

TC.
HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**DİZ OSTEOARTRİTİNDE KLASİK FİZYOTERAPİ VE FARKLI
NÖROMUSKÜLER FASILİTASYON TEKNİKLERİNİN AĞRI,
EKLEM HAREKET AÇIKLIĞI, KAS KUVVETİ,
PROPRİOSEPSİYON, POSTÜRAL KONTROL, DİZ
FONKSİYONLARI VE FONKSİYONEL PERFORMANS
ÜZERİNE OLAN ETKİLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI**

Uzm. Fzt. Ayşenur GÖKŞEN

**Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Programı
DOKTORA TEZİ**

ANKARA

2020

TEŞEKKÜR

Bilim sabırla yoğrulan bir olgunlaşma sürecidir. Bu yolda; değerli bilgileriyle bana yol gösteren, duruşu ve fikirleri ile her konuda bana örnek olan, sevgili danışman hocam Prof. Dr. Filiz CAN fikirlerimi destekleyerek, çalışmalarım da beni cesaretlendirmiştir. Hacettepe'ye geldiğim yıldan itibaren melek kanatları ile bana her konuda destek olmuş ve beni hiçbir zaman yalnız bırakmamıştır. Bu tez konusuna fikir önderliği yapan ve benim gelişimim için beni en doğru şekilde yönlendiren ve yetiştiren canım hocamın üzerimdeki emeği çok büyüktür. Bu tez çalışmasının her aşamasında; benimle birlikte sevinen, üzülen ve yorulan sevgili danışman hocam Prof. Dr. Filiz CAN'a tüm emekleri için sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Beytepe Gün Hastanesi'ndeki teknolojik imkanları kullanmama imkan sağlayan ve etik kurul ile ilgili karşılaştığım sorunlarda desteklerini esirgemeyen, bana hasta yönlendiren ve aynı zamanda sorumlu araştırmacı olan Prof. Dr. Feza Korkusuz hocama ve onun asistanı Dr. Ömer Özkan'a çok teşekkür ederim.

Tez izleme komitemde yer alan değerli hocam Prof. Dr. Zafer Erden ve kıymetli hocam Doç. Dr. Selda Başar değerli bilgileri ile beni yönlendirmiş, çalışmama katkı sağlamıştır. Çalışmama yapmış oldukları katkılardan dolayı kendilerine teşekkürü bir borç bilirim.

Değerlendirmelerde kullanılan cihazların kullanımı konusunda ve karşılaştığım tüm teknik problemlerde yanımda olan, yardımlarını esirgemeyen, benim yüzümden fazla mesai yapan ve bazen öğle aralarından taviz veren Dr. Fzt Seval Yılmaz'a ve Dr. Fzt Serkan Taş'a çok teşekkür ederim.

Başta bilim uzmanlığım döneminde bana danışmanlık yapmış olan Prof. Dr. İnci Yüksel olmak üzere, eğitimimim süresince bana katkı sağlayan fakültemizin tüm değerli hocalarına,

Bilimsel konularda yardımlarını ve manevi desteklerini esirgemeyen ünite arkadaşlarım Dr. Fzt. Esra Ateş Numanoğlu, Uz. Fzt. Asude Arık, Uz. Fzt. Kübra Canlı ve Uzm. Fzt. Nazım Tolgahan Yıldız'a çok teşekkür ederim.

Tezin tüm aşamalarında maddi ve manevi desteklerini esirgemeyen, hastaların tedavi ve değerlendirme ünitelerine transferlerini sağlayan, sevgili babam Şahap KARAMAN'a

Beni her konuda destekleyen, akli ve yüreği ile hayatımı şekillendiren sevgili eşim Nahit GÖKŞEN'e, tez çalışmam boyunca verdiği büyük destek ve katkıları için, sevgili annem İkbâl KARAMAN'a manevi desteği ve anlayışı için

Çok teşekkür ederim.

