (111) . Yazarların hedefi yüklenme ile gecikmiş kas ağrısı elde etmek olduğundan egzersiz programını bu hedefe uygun bir zorlukta düzenlemişlerdir. Bizim çalışmamızda da egzersizin yüklenme prensibinden yola çıkarak tedavi süresi boyunca setler ve açısal hızlar zordan kolayca doğru artırılmış ve tekrar sayıları sabit tutulmuştur. Literatürden farklı olarak, açısal hızları düzenleyerek yüklenme yapmamızın sebebi, eksentrik kuvvet eğitimi sırasında düşük açısal hızların daha kolay, konsentrik kuvvet eğitimi sırasında ise yüksek hızların daha kolay tolere edilebilmesidir. Hedefimiz, Bruno ve ark.'nın çalışmasından farklı olduğundan, hastalardaki erken yorgunluk ve ağrı oluşmasını engellemek amaçlı tedavi programı düşük yüklenme seviyesinden yükseğe doğru ilerletilmiştir. Ayrıca yapılan birçok çalışmada, patellofemoral eklem reaksiyon kuvvetlerinin artması nedeni ile izokinetik eğitim sırasında son 20°'lik diz ekstansiyon açısında açık kinetik zincir aktivitesi tercih edilmemektedir (13,25,107) . Bu nedenle çalışma protokolunun düzenlenmesinde patellofemoral eklem biyomekaniği göz önüne alınmıştır.

Patellofemoral ağrı sendromlu hastalarda izokinetik eksentrik kuvvetlendirme eğitiminin etkisini değerlendiren ilk çalışma Werner ve ark. tarafından yapılmıştır (25) . Çalışmada sekiz haftalık izokinetik eksentrik eğitim sonrası M. Quadriceps femoris kas kuvvetinde belirgin bir artış olduğu gösterilmiş ve bu artışın eksentrik kuvvette daha fazla olmakla birlikte konsentrik kuvvet için de etkili olduğu belirtilmiştir. Yazarlar bu sonuçları (1) izokinetik eğitimde, eğitim moduna özel kuvvet artışı meydana gelmesi (2) eksentrik kasılma ile oluşan kas kuvvetinin konsentrik kasılmadan daha fazla olması, (3) eksentrik kasılmanın, kasın elastik komponentinde daha fazla yüklenme oluşturması (4) aynı yüklenme seviyesinde eksentrik kasılmanın konsentrik kasılmaya göre daha az metabolik atık oluşturmaya bağlıdır. Aynı çalışmada araştırmacılar, bilateral PFAS'li altı hastanın bir ekstremitesine eksentrik, diğer ekstremitesine ise konsentrik egzersiz eğitimi uygulamış fakat sayının az olmasından dolayı eğitimler arasındaki farklılıkları inceleyememişlerdir. Çalışmalarının sonucunda, eksentrik ve konsentrik eğitimin PFAS'li hastaların rehabilitasyonunda kombine olarak kullanılması gerektiğini vurgulamışlardır.

Özetle, yukarıda da bahsedildiği üzere literatürde izokinetik kuvvet eğitiminin (tek başına eksentrik, tek başına konsentrik veya eksentrik konsentrik birlikte) M. Quadriceps femoris'in kuvvetlendirmesinde etkin olduğuna dair kuvvetli düzeyde kanıt vardır.

Çalışmamızda, kombine eğitim ile tek başına konsentrik ve tek başına eksentrik eğitim arasındaki farkları değerlendirmek için tedavi sonrası kas kuvveti değerleri karşılaştırılmıştır. M. Quadriceps femoris eksentrik kuvveti tüm açısal hızlarda (60°/s, 120°/s ve 180°/s) Kombine ve Eksentrik eğitim grubunda benzer ($p=0.058$) ve her iki grupta da Konsentrik eğitim grubundan yüksek bulunmuştur ($p<0.05$). Bu sonuç, eksentrik parametre içeren kuvvet eğitiminin eksentrik kas kuvvetini daha çok arttırdığını göstermiştir.

M. Quadriceps femoris konsentrik kuvveti 60°/s açısal hızda Konsentrik ve Kombine eğitim grubunda benzer iken, 120°/s ve 180°/s açısal hızlarda Konsentrik eğitim grubu Kombine gruptan yüksek bulunmuştur . Tüm açısal hızlarda (60°/s, 120°/s ve 180°/s) Konsentrik ve Kombine eğitim grubu M. Quadriceps femoris konsentrik kuvveti, Eksentrik eğitim grubundan daha yüksek bulunmuştur. Bu

sonuçlar, kuvvet eğitimi sırasında konsentrik parametre içeren grupların konsentrik kas kuvvetini daha çok arttırdığını göstermiştir.

Yukarıdaki sonuçları mevcut literatür ile yorumlayacak olursak, izokinetik eğitim ile eğitime özel kuvvet artışı elde edildiğini söyleyebiliriz. Duncan ve ark. (108) , sağlıklı kişilerde M. Quadriceps femoris konsentrik ve eksentrik kuvvet eğitiminin kas kuvveti üzerine etkisini incelemiş ve eğitime özel değişikliklerin sebebini eksentrik ve konsentrik kasılma fizyolojisinin birbirinden farklı olmasına bağlamışlardır. Yazarlar bu farklılıkları şöyle sıralamışlardır: (1) eksentrik eğitim sırasında yüksek gerilim kuvvetleri kasın elastik komponentinin gerilmesine neden olur, (2) eksentrik kasılma ile kasın aktin ve miyozin filamentleri arasında daha kuvvetli bir birleşme olur (3) eksentrik eğitime özel gelişen bu adaptasyon konsentrik eğitim ile oluşmamaktadır. Çalışmamızda, eksentrik kuvvetlendirme parametresini içeren grupların eksentrik kas kuvveti üzerinde daha etkili olması bununla birlikte konsentrik kuvvetlendirme parametresini içeren grupların ise konsentrik kas kuvveti üzerinde daha etkili olması yukarıdaki gibi eğitime özel kasılma fizyolojisindeki değişiklikler ile açıklanabilir.

Çalışmamızdaki grupların etki büyüklükleri incelendiğinde, M. Quadriceps femoris eksentrik kuvveti üzerinde Kombine ve Eksentrik eğitim grupları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmasa da etki büyüklükleri arasında fark olduğu görülmüştür. $60^\circ/s$ açısal hızda Eksentrik eğitim etki büyüklüğü ($EB=1.30$), Kombine eğitim grubundan ($EB=1.15$) yüksek iken, $120^\circ/s$ ve $180^\circ/s$ açısal hızda Kombine eğitim grubunun etki büyüklüklerinin ($EB_{120^\circ/s} =1.05$, $EB_{180^\circ/s} =1.28$) , Eksentrik eğitim grubundan ($EB_{120^\circ/s} =0.84$, $EB_{180^\circ/s} =0.74$) yüksek olduğu görülmüştür. Eksentrik kuvvet değerlendirmesinde, $60^\circ/s$ 'lik hız düşük yüklenme ile çok tekrar prensibinden oluşan endurans kapasitesini belirlemede kullanılan bir hızdır. Yüksek hızlar ise eksentrik kuvvet kapasitesini daha net göstermektedir (13,92) . Sonuçlarımız, açısal hız arttıkça Kombine eğitimin M. Quadriceps femoris eksentrik kas kuvveti artışında daha etkili olduğunu göstermiştir.

M. Quadriceps femoris konsentrik kuvvet üzerinde ise, tüm açısal hızlarda Kombine eğitimin etki büyüklükleri ($EB_{60^\circ/s} =1.28$, $EB_{120^\circ/s} =1.11$, $EB_{180^\circ/s} =1.24$) , Konsentrik eğitimin etki büyüklüklerinden ($EB_{60^\circ/s} =1.14$, $EB_{120^\circ/s} =1.04$, $EB_{180^\circ/s} =1.22$) daha yüksek olduğu görülmüştür. Kombine eğitimin M. Quadriceps femoris

hem eksentrik hem de konsentrik kuvvetini arttırmada izole eksentrik ve izole konsentrik eğitimden daha etkili olduğu görülmüştür. Bu sonuç, her iki kasılma tipinin birlikte çalıştırılması ile kasta daha etkili bir kuvvet artışı elde edildiğini göstermektedir. Yaralanmaların sıklıkla eksentrik yüklenmeden kaynaklandığı düşünülürse son yıllarda tedavide eksentrik kuvvetlendirme üzerinde durulması gerektiği vurgulanmaktadır. Çalışmamızın sonuçları hem eksentrik hem de konsentrik kuvvetlendirmenin kas kuvvetini arttırdığını gösterilmiştir. Bu açıdan çalışmamız özgün nitelik taşımaktadır.