ÖZET

Gökşen, A., Diz Osteoartritinde Klasik Fizyoterapi ve Farklı Nöromusküler Fasilitasyon Tekniklerinin Ağrı, Eklem Hareket Açıklığı, Kas Kuvveti, Proprioepsiyon, Postüral Kontrol, Diz Fonksiyonları ve Fonksiyonel Performans Üzerine Olan Etkilerinin Karşılaştırılması, Hacettepe Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Programı, Doktora Tezi, Ankara, 2020. Bu çalışma, diz osteoartritinde klasik fizyoterapi ve farklı ‘Proprioseptif Nöromusküler Fasilitasyon (PNF)’ tekniklerinin, ağrı, propriyosepsiyon, postural kontrol, kas kuvveti, kassal endurans, eklem hareket açıklığı (EHA), diz fonksiyonları ve fonksiyonel performans üzerine olan etkilerini karşılaştırmak amacıyla yapılmıştır. Çalışmaya 47-62 yaş aralığında, evre 1 ve 2 diz osteoartrit tanısına sahip olan 35 hasta dahil edilmiştir. Hastalar, blok randomizasyon yöntemi ile Klasik Fizyoterapi Grubu(n=12), Tekrarlı Germeler (TG) tekniği içeren PNF-1 Grubu (n=12), Kombine İzotonik Kontraksiyonlar(KIK) tekniği içeren PNF-2 Grubu(n=11) olarak üç gruba ayrılmıştır. PNF, alt ekstremitenin tüm paternlerine, tam patern halinde uygulanmış ve tüm gruplardaki hastalar haftada 3 gün, 6 hafta süre ile tedaviye alınmıştır. Tedavi öncesi ve sonrası diz eklem hareket açıklığı ‘‘Gonyometre’’ ile, diz ağrısı "Görsel Analog Skalası" ve "Algometre" ile, kas kuvveti, kassal endurans ve proprioepsiyon "Biodex®System Pro3" ile, postural kontrol "Berg Denge Skalası" ve "Biodex®System Pro3" ile, diz fonksiyonları "Diz Yaralanma ve Osteoartrit Sonuç Skoru" ve "Western Ontario ve McMaster Üniversiteleri Osteoartrit İndeksi" ile; fonksiyonel performans, "Sürekli Kalk-Yürü Testi", "6 Dakikalık Yürüme Testi" ve "Basamak Tırmanma Testi" ile değerlendirilmiştir. Tedavi sonrası, KIK tekniği, fonksiyonel performans ve diz ekstansörlerinin kas kuvvetini geliştirme açısından diğer yöntemlere göre; 60°de değerlendirilen diz eklem pozisyon hissi sonuçları bakımından da klasik fizyoterapiye göre daha fazla gelişme sağlamıştır ($p<0,05$). Diz fonksiyonu ile ilişkili ağrı parametresi, kassal endurans, gözler açık mediolateral denge ve toplam denge puanı sonuçlarına göre her iki PNF yöntemi, klasik fizyoterapiye göre üstün bulunmuştur ($p<0,05$). Sonuç olarak erken evre diz osteoartritli hastalarda tüm yöntemlerin etkili olduğu; ancak en iyi etkinin PNF’ten KIK tekniği ile sağlandığı görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Diz osteoartriti, PNF, Egzersiz, Proprioepsiyon, Denge.

ABSTRACT

Gökşen, A., Comparison of Effectiveness of Classical Physiotherapy and Different 'Proprioceptive Neuromuscular Facilitation' Techniques on Pain, Proprioception, Postural Control, Muscle Strength, Joint Range of Motion and Knee Functions in Knee Osteoarthritis; Hacettepe University, Institute of Health Sciences, Physical Therapy and Rehabilitation Program, Ph.D. Thesis, Ankara, 2020. This study was conducted to compare the effects of classical physiotherapy and different 'Proprioceptive Neuromuscular Facilitation (PNF)' techniques on pain, proprioception, postural control, muscle strength, muscular endurance, range of motion (ROM), knee functions and functional performance in knee osteoarthritis (OA). The study included 35 patients between the ages of 47 and 62 who were diagnosed with stage 1-2 KOA. The patients were divided into three groups with block randomization method as Classical Physiotherapy Group (n = 12), PNF-1 Group (n = 12) with Repeated Stretching (TG) Technique, PNF-2 Group (n = 11) with Combined Isotonic Contractions (ICC) technique. PNF was applied to all patterns of the lower extremity in full pattern and patients in all groups were treated for 6 weeks, 3 days a week. ROM with "Goniometer", knee pain with "Visual Analogue Scale" and "Algometer", muscle strength, muscle endurance and proprioception with " Biodex®System Pro3"; postural control with "Berg Balance scale" and "Biodex®System Pro3 (Biodex Corp. Shirley NY, USA)"; Knee functions with "Knee injury and Osteoarthritis Outcome Score" and " Western Ontario and McMaster Universities Osteoarthritis Index", functional performance related to the knee with " Time to Walk (TUG) ", "6 Minute Walk Test" and "Step Climbing Test (BTT)" was evaluated before and after the treatment. Functional performance and knee extensor muscle strength with CIC technique showed more improvement than the other methods and CIC showed more improvement compared to the classical physiotherapy in terms of knee joint position sensation evaluated at 60 ° (p <0.05). Both PNF methods were superior to the classical physiotherapy in terms of pain parameter related to knee function, muscular endurance, mediolateral balance with eyes open and total balance score (p <0.05). In conclusion, all methods were effective in patients with early-stage knee osteoarthritis; however, it was seen the most effective results was obtained by PNF using CIC technique.