Kombine eğitim ile konsentrik eğitimin M. Quadriceps femoris kuvveti üzerindeki etkisini inceleyen bir çalışmada, kombine eğitimin eksentrik kuvvet üzerinde konsentrik eğitimden daha etkili olduğunu belirtilmiştir (107) . Araştırmacıların osteoartritli hastalar üzerinde yaptıkları bu çalışmada eksentrik kuvvetlendirme parametresini içeren kombine eğitimde, eksentrik kuvvetin daha çok arttığı gösterilmiştir. Ayrıca konsentrik eğitim ile konsentrik kuvvette artış olduğu sonuçları farklı bir hasta grubunda yapılmış olsa dahi bizim sonuçlarımız ile uyumludur. Bununla birlikte yazarlar, konsentrik eğitim ile Hamstring konsentrik kuvvetinin daha fazla arttığını ve Hamstring eksentrik kas kuvvetinin ise gruplar arasında benzer olduğunu vurgulamışlardır.

Çalışmamızda, eğitim gruplarının Hamstring eksentrik kuvveti üzerine etkisi tüm açısal hızlarda (60°/s, 120°/s ve 180°/s) eşit bulunmuştur. Farklı M. Quadriceps femoris izokinetik kuvvet eğitimlerinin Hamstring eksentrik kuvveti üzerinde benzer artış sağladığı gösterilmiştir.

Grupların, Hamstring konsentrik kuvvet artışı 120°/s ve 180°/s açısal hızlarda Konsentrik eğitim ve Kombine grupta birbirine benzer ($p>0.05$) ve her iki grupta da Eksentrik eğitim grubundan daha fazla bulunmuştur ($p<0.05$). 60°/s açısal hızda ise Konsentrik eğitim grubu, Eksentrik eğitim ve Kombine gruptan daha fazla bulunmuştur ($p<0.05$). Konsentrik kuvvet değerlendirmesinde, 120°/s ve 180°/s'lik hızlar düşük yüklenme ile çok tekrar prensibinden oluşan endurans kapasitesini belirlemede kullanılan hızlardır. Düşük hızlar ise konsentrik kuvvet kapasitesini daha net göstermektedir (13,25) . Bu yargıdan yola çıkarak, M, Quadriceps femoris konsentrik kuvvet eğitimi ile Hamstring konsentrik kuvvetinde daha fazla artış meydana geldiği söylenebilir. Ayrıca, Konsentrik eğitim grubunun etki büyüklükleri

her üç açısal hızda da ($EB_{60^\circ/s} = 0.41$, $EB_{120^\circ/s} = 1.07$, $EB_{180^\circ/s} = 1.20$), Kombine gruptan ($EB_{60^\circ/s} = 0.29$, $EB_{120^\circ/s} = 1.01$, $EB_{180^\circ/s} = 0.91$) yüksek bulunmuştur.

Çalışmamızın, Hamstring kuvvet bulguları ile ilgili sonuçları mevcut literatür ile uyumludur (107) ve iki şekilde açıklanabilir. Birincisi çalışmamızda, hiçbir eğitim grubunda, Hamstring'lere özel eksentrik kuvvetlendirme yapılmamıştır. Bundan dolayı Hamstring'lerin eksentrik kuvvetinde gruplar arası farklılık olmaması beklenen bir sonuçtur. İkincisi ise M. Quadriceps femoris konsentrik eğitimi verilirken diz fleksiyon ve ekstansiyon hareketi sırasında Hamstring konsentrik kasılması elimine edilememektedir. Bir diğer deyişle M. Quadriceps femoris konsentrik eğitimi verilirken, Hamstring'lere de konsentrik eğitim verilmiştir. Bu sebep, Konsentrik eğitim grubunda Hamstring konsentrik kuvvetinin Eksentrik eğitim ve Kombine gruptan daha fazla arttığını açıklamaktadır.

Patellofemoral ağrı, patellar konum bozukluğu nedeniyle artan patellofemoral streslerin subkondral kemik ve diz çevresindeki yumuşak dokulardaki ağrı reseptörlerini uyarması sonucu oluşur. Brushoj ve ark. (4) , akut patellar ağrıyı değerlendirdikleri çalışmalarında, en şiddetli ağrı hissedilen aktivitelerin sırası ile koşma, dizler üzerinde durma, merdiven çıkma, çömelme olduğunu belirtmişlerdir. PFAS'de farklı pozisyonlarda ağrı hissedildiği bilinmektedir. Üç farklı izokinetik egzersiz eğitiminin PFAS'de ağrı üzerine etkisini araştıran çalışmamızda dinlenme, merdiven inip-çıkma, çömelme ve uzun süreli oturma sırasındaki ağrı değerlendirilmiştir. Merdiven inip-çıkma, çömelme ve uzun oturma sırasında gruplar arasında anlamlı fark bulunmazken, dinlenme sırasında Eksentrik eğitim ve Kombine grupta ağrı seviyesinin Konsentrik eğitim grubundan daha iyi olduğu görülmüştür. Bu sonuç, Eksentrik eğitim ve Kombine gruptaki M. Quadriceps femoris eksentrik kuvvet artışının Konsentrik eğitim grubundaki kas kuvveti artışından daha fazla olması ile açıklanabilir. Bu sonuca zıt olarak, Gür ve ark. (107) , konsentrik eğitim verdikleri osteoartritli hastalarda ağrı şiddetinin kombine gruba göre daha iyi olduğunu belirtmiş ve eksentrik kasılmayı takiben oluşan gecikmiş kas ağrısının kombine eğitim grubu aleyhine fark yaratabileceğini vurgulamışlardır.

Eksentrik kas eğitimi, yüksek açısal hızlarda uygulandığında egzersize bağlı kas hasarı görülmektedir (13,21) . Bu hasar, gecikmiş kas ağrısı ile birlikte kas kuvvetinde azalmaya sebep olur (21) . Eksentrik eğitim sonrası gecikmiş kas ağrısını

engellemek için, düşük açısal hızlarda eğitime başlanıp, aşamalı olarak açısal hız arttırılmalı ve eğitimler arasında dinlenme verilmelidir (13,21) . Çalışmamızda, bu prensibe dayanarak egzersiz programı oluşturulduğundan, sadece Eksentrik eğitim grubundaki 4 hastada gecikmiş kas ağrısı görülmüş ve tedavilerine 3 gün ara verilmiştir. Ağrıları geçen hastalar tedaviye kaldıkları yerden devam etmişlerdir.

Diz propriyosepsiyonu, yaralanma oluşmasında ve yaralanmadan korunmada etkili bir rol oynar. Propriyosepsiyon, eklem kapsülünde, tendon, bağ, kas ve derideki mekanoreseptörlerden gelen uyarıların, birleşerek merkezi sinir sistemine bilgi vermesi olarak tanımlanır (112) . Bilinçli propriyosepsiyon ise çabuk ve yavaş adapte olan mekanoreseptörlerin oluşturduğu karmaşık sistemin cevabı olarak kabul edilir (112) . Bu cevaplar günümüzde sıklıkla eklem hareket hissi ve eklem pozisyon hissi ile değerlendirilir. Propriyoseptif duyu, PFAS'li hastaların diz eklemine fonksiyonel kontrolünde ve ağırlı aktivitelerin modifikasyonunda son derece önemli rol oynadığı düşüncesi ile bu çalışmada eklem pozisyon hissi değerlendirmesi yapılmıştır.