Key Words: Knee osteoarthritis, PNF, Exercises, Proprioception, Balance

İÇİNDEKİLER

YAYIMLAMA VE FİKRİ MÜLKİYET HAKLARI BEYANI	.iv
ETİK BEYAN	v
TEŞEKKÜR	vi
ÖZET	vii
ABSTRACT	viii
İÇİNDEKİLER	ix
SİMGELER VE KISALTMALAR	xi
ŞEKİLLER	xii
TABLolar	xiii
1. GİRİŞ	1
2. GENEL BİLGİLER	4
2.1. Diz Eklemninin Yapısı	4
2.1.1. Kemik ve Kıkırdak Yapılar	4
2.1.2. Diz Eklemi İçerisindeki Anatomik Yapılar	6
2.1.3. Diz Eklemni Destekleyen Yapılar	9
2.2. Diz Eklemnin Biomekaniği	14
2.3. Diz Osteoartriti	16
2.3.1. Terminoloji	16
2.3.2. Etyoloji	17
2.3.3. Risk Faktörleri	17
2.3.4. Patogenez	18
2.3.5. Klinik Bulgular ve Sınıflandırma	19
2.3.6. Değerlendirme	21
2.4. Diz Osteoartritinin Tedavisi	27
2.4.1. Farmakolojik Tedavi	27
2.4.2. Artroskopik Tedavi	28
2.4.3. Yüksek Tibial Osteotomi	28
2.4.4. Artroplasti Uygulamaları	28
2.4.5. Konservatif Tedavi	29
2.4.6. Farmakolojik Tedavi	29
2.4.7. Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Uygulamaları	30

3. BİREYLER VE YÖNTEM	44
3.1. Bireyler	44
3.2. Yöntem	47
3.2.1. Değerlendirme	47
3.2.2. Tedavi Yöntemleri	58
3.3. İstatistiksel Analiz	70
4. BULGULAR	72
4.1. Çalışma Öncesi Verilere İlişkin Grup Karşılaştırmaları	72
4.2. Tedavi Gruplarında Tedavi Etkinliklerinin Değerlendirilmesi	79
4.3. Tedavi Öncesi-Sonrası Ölçümler Arasındaki Farklar/Değişimler Yönünden Grupların Karşılaştırılması (Farkların Gruplar Arası Karşılaştırması)	94
5. TARTIŞMA	102
5.1. Cinsiyet	104
5.2. Vücut Kitle İndeksi	104
5.3. Osteoartrit Evresi	104
5.4. Ağrı ve Eklem Hareket Açıklığı	105
5.5. Kas Kuvveti ve Kassal Endurans	111
5.6. Diz Fonksiyonları	119
5.7. Fonksiyonel Performans	122
5.8. Postüral Kontrol	124
5.9. Eklem Pozisyon Hissi	128
6. SONUÇLAR	136
7. KAYNAKLAR	140
8. EKLER	152
EK-1. Tez Çalışması ile ilgili Etik Kurul İzinleri	152
EK-2. Bilgilendirilmiş Gönüllü Onam Formu	161
EK-3. Diz İncinme ve Osteoartrit Sonuç Skoru	166
EK-4. Western Ontario ve McMaster Üniversiteleri Osteoartrit İndeksi	171
EK-5. Berg Denge Skalası	172
EK-6. Dijital Makbuz ve Orjinallik Ekran Çıktısı	176
9. ÖZGEÇMİŞ	178