PFAS'de izokinetik egzersizlerin eklem pozisyon hissi üzerine etkisini araştıran sadece bir çalışma bulunmaktadır. Hazneci ve ark. (24) PFAS'li hastalarda altı haftalık izokinetik kuvvetlendirme eğitim ile M. Quadriceps femoris konsentrik kuvvetinde ve pasif eklem pozisyon hissinde artış olduğunu belirtmişlerdir. Yazarlar, kas aktivitesindeki artışın, propriyosepsiyon iyileşmesini olumlu yönde etkilediğini vurgulamışlardır. Hazneci ve arkadaşlarının sadece konsentrik kuvvetlendirme eğitimi yaptıkları çalışmasından farklı olarak bizim çalışmamızda üç farklı izokinetik kuvvet eğitiminin eklem pozisyon hissinde etkisi incelenmiş ve gruplar arasında fark bulunmuştur (24) . Kombine grup her iki hedef açısından (20° ve 60° diz fleksiyonu) Konsentrik gruba göre daha iyi iyileşme elde etmiştir (p=0.003). Eksentrik eğitim grubundaki iyileşme ise Konsentrik (p=0.122) ve Kombine grup (p=0.317) ile benzerdir. Bu sonuçlar eksentrik ve konsentrik eğitiminin birlikte propriyosepsiyon iyileşmesinde sadece konsentrik eğitimden daha etkili olduğu şeklinde yorumlanabilir.

Gruplar arasındaki etki büyüklükleri incelendiğinde, hedef açısına göre etki büyüklüklerinin değiştiği fakat bu değişikliğin birbirinden çok da farklı olmadığı görülmüştür. Diz eklemindeki motor kontrol kaybı propriyosepsiyon kaybını

tetikleyen en önemli sebep olduğundan, kas kuvvetindeki artışın propriyosepsiyonu iyileştirmesi beklenen bir sonuçtur. Eksentrik kuvvetin motor kontrol üzerinde etkili bir artış sağladığı gerçeğinden yola çıkarak (25,108,109) , konsentrik ve eksentrik kas kuvvetinin beraber arttırılması, motor kontrolün arttırılmasında, bu artışın da propriyosepsiyonun iyileşmesini sağladığını düşünmekteyiz.

PFAS'li hastalarda fonksiyonel performans günlük yaşam aktivitelerinin ağrısız yapılmasında önemli yer tutar. Gür ve ark, kombine eğitim ve konsentrik eğitim uyguladıkları osteoartritli hastalarda, merdiven inme ve çıkma, sandalyeden kalkma, 15m yürüme testlerini kullanmışlardır (107) . Yazarlar, merdiven inip-çıkma testinde kombine grubun konsentrik gruptan daha etkili olduğunu ve diğer testlerde gruplar arasında fark olmadığını belirtmiştir. Hasta popülasyonu ve kullanılan performans testleri bizim çalışmamızdan farklı olan bu çalışmada yazarlar, eksentrik kuvvetlendirmenin merdiven inip-çıkma gibi günlük yaşam aktivitelerini içeren performans testlerinde daha etkili olduğunu vurgulamışlardır.

Kas kuvveti ile doğrudan ilişkili olan fonksiyonel performansın farklı izokinetik egzersiz eğitimleri ile değişimini inceleyen çalışmamızda, gruplar arasında performans test sonuçlarında ve Kujala patellofemoral ağrı puanında fark bulunmamıştır. Eğitim gruplarından bağımsız olarak, fonksiyonel seviye ve performans tedavi sonrası değerleri, başlangıç seviyesine göre iyileşme göstermiştir.

Son yıllarda yapılan çalışmalar, patellofemoral ağrı sendromunda psikolojik değişiklikler meydana geldiğini göstermektedir (76-79) . Jensen ve ark. PFAS'li hastalarda kaygı seviyesinin HSCL-25 ile değerlendirdikleri çalışmalarında, hastaların kontrol grubuna göre yüksek olduğunu belirtmiştir (77) . Diz ağrısı ve fonksiyonel performansın değerlendirildiği çalışmada, kaygı seviyesindeki artışın ağrıda artış ve fonksiyonellikte azalma ile ilişkili olduğunu vurgulamışlardır. Domenech ve ark. patellofemoral ağrının hareket korkusuna neden olduğunu (80) , Piva ve arkadaşları ise PFAS'li hastaların ağrıdan dolayı fiziksel aktivite yapmaktan kaçındıklarını belirtmiştir (78) . Çalışmalar genel olarak patellofemoral ağrı sendromunda psikolojik faktörlerin nasıl eklendiğini belirlemeye yönelik olup tedavi etkinliğini araştıran bir çalışma bulunmamaktadır. Çalışmamıza dahil edilen hastaların başlangıç kaygı seviyeleri orta şiddette bulunmuştur ve bu sonuç literatürdeki birçok çalışma ile uyumludur. Diğer çalışmalardan farklı olarak

çalışmamızda farklı egzersiz eğitimlerinin kaygı üzerindeki etkisi incelenmiştir. Tedavi sonrası kaygı seviyesinin tedavi öncesine göre iyileştiği ve bu iyileşmenin eğitim grupları arasında benzer olduğu görülmüştür. Bu sonuç, izokinetik eğitimin, kuvvetlendirme yönteminden bağımsız olarak psikolojik iyileşme sağladığını göstermektedir.

Son olarak çalışmamızda, eğitim grubu fark etmeksizin her üç grubun da tüm ölçüm parametrelerinin tedavi sonrası değerlerinin, başlangıç değerlerine oranla iyileştiği görülmüştür. Bu sonuç PFAS'li hastalarda farklı izokinetik eğitimlerinin özellikle M. Quadriceps femoris ve Hamstring kuvvetlendirilmesinde etkili olduğunu göstermekle birlikte, ağrı, eklem pozisyon hissi ve fonksiyonel seviye ve performans üzerinde de etkili olduğunu göstermekte ve daha önce yapılmış birçok çalışmayı destekler niteliktedir (18,20,23-25,93,95) .

Çalışmamızın limitasyonları

Egzersiz programları hazırlanırken, maksimal istemli kontraksiyon belirlenip, bu seviyeye göre eğitim verilmesi ve ardından dereceli olarak eğitim şiddetinin artırılması önerilmektedir. Çalışmamızda, tedavi programı düzenlenirken EMG veya bir maksimum tekrar kullanılmaması çalışmamızın bir limitasyonudur. Guilhem ve ark (113) , eksentrik egzersiz eğitiminde standart bir program oluşturmayı hedefledikleri çalışmalarında, izokinetik eksentrik egzersizlerin, 1 maksimum tekrarın %100'ünde yapılması gerektiğini savunmuşlar ve eksentrik eğitim programı düzenlenirken tekrar sayısı sabit tutulduğunda, sabit bir iş yapıldığını vurgulamışlardır. Sağlıklı kişiler üzerinde yapılan bu çalışmada alınan cevaplar ile hastalar arasında fark olabileceğini vurgulayan yazarlar, protokollerin belirlenmesinde açısal hız ve tekrar sayısının önemli olduğunu belirtmişlerdir. Literatür incelendiğinde, PFAS için belirlenmiş bir izokinetik kuvvetlendirme protokolü yoktur. Dolayısıyla, çalışmamızda PFAS ye uygun bir protokol oluşturulmuştur. Ancak bu protokolün güvenilirliği önceden çalışılmamıştır.

Eksentrik egzersizler, konsentrik kuvvetlere karşı gelerek oluşan eksentrik kuvvetleri temel alır ve bu yüzden uygulanması oldukça zordur. Eksentrik egzersiz eğitimi uygulanan grupta gecikmiş kas ağrısı deneyimleyen hastalarımız olmuştur.

Hastaların egzersizler sonrası hissettiği yorgunluk ve ağrı seviyelerinin belirlenmemiş olması çalışmamızın bir diğer limitasyonudur.

Eksentrik eğitim ile kasın hücresel yapısında değişiklik meydana gelmektedir. Bu değişikliklerin en önemlisi kasın enine kesit alanındaki artıştır. Eksentrik eğitimle kas hacmindeki değişikliklerin MRG yardımıyla gösterilmesi eğitim farklılıkları ile ilgili daha anlamlı sonuçlar vereceğini düşünmekteyiz.

Çalışmanın başlangıcında öngörülen hipotezler bulunan sonuçlar ile yorumlanacak olursa;

Kombine eğitimin, M. Quadriceps femoris'i kuvvetlendirmede konsentrik eğitimden daha etkili olduğu hipotezi doğrulanırken, eksentrik eğitimle benzer bulunduğundan doğrulanmamıştır.

Benzer şekilde, merdiven inip-çıkma, çömelme ve uzun süreli oturma sırasındaki ağrı şiddeti kombine eğitimin, eksentrik ve konsentrik eğitimden daha etkili olduğu hipotezi doğrulanmamıştır.

Kombine eğitimin, eklem pozisyon hissini iyileştirilmesinde, konsentrik eğitimden daha etkili olduğu hipotezi doğrulanırken, eksentrik eğitimle benzer bulunduğundan doğrulanmamıştır.

Kombine eğitimin, fonksiyonel performans ve kaygı seviyesinin iyileşmesinde eksentrik ve konsentrik gruptan daha etkili olduğu hipotezi doğrulanmamıştır.

Çalışmadaki hipotezler patellofemoral ağrı sendromlu hastaların M. Quadriceps femorisin kuvvetlendirilmesi, ağrı, eklem pozisyon hissi, kaygı seviyesinin iyileştirilmesi ve fonksiyonel seviyenin artırılmasında kombine kuvvet eğitimin, konsentrik ve eksentrik kuvvet eğitimine göre daha etkili olacağı yönündeydi. M. Quadriceps femoris kas kuvveti eklem pozisyon hissi ve dinlenmedeki ağrı seviyeleri sonuçları bu hipotezi doğrularken, fonksiyonel performans ve kaygı seviyesi sonuçları hipotezi doğrulamamıştır.

Bu çalışma, PFAS'li hastalarda üç farklı izokinetik kuvvetlendirme eğitiminin sonuçlarını araştıran ilk çalışmadır. Bu çalışma ile izokinetik kuvvetlendirme eğitimi sırasında uygulanan eğitim tipine özgü sonuçlar elde edildiği, ayrıca izokinetik eğitimin PFAS'de etkili bir tedavi yöntemi olduğu kanıtlandı.

Çalışmadan elde edilen sonuçların, PFAS rehabilitasyon programının belirlenmesinde yol gösterici olacağı düşünüldü.

6. SONUÇLAR ve ÖNERİLER

Çalışmanın sonucunda ulaşılan sonuçlar ve öneriler şunlardır:

1. Kombine eğitim ve tek başına eksentrik eğitimin M. Quadriceps femoris eksentrik kuvveti üzerinde etkili olduğu, konsentrik eğitimin ise M. Quadriceps femoris konsentrik kuvveti üzerinde etkili olduğu gösterilmiştir. Bu sonuç, patellofemoral ağrı sendromlu hastalarda kazanılan kuvvet artışının izokinetik kuvvetlendirme eğitiminin tipine özel olduğunu göstermektedir.
2. Farklı izokinetik eğitimlerin Hamstring eksentrik kuvveti üzerindeki etkisi benzer bulunmuştur. Konsentrik ve kombine eğitimin Hamstring konsentrik kas kuvveti üzerine etkisi, eksentrik eğitimden üstündür. İzokinetik eğitim ile kuvvet kazancı eğitim tipine özel olduğundan M. Quadriceps femoris eksentrik kuvvet eğitimi verilen hastalarda Hamstring eksentrik kuvvetinde değişiklik olması beklenmemektedir. Hamstring konsentrik kuvveti ise, M. Quadriceps femoris konsentrik eğitiminden etkilenmiş olabilir.
3. Farklı izokinetik eğitimlerin merdiven inip-çıkma, çömelme ve oturma sırasındaki ağrı şiddetini benzer düzeyde azalttığı görülmüştür. Bunun yanında, eksentrik ve kombine eğitim gruplarının dinlenmedeki ağrı şiddeti üzerine olan etkinliği konsentrik eğitimden daha üstündür.
4. Patellofemoral ağrı sendromunda en önemli semptom ağrıdır. Üç farklı tipte verilen izokinetik eğitim ile ağrı şiddetinde benzer düzeyde iyileşme elde edilmiştir. Bu sonuç M. Quadriceps femoris izokinetik kuvvetlendirme eğitiminin patellofemoral ağrıyı azalttığı şeklinde yorumlanabilir..
5. Kombine eğitim, eklem pozisyon hissini iyileştirilmesinde eksentrik eğitimle benzer etkinliğe sahip iken, konsentrik eğitime göre daha üstün bulunmuştur. Eklem pozisyon hissini sekiz haftalık izokinetik eğitim ile (eğitim grupları fark etmeksizin) iyileştiği görülmüştür. Bu sonuç kas

kuvvetindeki artışın eklem pozisyon hissini olumlu yönde etkilediği ve propriyosepsiyonu arttırdığı şeklinde yorumlanabilir.

6. Farklı izokinetik eğitimler performans, fonksiyonel seviye ve kaygı seviyesi üzerinde benzer etki yaratmıştır. Eğitim grupları fark etmeksizin, hastaların sekiz haftalık tedavi sonrası fonksiyonel seviye, performans ve kaygı seviyesinde iyileşme olduğu görülmüştür. Bu sonuç, izokinetik kuvvet eğitimi ile patellofemoral ağrı sendromlu hastalarda fonksiyonel seviye ve kaygı seviyesinin iyileşebileceğini göstermektedir.

PFAS'de izokinetik kuvvet eğitiminin, eğitim tipine özel olduğu göz önüne alınarak verilmesi gerekmektedir. Eğitim verilmeden eksentrik veya konsentrik kuvvet değerlendirilmesinin yapılması oldukça önemlidir. Bu çalışma ile eksentrik kuvvetlendime komponentinin PFAS rehabilitasyonunda önemli bir yeri olduğu gösterilmiştir. Tedavi programlarının düzenlenmesinde, eksentrik kuvvet eğitimi ile birlikte konsentrik kuvvet eğitiminin verilmesi, semptomların azaltılmasında ve kuvvet artışında daha etkili olduğu söylenebilir.

KAYNAKLAR

1. Boling, M., Padua, D., Marshall, S., Guskiewicz, K., Pyne, S., Beutler, A. (2010) Gender differences in the incidence and prevalence of patellofemoral pain syndrome. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, 20 (5), 725-730.
2. Robinson, R.L., Nee, R.J. (2007) Analysis of hip strength in females seeking physical therapy treatment for unilateral patellofemoral pain syndrome. *The Journal of orthopaedic and sports physical therapy*, 37 (5), 232-238.
3. Dye, S.F. (2005) The pathophysiology of patellofemoral pain: a tissue homeostasis perspective. *Clinical orthopaedics and related research* (436), 100-110.
4. Brushoj, C., Holmich, P., Nielsen, M.B., Albrecht-Beste, E. (2008) Acute patellofemoral pain: aggravating activities, clinical examination, MRI and ultrasound findings. *British journal of sports medicine*, 42 (1), 64-67; discussion 67.
5. Petersen, W., Ellermann, A., Gosele-Koppenburg, A., Best, R., Rembitzki, I.V., Bruggemann, G.P. ve diğeri. (2013) Patellofemoral pain syndrome. *Knee surgery, sports traumatology, arthroscopy : official journal of the ESSKA*.
6. Sanchis-Alfonso, V. (2008) [Patellofemoral pain]. *Der Orthopade*, 37 (9), 835-836, 838-840.
7. Sanchis-Alfonso V. (2006). Background: Patellofemoral Malalignment versus Tissue Homeostasis. S.-A. Vicente (Ed.). *Anterior Knee Pain and Patellar Instability* (s. 3-19). London: Springer
8. Witvrouw E, T.D., Willems T. (2006). Risk Factors and Prevention of Anterior Knee Pain. S.-A. V (Ed.). *Anterior Knee Pain and Patellar Instability* (s. 135-145). London: Springer
9. D'Hondt N, E., Struijs, P.A., Kerkhoffs, G.M., Verheul, C., Lysens, R., Aufdemkampe, G. ve diğeri. (2002) Orthotic devices for treating patellofemoral pain syndrome. *The Cochrane database of systematic reviews* (2), CD002267.
10. Heintjes, E., Berger, M.Y., Bierma-Zeinstra, S.M., Bernsen, R.M., Verhaar, J.A., Koes, B.W. (2004) Pharmacotherapy for patellofemoral pain syndrome. *The Cochrane database of systematic reviews* (3), CD003470.
11. Kettunen, J.A., Harilainen, A., Sandelin, J., Schlenzka, D., Hietaniemi, K., Seitsalo, S. ve diğeri. (2007) Knee arthroscopy and exercise versus exercise only for chronic patellofemoral pain syndrome: a randomized controlled trial. *BMC medicine*, 5, 38.