SİMGELER VE KISALTMALAR

AP	Anteroposterior
BDÖ	“Berg Denge Ölçeği”
BDS	Biodex Denge Sistemi
BTT	Basamak Tırmanma Testi
EHA	Eklem Hareket Açıklığı
FES	Fonksiyonel Elektriksel Stimülasyonu
GAS	Görsel Analog Skalası
KIK	Kombine İzotonik Kontraksiyonlar
ML	Mediolateral
OA	Osteoartrit
PFERK	Patellafemoral Eklem Reaksiyon Kuvveti
PNF	Proprioseptif Nöromusküler Fasilitasyon
Q açısı	Quadriseps Açısı
QF	Quadriseps Femoris
SKYT	Sürelili Kalk Yürü Testi
TG	“Tekrarlı Germeler”
6 DYT	6 Dakikalık Yürüme Testi

ŞEKİLLER

Şekil	Sayfa
3.1. Çalışmaya ait hasta akış diyagramı.	47
3.2. Diz fleksiyon hareket açıklığının ölçümü.	49
3.3. Test öncesi bisiklet ergometrisi ile yapılan ısınma işlemi.	51
3.4. Kas kuvvetinin Biodex® System Pro3 dinamometre ile ölçümü.	51
3.5. Süreli kalk yürü testi uygulanması.	54
3.6. Basamak çıkma testi'nin uygulanması.	55
3.7. Altı dakikalık yürüme testinin uygulanması.	56
3.8. Biodex denge sistemi ile dengenin değerlendirilmesi.	58
3.9. Klasik fizyoterapi ve rehabilitasyon egzersizleri-1: a) Hamstring ve gastrosoleus germe egzersizi b,c) İzometrik egzersizler d) Düz bacak kaldırma egzersizi.	61
3.10. Klasik fizyoterapi ve rehabilitasyon egzersizleri-2: a) Kalça abdükörleri kuvvetlendirme b) Kalça addükörleri kuvvetlendirme c) Kalça eksternal rotasyon (midye) egzersizi d) Köprü kurma egzersizi.	62
3.11. Klasik fizyoterapi ve rehabilitasyon egzersizleri-3: a) Mini çömelme b) Lunge c,d) Ayakta kalça çevresi kuvvetlendirme.	63
3.12. PNF egzersizleri-1: a,b) Köprü kurma egzersizleri c) Fleksiyon addüksiyon eksternal rotasyon diz ekstansiyona giderek d) Fleksiyon addüksiyon eksternal rotasyon (diz düz) e) Fleksiyon abdüksiyon internal rotasyon (diz düz) f) Ekstansiyon addüksiyon eksternal rotasyon diz fleksiyona giderek (yüzüstü).	69
3.13. PNF egzersizleri-2: a,b) Ekstansiyon addüksiyon eksternal rotasyon c,d) Ekstansiyon abdüksiyon internal rotasyon.	70

TABLOLAR

Tablo	Sayfa
4.1. Grupların cinsiyet dağılımları yönüyle karşılaştırılması.	72
4.2. Grupların dominant taraf dağılımlarının birbirleri ile karşılaştırılması.	73
4.3. Grupların etkilenen taraf dağılımlarının birbirleri ile karşılaştırılması.	73
4.4. Grupların tedavi öncesi fiziksel özelliklerinin birbirleri ile karşılaştırılması.	73
4.5. Grupların tedavi öncesi eklem hareket açıklığı yönünden karşılaştırılması	74
4.6. Grupların tedavi öncesi algılanan ağrı şiddeti yönünden karşılaştırılması.	74
4.7. Grupların tedavi öncesi izokinetik kas kuvveti yönünden karşılaştırılması.	75
4.8. Grupların tedavi öncesi kassal endurans değerlerinin karşılaştırılması.	76
4.9. Grupların tedavi öncesi fonksiyonel performans değerlerinin karşılaştırılması.	76
4.10. Grupların tedavi öncesi WOMAC ölçeğine göre diz fonksiyonlarının karşılaştırılması	77
4.11. Grupların tedavi öncesi KOOS ölçeğine göre diz fonksiyonlarının karşılaştırılması	77
4.12. Grupların tedavi öncesi denge ve postüral kontrol puanlarının karşılaştırılması.	78
4.13. Grupların tedavi öncesi diz eklem pozisyon hissi yönünden karşılaştırılması.	78
4.14. Gruplardaki tüm hastaların tedavi öncesi eklem pozisyon hissinde hedeflenen açılara göre hedef açılardan sapma değerlerinin karşılaştırılması.	79
4.15. PNF-1 grubunda eklem hareket açıklığı değerlerinin tedavi öncesi ve sonrası karşılaştırılması.	80
4.16. PNF-1 grubunda tedavi öncesi ve sonrası algılanan ağrı şiddeti değerlerinin karşılaştırılması.	80
4.17. PNF-1 grubunda izokinetik kas kuvvetinin tedavi öncesi ve sonrası ölçüm değerlerinin karşılaştırılması.	81
4.18. PNF-1 grubunda kassal enduransın tedavi öncesi ve sonrası ölçüm sonuçlarının karşılaştırılması.	82
4.19. PNF-1 grubunda fonksiyonel performansın tedavi öncesi ve sonrası ölçüm sonuçlarının karşılaştırılması.	82