12. Powers, C.M., Ward, S.R., Chan, L.-D., Chen, Y.-J.,Terk, M.R. (2004) The effect of bracing on patella alignment and patellofemoral joint contact area. *Medicine and science in sports and exercise.*, 36 (7), 1226-1232.
13. Werner, S. (2006). Conservative Treatment of Athletes with Anterior Knee Pain. S.-A. V (Ed.). *Anterior Knee Pain and Patellar Instability* (s. 145-166). London: Springer
14. McConnell, J. (1986) The management of chondromalacia patellae: a long-term solution. *Aust J Physiother*, 32, 215-223.
15. Barton, C.J., Menz, H.B.,Crossley, K.M. (2011) Effects of prefabricated foot orthoses on pain and function in individuals with patellofemoral pain syndrome: a cohort study. *Physical Therapy in Sport*, 12 (2), 70-75.
16. Barton, C.J., Menz, H.B., Levinger, P., Webster, K.E.,Crossley, K.M. (2011) Greater peak rearfoot eversion predicts foot orthoses efficacy in individuals with patellofemoral pain syndrome. *British journal of sports medicine*, 45 (9), 697-701.
17. Harvie, D., O’Leary, T.,Kumar, S. (2011) A systematic review of randomized controlled trials on exercise parameters in the treatment of patellofemoral pain: what works? *Journal of multidisciplinary healthcare*, 4, 383.
18. Steinkamp, L.A., Dillingham, M.F., Markel, M.D., Hill, J.A.,Kaufman, K.R. (1993) Biomechanical considerations in patellofemoral joint rehabilitation. *The American journal of sports medicine*, 21 (3), 438-444.
19. Kolodney, M.S.,Wysolmerski, R.B. (1992) Isometric contraction by fibroblasts and endothelial cells in tissue culture: a quantitative study. *The Journal of cell biology*, 117 (1), 73-82.
20. Ivy, J.L., Withers, R.T., Brose, G., Maxwell, B.D.,Costill, D.L. (1981) Isokinetic contractile properties of the quadriceps with relation to fiber type. *European journal of applied physiology and occupational physiology*, 47 (3), 247-255.
21. Isner-Horobeti, M.-E., Dufour, S.P., Vautravers, P., Geny, B., Coudeyre, E.,Richard, R. (2013) Eccentric exercise training: Modalities, applications and perspectives. *Sports medicine*, 43 (6), 483-512.
22. Dvir, Z. (1996) An isokinetic study of combined activity of the hip and knee extensors. *Clinical biomechanics*, 11 (3), 135-138.
23. Dvir, Z., Shklar, A., Halperin, N., Robinson, D., Weissman, I.,Ben-Shoshan, I. (1990) Concentric and eccentric torque variations of the quadriceps femoris in patellofemoral pain syndrome. *Clinical biomechanics*, 5 (2), 68-72.
24. Hazneci, B., Yildiz, Y., Sekir, U., Aydin, T.,Kalyon, T.A. (2005) Efficacy of isokinetic exercise on joint position sense and muscle strength in

- patellofemoral pain syndrome. *American journal of physical medicine & rehabilitation*, 84 (7), 521-527.
25. Werner, S., Eriksson, E. (1993) Isokinetic quadriceps training in patients with patellofemoral pain syndrome. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*, 1 (3-4), 162-168.
 26. Cowan, S.M., Bennell, K.L., Hodges, P.W., Crossley, K.M., McConnell, J. (2001) Delayed onset of electromyographic activity of vastus medialis obliquus relative to vastus lateralis in subjects with patellofemoral pain syndrome. *Archives of physical medicine and rehabilitation*, 82 (2), 183-189.
 27. DeHaven, K.E., Lintner, D.M. (1986) Athletic injuries: comparison by age, sport, and gender. *The American journal of sports medicine*, 14 (3), 218-224.
 28. Ahmed, A.M., Burke, D.L., Hyder, A. (1987) Force analysis of the patellar mechanism. *Journal of Orthopaedic Research*, 5 (1), 69-85.
 29. BenGal, S., Lowe, J., Mann, G., Finsterbush, A., Matan, Y. (1997) The role of the knee brace in the prevention of anterior knee pain syndrome. *American Journal of Sports Medicine*, 25 (1), 118-122.
 30. Powers, C.M., Chen, P.Y., Reischl, S.F., Perry, J. (2002) Comparison of foot pronation and lower extremity rotation in persons with and without patellofemoral pain. *Foot & ankle international. / American Orthopaedic Foot and Ankle Society [and] Swiss Foot and Ankle Society*, 23 (7), 634-640.
 31. Draper, C.E., Fredericson, M., Gold, G.E., Besier, T.F., Delp, S.L., Beaupre, G.S. ve diğerleri. (2012) Patients with patellofemoral pain exhibit elevated bone metabolic activity at the patellofemoral joint. *Journal of Orthopaedic Research*, 30 (2), 209-213.
 32. Sanchis-Alfonso, V., Rosello-Sastre, E. (2000) Immunohistochemical analysis for neural markers of the lateral retinaculum in patients with isolated symptomatic patellofemoral malalignment. A neuroanatomic basis for anterior knee pain in the active young patient. *The American journal of sports medicine*, 28 (5), 725-731.
 33. Wu, C.C., Shih, C.H. (2004) The influence of iliotibial tract on patellar tracking. *Orthopedics*, 27 (2), 199-203.
 34. Rathleff, M.S., Roos, E.M., Olesen, J.L., Rasmussen, S., Arendt-Nielsen, L. (2013) Lower mechanical pressure pain thresholds in female adolescents with patellofemoral pain syndrome. *The Journal of orthopaedic and sports physical therapy*, 43 (6), 414-421.
 35. Sutlive, T.G., Mitchell, S.D., Maxfield, S.N., McLean, C.L., Neumann, J.C., Swiecki, C.R. ve diğerleri. (2004) Identification of individuals with patellofemoral pain whose symptoms improved after a combined program of

- foot orthosis use and modified activity: a preliminary investigation. *Physical therapy*, 84 (1), 49-61.
36. Kaya, D., Citaker, S., Kerimoglu, U., Atay, O.A., Nyland, J., Callaghan, M. ve diğ erleri. (2011) Women with patellofemoral pain syndrome have quadriceps femoris volume and strength deficiency. *Knee surgery, sports traumatology, arthroscopy : official journal of the ESSKA*, 19 (2), 242-247.
 37. Lin, F., Wilson, N.A., Makhsous, M., Press, J.M., Koh, J.L., Nuber, G.W. ve diğ erleri. (2010) In vivo patellar tracking induced by individual quadriceps components in individuals with patellofemoral pain. *Journal of biomechanics*, 43 (2), 235-241.
 38. Chew, J.T., Stewart, N.J., Hanssen, A.D., Luo, Z.P., Rand, J.A., An, K.N. (1997) Differences in patellar tracking and knee kinematics among three different total knee designs. *Clinical orthopaedics and related research* (345), 87-98.
 39. Moro-oka, T., Matsuda, S., Miura, H., Nagamine, R., Urabe, K., Kawano, T. ve diğ erleri. (2002) Patellar tracking and patellofemoral geometry in deep knee flexion. *Clinical orthopaedics and related research* (394), 161-168.
 40. Witvrouw, E., Lysens, R., Bellemans, J., Cambier, D., Vanderstraeten, G. (2000) Intrinsic risk factors for the development of anterior knee pain in an athletic population. A two-year prospective study. *The American journal of sports medicine*, 28 (4), 480-489.
 41. Wilson, N.A., Press, J.M., Koh, J.L., Hendrix, R.W., Zhang, L.Q. (2009) In vivo noninvasive evaluation of abnormal patellar tracking during squatting in patients with patellofemoral pain. *The Journal of bone and joint surgery. American volume*, 91 (3), 558-566.
 42. Bennet WF, D.N., Hallisey MJ, Fulkersen JP. . (1993) Insertion orientation of terminal vastus lateralis obliquus and vastus medialis obliquus muscle fibers in human knees. *Clinical Anatomy*, 6 (3), 129-134.
 43. Farahmand, F., Senavongse, W., Amis, A.A. (1998) Quantitative study of the quadriceps muscles and trochlear groove geometry related to instability of the patellofemoral joint. *Journal of Orthopaedic Research*, 16 (1), 136-143.
 44. Pattyn, E., Verdonk, P., Steyaert, A., Vanden Bossche, L., Van den Broecke, W., Thijs, Y. ve diğ erleri. (2011) Vastus medialis obliquus atrophy: does it exist in patellofemoral pain syndrome? *The American journal of sports medicine*, 39 (7), 1450-1455.
 45. Pal, S., Besier, T.F., Draper, C.E., Fredericson, M., Gold, G.E., Beaupre, G.S. ve diğ erleri. (2012) Patellar tilt correlates with vastus lateralis: vastus medialis activation ratio in maltracking patellofemoral pain patients. *Journal of*

orthopaedic research : official publication of the Orthopaedic Research Society, 30 (6), 927-933.

46. Pal, S., Draper, C.E., Fredericson, M., Gold, G.E., Delp, S.L., Beaupre, G.S. ve diğerleri. (2011) Patellar maltracking correlates with vastus medialis activation delay in patellofemoral pain patients. *The American journal of sports medicine*, 39 (3), 590-598.
47. Cavazzuti, L., Merlo, A., Orlandi, F., Campanini, I. (2010) Delayed onset of electromyographic activity of vastus medialis obliquus relative to vastus lateralis in subjects with patellofemoral pain syndrome. *Gait & posture*, 32 (3), 290-295.
48. Chen, H.Y., Chien, C.C., Wu, S.K., Liao, J.J., Jan, M.H. (2012) Electromechanical delay of the vastus medialis obliquus and vastus lateralis in individuals with patellofemoral pain syndrome. *The Journal of orthopaedic and sports physical therapy*, 42 (9), 791-796.
49. Sanchis-Alfonso V, P.P.J., Atienza-Vicente CM, Puig-Abbs C, Camin-Clavio M. (2006). Biomechanical Bases for Anterior Knee Pain and Patellar Instability in Young Patients. . S.-A. Vicente (Ed.). *Anterior Knee Pain and Patellar Instability* (s. 55-76). London: Springer
50. Kaya, D., Doral, M.N. (2012) Is there any relationship between Q-angle and lower extremity malalignment? *Acta orthopaedica et traumatologica turcica*, 46 (6), 416-419.
51. Lankhorst, N.E., Bierma-Zeinstra, S.M., van Middelkoop, M. (2013) Factors associated with patellofemoral pain syndrome: a systematic review. *British journal of sports medicine*, 47 (4), 193-206.
52. Rauh, M.J., Koepsell, T.D., Rivara, F.P., Rice, S.G., Margherita, A.J. (2007) Quadriceps angle and risk of injury among high school cross-country runners. *The Journal of orthopaedic and sports physical therapy*, 37 (12), 725-733.
53. Park, S.K., Stefanyshyn, D.J. (2011) Greater Q angle may not be a risk factor of patellofemoral pain syndrome. *Clinical biomechanics*, 26 (4), 392-396.
54. Baldoon Rde, M., Nakagawa, T.H., Muniz, T.B., Amorim, C.F., Maciel, C.D., Serrao, F.V. (2009) Eccentric hip muscle function in females with and without patellofemoral pain syndrome. *Journal of athletic training*, 44 (5), 490-496.
55. Bolgla, L.A., Malone, T.R., Umberger, B.R., Uhl, T.L. (2008) Hip strength and hip and knee kinematics during stair descent in females with and without patellofemoral pain syndrome. *Journal of Orthopaedics Sports Physical Therapy*, 38 (1), 12-18.

56. Padua DA, M.S., Beutler AI, Demaio M, Boden BP, Yu B, Garrett WE. . (2005) Predictors of knee valgus angle during a jump-landing task. *Medicine and science in sports and exercise*, 37, 398-404.
57. Patil, S., White, L., Jones, A., Hui, A.C. (2010) Idiopathic anterior knee pain in the young. A prospective controlled trial. *Acta orthopaedica Belgica*, 76 (3), 356-359.
58. MacIntyre, N.J., Hill, N.A., Fellows, R.A., Ellis, R.E., Wilson, D.R. (2006) Patellofemoral joint kinematics in individuals with and without patellofemoral pain syndrome. *The Journal of bone and joint surgery. American volume*, 88 (12), 2596-2605.
59. Ford, K.R., Myer, G.D., Hewett, T.E. (2003) Valgus knee motion during landing in high school female and male basketball players. *Medicine and science in sports and exercise*, 35 (10), 1745-1750.
60. Ford, K.R., Myer, G.D., Toms, H.E., Hewett, T.E. (2005) Gender differences in the kinematics of unanticipated cutting in young athletes. *Medicine and science in sports and exercise*, 37 (1), 124-129.
61. Myer, G.D., Ford, K.R., Barber Foss, K.D., Goodman, A., Ceasar, A., Rauh, M.J. ve diğ erleri. (2010) The incidence and potential pathomechanics of patellofemoral pain in female athletes. *Clinical biomechanics*, 25 (7), 700-707.
62. Crossley, K.M., Zhang, W.J., Schache, A.G., Bryant, A., Cowan, S.M. (2011) Performance on the single-leg squat task indicates hip abductor muscle function. *The American journal of sports medicine*, 39 (4), 866-873.
63. Barton, C.J., Levinger, P., Menz, H.B., Webster, K.E. (2009) Kinematic gait characteristics associated with patellofemoral pain syndrome: a systematic review. *Gait & posture*, 30 (4), 405-416.
64. Barton, C.J., Levinger, P., Webster, K.E., Menz, H.B. (2011) Walking kinematics in individuals with patellofemoral pain syndrome: a case-control study. *Gait & posture*, 33 (2), 286-291.
65. Barton, C.J., Levinger, P., Crossley, K.M., Webster, K.E., Menz, H.B. (2012) The relationship between rearfoot, tibial and hip kinematics in individuals with patellofemoral pain syndrome. *Clinical biomechanics*, 27 (7), 702-705.
66. Barton, C.J., Bonanno, D., Levinger, P., Menz, H.B. (2010) Foot and ankle characteristics in patellofemoral pain syndrome: a case control and reliability study. *The Journal of orthopaedic and sports physical therapy*, 40 (5), 286-296.
67. Kaya, D., Atay, O.A., Callaghan, M.J., Cil, A., Caglar, O., Citaker, S. ve diğ erleri. (2009) Hallux valgus in patients with patellofemoral pain syndrome. *Knee surgery, sports traumatology, arthroscopy : official journal of the ESSKA*, 17 (11), 1364-1367.