4.20.	PNF-1 grubunda WOMAC ölçeğine göre diz fonksiyonlarının tedavi öncesi ve sonrası sonuçlarının karşılaştırılması.	83
4.21.	PNF-1 grubunda KOOS ölçeği ile değerlendirilen diz fonksiyonlarının tedavi öncesi ve sonrası ölçüm sonuçlarının karşılaştırılması.	83
4.22.	PNF-1 grubunda denge ve postüral kontrol ölçüm sonuçlarının tedavi öncesi ve sonrası karşılaştırılması.	84
4.23.	PNF-1 grubunda diz eklem pozisyon hissi ölçüm sonuçlarının tedavi öncesi ve sonrası ölçüm sonuçlarının karşılaştırılması..	84
4.24.	PNF-2 Grubunda eklem hareket açıklığının tedavi öncesi ve sonrası ölçüm sonuçlarının karşılaştırılması.	85
4.25.	PNF-2 grubunda algılanan ağrı şiddetinin ve basınç ağrı eşiğinin tedavi öncesi ve sonrası ölçüm sonuçlarının karşılaştırılması.	85
4.26.	PNF-2 grubunda izokinetik kas kuvvetinin tedavi öncesi ve sonrası ölçüm sonuçlarının karşılaştırılması.	86
4.27.	PNF-2 kassal enduransın tedavi öncesi ve sonrası ölçüm sonuçlarının karşılaştırılması.	87
4.28.	PNF-2 grubunda fonksiyonel performansın tedavi öncesi ve sonrası ölçüm değerlerinin karşılaştırılması.	87
4.29.	PNF-2 grubunda WOMAC ölçeği ile ölçülen diz fonksiyonlarının tedavi öncesi ve sonrası ölçüm değerlerinin karşılaştırılması.	88
4.30.	PNF-2 grubunda KOOS ölçeğine göre diz fonksiyonlarının tedavi öncesi ve sonrası ölçüm değerlerinin karşılaştırılması.	88
4.31.	PNF-2 grubunda denge ve postüral kontrolün tedavi öncesi ve sonrası ölçüm değerlerinin karşılaştırılması.	89
4.32.	PNF-2 grubunda diz eklem pozisyon hissini tedavi öncesi ve sonrası ölçüm değerlerinin karşılaştırılması.	89
4.33.	Klasik Fizyoterapi Grubunda eklem hareket açıklığının tedavi öncesi-sonrası ölçümlerinin karşılaştırılması.	90
4.34.	Klasik Fizyoterapi Grubunda algılanan ağrı şiddeti ve basınç- ağrı eşiğinin tedavi öncesi ve sonrası ölçüm değerlerinin karşılaştırılması.	90
4.35.	Klasik Fizyoterapi Grubunda izokinetik kas kuvvetinin tedavi öncesi ve sonrası ölçüm değerlerinin karşılaştırılması.	91
4.36.	Klasik Fizyoterapi Grubunda kassal enduransın tedavi öncesi ve sonrası ölçüm değerlerinin karşılaştırılması.	91
4.37.	Klasik Fizyoterapi Grubunda fonksiyonel performansın tedavi öncesi ve sonrası ölçüm değerlerinin karşılaştırılması.	92
4.38.	Klasik Fizyoterapi Grubunda WOMAC ölçeği ile değerlendirilen diz fonksiyonlarında tedavi öncesi ve sonrası ölçüm değerlerinin karşılaştırılması.	92