68. Akarcalı I, T.N., Erden Z, Atay AO, Doral MN, Leblecioglu G. . (2000) Patellofemoral ağrı sendromunda kas kuvveti ve yumuşak doku gerginliklerinin incelenmesi. *Acta Orthopédica Traumatologica Turcica*, 32 (1), 23-27.
69. Besier, T.F., Fredericson, M., Gold, G.E., Beaupre, G.S., Delp, S.L. (2009) Knee muscle forces during walking and running in patellofemoral pain patients and pain-free controls. *Journal of biomechanics*, 42 (7), 898-905.
70. Tsuji, T., Matsuyama, Y., Goto, M., Yimin, Y., Sato, K., Hasegawa, Y. ve diğerleri. (2002) Knee-spine syndrome: correlation between sacral inclination and patellofemoral joint pain. *Journal of orthopaedic science : official journal of the Japanese Orthopaedic Association*, 7 (5), 519-523.
71. Sanchis-Alfonso, V., Rosello-Sastre, E., Martinez-Sanjuan, V. (1999) Pathogenesis of anterior knee pain syndrome and functional patellofemoral instability in the active young. *The American journal of knee surgery*, 12 (1), 29-40.
72. Baker, V., Bennell, K., Stillman, B., Cowan, S., Crossley, K. (2002) Abnormal knee joint position sense in individuals with patellofemoral pain syndrome. *Journal of Orthopaedics Research*, 20 (2), 208-214.
73. Callaghan, M.J., Selfe, J., Bagley, P.J., Oldham, J.A. (2002) The Effects of Patellar Taping on Knee Joint Proprioception. *Journal of athletic training*, 37 (1), 19-24.
74. Crossley, K., Cowan, S.M., Bennell, K.L., McConnell, J. (2000) Patellar taping: is clinical success supported by scientific evidence? *Manual therapy*, 5 (3), 142-150.
75. Selfe, J., Callaghan, M., McHenry, A., Richards, J., Oldham, J. (2006) An investigation into the effect of number of trials during proprioceptive testing in patients with patellofemoral pain syndrome. *Journal of orthopaedic research : official publication of the Orthopaedic Research Society*, 24 (6), 1218-1224.
76. Jensen, R., Hystad, T., Baerheim, A. (2005) Knee function and pain related to psychological variables in patients with long-term patellofemoral pain syndrome. *The Journal of orthopaedic and sports physical therapy*, 35 (9), 594-600.
77. Jensen, R., Hystad, T., Kvale, A., Baerheim, A. (2007) Quantitative sensory testing of patients with long lasting Patellofemoral pain syndrome. *European journal of pain*, 11 (6), 665-676.
78. Piva, S.R., Fitzgerald, G.K., Irrgang, J.J., Fritz, J.M., Wisniewski, S., McGinty, G.T. ve diğerleri. (2009) Associates of physical function and pain in patients with patellofemoral pain syndrome. *Archives of physical medicine and rehabilitation*, 90 (2), 285-295.

79. Piva, S.R., Fitzgerald, G.K., Wisniewski, S., Delitto, A. (2009) Predictors of pain and function outcome after rehabilitation in patients with patellofemoral pain syndrome. *Journal of rehabilitation medicine : official journal of the UEMS European Board of Physical and Rehabilitation Medicine*, 41 (8), 604-612.
80. Domenech, J., Sanchis-Alfonso, V., Lopez, L., Espejo, B. (2013) Influence of kinesiophobia and catastrophizing on pain and disability in anterior knee pain patients. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*, 21 (7), 1562-1568.
81. Pfeiffer, R.P., DeBeliso, M., Shea, K.G., Kelley, L., Irmischer, B., Harris, C. (2004) Kinematic MRI assessment of McConnell taping before and after exercise. *The American journal of sports medicine*, 32 (3), 621-628.
82. Gillear, W., McConnell, J., Parsons, D. (1998) The effect of patellar taping on the onset of vastus medialis obliquus and vastus lateralis muscle activity in persons with patellofemoral pain. *Physical therapy*, 78 (1), 25-32.
83. Christou, E.A. (2004) Patellar taping increases vastus medialis oblique activity in the presence of patellofemoral pain. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 14 (4), 495-504.
84. Warden, S.J., Hinman, R.S., Watson, M.A., Jr., Avin, K.G., Bialocerkowski, A.E., Crossley, K.M. (2008) Patellar taping and bracing for the treatment of chronic knee pain: a systematic review and meta-analysis. *Arthritis and rheumatism*, 59 (1), 73-83.
85. Akbas, E., Atay, A.O., Yuksel, I. (2011) The effects of additional kinesio taping over exercise in the treatment of patellofemoral pain syndrome. *Acta Orthopaedica Traumatologica Turcica*, 45 (5), 335-341.
86. Fu, T.C., Wong, A.M., Pei, Y.C., Wu, K.P., Chou, S.W., Lin, Y.C. (2008) Effect of Kinesio taping on muscle strength in athletes-a pilot study. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 11 (2), 198-201.
87. Boldt, A.R., Willson, J.D., Barrios, J.A., Kernozek, T.W. (2013) Effects of medially wedged foot orthoses on knee and hip joint running mechanics in females with and without patellofemoral pain syndrome. *Journal of Applied Biomechanics*, 29 (1).
88. Mølgaard, C., Rathleff, M.S., Simonsen, O. (2011) Patellofemoral Pain Syndrome and Its Association with Hip, Ankle, and Foot Function in 16-to 18-Year-Old High School Students A Single-blind Case-control Study. *Journal of the American Podiatric Medical Association*, 101 (3), 215-222.
89. Gross, M.T., Foxworth, J.L. (2003) The role of foot orthoses as an intervention for patellofemoral pain. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 33 (11), 661-670.

90. Wiener-Ogilvie, S., Jones, R.B. (2004) A randomised trial of exercise therapy and foot orthoses as treatment for knee pain in primary care. *British Journal of Podiatry*, 7 (2), 43-49.
91. Vicenzino, B., Collins, N., Cleland, J., McPoil, T. (2010) A clinical prediction rule for identifying patients with patellofemoral pain who are likely to benefit from foot orthoses: a preliminary determination. *British journal of sports medicine*, 44 (12), 862-866.
92. Werner, S. (1995) An evaluation of knee extensor and knee flexor torques and EMGs in patients with patellofemoral pain syndrome in comparison with matched controls. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*, 3 (2), 89-94.
93. Powers, C.M., Perry, J., Hsu, A., Hislop, H.J. (1997) Are patellofemoral pain and quadriceps femoris muscle torque associated with locomotor function? *Physical therapy*, 77 (10), 1063-1075.
94. Callaghan, M.J., Oldham, J.A. (2004) Electric muscle stimulation of the quadriceps in the treatment of patellofemoral pain. *Archives of physical medicine and rehabilitation*, 85 (6), 956-962.
95. Bennett, J.G., Stauber, W.T. (1986) Evaluation and treatment of anterior knee pain using eccentric exercise. *Medicine and science in sports and exercise*, 18 (5), 526-530.
96. Armstrong, R.B. (1984) Mechanisms of exercise-induced delayed onset muscular soreness: a brief review. *Medicine and science in sports and exercise*, 16 (6), 529-538.
97. Cheung, K., Hume, P.A., Maxwell, L. (2003) Delayed onset muscle soreness. *Sports medicine*, 33 (2), 145-164.
98. Nakagawa, T.H., Muniz, T.B., de Marche Baldon, R., Maciel, C.D., de Menezes Reiff, R.B., Serrão, F.V. (2008) The effect of additional strengthening of hip abductor and lateral rotator muscles in patellofemoral pain syndrome: a randomized controlled pilot study. *Clinical rehabilitation*, 22 (12), 1051-1060.
99. van Linschoten, R., van Middelkoop, M., Berger, M.Y., Heintjes, E.M., Verhaar, J.A.N., Willemssen, S.P. ve diğerleri. (2009) Supervised exercise therapy versus usual care for patellofemoral pain syndrome: an open label randomised controlled trial. *BMJ: British Medical Journal*, 339.
100. Saghaei, M. (2004) Random allocation software for parallel group randomized trials. *BMC medical research methodology*, 4 (1), 26.
101. Keating, J.L., Matyas, T.A. (1998) Unpredictable error in dynamometry measurements: a quantitative analysis of the literature. *Isokinetics and exercise science*, 7 (3), 107-121.

102. Pattyn, E., Mahieu, N., Selfe, J., Verdonk, P., Steyaert, A., Witvrouw, E. (2012) What predicts functional outcome after treatment for patellofemoral pain? *Medicine and science in sports and exercise*, 44 (10), 1827-1833.
103. Loudon, J.K., Wiesner, D., Goist-Foley, H.L., Asjes, C., Loudon, K.L. (2002) Intrarater reliability of functional performance tests for subjects with patellofemoral pain syndrome. *Journal of athletic training*, 37 (3), 256.
104. Kuru, T., Dereli, E.E., Yaliman, A. (2004) Validity of the Turkish version of the Kujala patellofemoral score in patellofemoral pain syndrome. *Acta orthopaedica et traumatologica turcica*, 44 (2), 152-156.
105. Weinstein, M.C., O'Brien, B., Hornberger, J., Jackson, J., Johannesson, M., McCabe, C. ve diğ erleri. (2003) Principles of Good Practice for Decision Analytic Modeling in Health-Care Evaluation: Report of the ISPOR Task Force on Good Research Practices—Modeling Studies. *Value in health*, 6 (1), 9-17.
106. Knapik, J.J., Ramos, M.U. (1980) Isokinetic and isometric torque relationships in the human body. *Archives of physical medicine and rehabilitation*, 61 (2), 64-67.
107. Akova, B., Okay, E. (2002) Concentric versus combined concentric-eccentric isokinetic training: effects on functional capacity and symptoms in patients with osteoarthritis of the knee. *Archives of physical medicine and rehabilitation*, 83 (3), 308-316.
108. Duncan, P.W., Chandler, J.M., Cavanaugh, D.K., Johnson, K.R., Buehler, A.G. (1989) Mode and Speed Specificity of Eccentric and Concentric Exercise Training 1. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 11 (2), 70-75.
109. Bishop, K.N., Durrant, E., Allsen, P.E., Merrill, G. (1991) The effect of eccentric strength training at various speeds on concentric strength of the quadriceps and hamstring muscles. *The Journal of orthopaedic and sports physical therapy*, 13 (5), 226-230.
110. Petersen, S.R., Bell, G.J., Bagnall, K.M., Quinney, H.A. (1991) The effects of concentric resistance training on eccentric peak torque and muscle cross-sectional area. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 13 (3), 132-137.
111. Baroni, B.M., Geremia, J.M., Rodrigues, R., Azevedo Franke, R., Karamanidis, K., Vaz, M.A. (2013) Muscle architecture adaptations to knee extensor eccentric training: Rectus femoris vs. vastus lateralis. *Muscle & nerve*, 48 (4), 498-506.
112. Johansson, H., Pedersen, J., Bergenheim, M., Djupsjobacka, M. (2000) Peripheral afferents of the knee: their effects on central mechanisms regulating muscle stiffness, joint stability, and proprioception and coordination.

Proprioception and neuromuscular control in joint stability. Champaign, IL: Human Kinetics, 5-22.

113. Guilhem, G., Cornu, C., Guével, A. (2010) Neuromuscular and muscle-tendon system adaptations to isotonic and isokinetic eccentric exercise. *Annals of physical and rehabilitation medicine*, 53 (5), 319-341.

EKLER

Ek 1. Etik Kurul Onay Formu



HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ
GİRİŞİMSSEL OLMAYAN
KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU

06100 Sıhhiye-Ankara
 Telefon: 0 (312) 305 1082 - Faks: 0 (312) 310 0580
 E-posta: goetik@hacettepe.edu.tr

11 Eylül 2012

Sayı: B.30.2.HAC.0.05.07.00 / 729

ARAŞTIRMA PROJESİ DEĞERLENDİRME RAPORU

Toplantı Tarihi : 28 AĞUSTOS 2012 SALI
Toplantı No : 2012/08
Proje No : LUT 12/88 (Değerlendirme Tarihi 11.05.2012)
Karar No : LUT 12/88 - 16

Üniversitemiz Sağlık Bilimleri Fakültesi Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Bölümü öğretim üyelerinden Prof. Dr. İnci Yüksel'in sorumlu araştırmacısı olduğu Prof. Dr. Mahmut Nedim Doral ile birlikte çalışacakları araştırma görevlisi Hande Güney'in tezi olan LUT 12/88 kayıt numaralı ve "Patellofemoral Ağrı Sendromunda Farklı İzometrik Kuvvet Eğitimlerinin Kas Kuvveti, Fonksiyonellik ve Eklem Pozisyon Hissi Üzerine Etkileri" başlıklı proje önerisi Kurulumuzda değerlendirilmiş olup, etik açıdan uygun bulunmuştur.

- | | | | |
|-----------------------------------|----------|--------------------------------------|-------|
| 1. Prof. Dr. Nurten Akarsu | (Başkan) | 9 Prof. Dr. Songül Vaizoğlu | (Üye) |
| 2. Prof. Dr. Nüket Örnek Buken | (Üye) | 10. Prof. Dr. Melahat Gördüysüzcü | (Üye) |
| KATILMADI | | | |
| 3. Prof. Dr. Hakan S. Orer | (Üye) | 11. Doç. Dr. R. Köksal Özgül | (Üye) |
| 4. Prof. Dr. Sevda F. Müftüoğlu | (Üye) | 12. Doç. Dr. Cansın Saçkesen | (Üye) |
| KATILMADI | | | |
| 5. Prof. Dr. Cenk Sökmensüer | (Üye) | 13 Doç. Dr. Ayşe Lale Doğan | (Üye) |
| KATILMADI | | | |
| 6. Prof. Dr. Meral Aksoy | (Üye) | 14. Doç. Dr. S. Kutay Demirkan | (Üye) |
| KATILMADI | | | |
| 7. Prof. Dr. Volga Bayrakçı Tunay | (Üye) | 15. Yrd. Doç. Dr. H. Hüsrev Turnagöl | (Üye) |
| 8. Prof. Dr. Yılmaz Selim Erdal | (Üye) | 16. Av. Meltem Onurlu | (Üye) |
| KATILMADI | | KATILMADI | |

Ek 2. Kujala Patellofemoral Skorlama Sistemi

	Puan		Puan
1. Aksama		8. Dizler bükülü uzun süreli oturma	
a) Yok	5	a) Zorluk yok	10
b) Hafif veya periyodik	3	b) Dizler büküldükten sonra ağrılı	8
c) Sürekli	0	c) Sürekli ağrı	6
2. Yük verme		d) Dizleri düzeltirken kısa süreli ağrı	4
a) Ağrısız tam yük verme	5	e) İmkansız	0
b) Ağrılı	3	9. Ağrı	
c) Yük verme imkansız	0	a) Yok	10
3. Yürüme		b) Hafif ve zaman zaman	8
a) Sınırsız	5	c) Uyku sırasında ağrı	6
b) 2 km'den fazla	3	d) Ender olarak şiddetli	3
c) 1-2 km	2	e) Sürekli ve şiddetli	0
d) İmkansız	0	10. Şişme	
4. Merdivenler		a) Yok	10
a) Zorluk çekmeden	10	b) Ciddi zorlanmadan sonra	8
b) İnişte hafif ağrı	8	c) Günlük aktivitelerden sonra	6
c) İnişte ve çıkışta ağrı	5	d) Her akşam	4
d) İmkansız	0	e) Sürekli	0
5. Çömelme		11. Anormal ve ağrılı diz kapağı hareketi	
a) Zorluk çekmeden	5	a) Yok	10
b) Tekrarlayan çömelmeler ağrılı	4	b) Ender olarak sportif aktiviteler sırasında	6
c) Her seferinde ağrı	3	c) Ender olarak günlük aktiviteler sırasında	4
d) Hafif yük verme ile mümkün	2	d) En az bir kez diz çıkığı	2
e) İmkansız	0	e) İki'den fazla diz çıkığı	0
6. Koşma		12. Uyluk kaslarının erimesi	
a) Zorluk yok	10	a) Yok	5
b) 2 km'den sonra ağrı	8	b) Hafif	3
c) Başlangıçtan itibaren hafif ağrılı	6	c) Şiddetli	0
d) Şiddetli ağrı	3	13. Diz bükmede yetersizlik	
e) İmkansız	0	a) Yok	5
7. Zıplama		b) Hafif	3
a) Zorluk yok	10	c) Şiddetli	0
b) Hafif zorlanarak	7		
c) Sürekli ağrı	2		
d) İmkansız	0		
		Toplam skor:	
*En yüksek puan= 100.			