4.39.	Klasik Fizyoterapi Grubunda KOOS ölçeği ile değerlendirilen diz fonksiyonlarının tedavi öncesi ve sonrası ölçüm değerlerinin karşılaştırılması.	93
4.40.	Klasik Fizyoterapi Grubunda tedavi öncesi ve sonrası denge ve postüral kontrol ölçüm sonuçlarının karşılaştırılması.	93
4.41.	Klasik Fizyoterapi Grubunda diz eklem pozisyon hissi ölçümlerinin tedavi öncesi ve sonrası karşılaştırması.	94
4.42.	Eklem hareket açıklığında tedavi öncesi ve sonrası değişimlerin gruplar arası karşılaştırılması.	94
4.43.	Ağrı şiddeti ve basınç ağrı eşiğinde tedavi sonrası olan değişimlerin gruplar arası karşılaştırılması.	95
4.44.	Tedavi sonrası izokinetik kas kuvvetinde olan değişimlerinin gruplar arası karşılaştırılması.	97
4.45.	Tedavi sonrası fonksiyonel performansta olan değişimlerinin gruplar arası karşılaştırılması.	98
4.46.	Tedavi sonrası WOMAC' a göre değerlendirilen diz fonksiyonlarındaki değişimlerin gruplar arası karşılaştırılması.	99
4.47.	Tedavi sonrası KOOS ölçeğine göre diz fonksiyonlarında olan değişimin gruplar arası karşılaştırılması.	99
4.48.	Tedavi sonrası denge ve postüral kontrolde olan değişimlerin gruplar arası karşılaştırılması.	100
4.49.	Tedavi sonrası diz eklem pozisyon hissinde olan değişimlerin gruplar arası karşılaştırılması.	101
4.50.	Tedavi sonrası kassal enduransta olan değişimlerin gruplar arası karşılaştırılması.	101

1. GİRİŞ

Eklemde ağrı ve hareket kısıtlılığına yol açan diz osteoartriti (OA), kas kuvvetinde, eklem pozisyon hissinde ve postüral kontrolde azalmaya neden olur. Buna bağlı olarak da fonksiyonel hareketler sırasında dizin stabilizasyon yeteneğini bozar (1).

Osteoartrit, sıklıkla diz eklemının medial kompartmanından eklem yüzeyinde osteofit oluşumu ile başlar. Osteofit oluşumunu subkondral kemik yapımının artması ve kist formasyonu izler. Kemik yapım ve yıkım düzenindeki bu değişiklikler kıkırdak doku kaybı ile sonuçlanır (2).

OA'nın altında yatan sebep (etyolojisi) değişkendir, bu nedenle tek bir hastalık sürecinden bahsetmek mümkün değildir. OA'da oluşabilecek hastalık senaryolarını primer ve sekonder OA olmak üzere iki başlık altında toplayabiliriz. Sekonder diz OA, travma, metabolik hastalıklar (obeziteye yol açan) veya eklemi içeren cerrahi operasyonlar nedeni ile oluşabileceği gibi anatomik faktörler, cinsiyet ve ileri yaş faktörlerine bağlı olarak da oluşabilir (2-4).

Diz eklem yüzeyini kaplayan kompresif ve makaslayıcı kuvvetlere karşı koyan hyalin kıkırdak diz OA'nın sınıflandırılmasında önemli rol oynar (1, 5). OA'nın evresi ilerledikçe kıkırdak doku kaybı artarak eklem aralığında daralma meydana gelmektedir. Şiddetli diz OA'da radyografide kemik kemiğe temas, klinikte ise eklemde ciddi hareket kaybı görülür. Erken evre diz OA'da ise radyografide osteofit oluşumu görülür, klinikte ise belirgin bir hareket kaybı görülmez (6, 7). İleri evre diz OA'da denge kaybı, fonksiyon kaybı ve diz ağrısı sürekli ve yaygın olarak görülürken, erken evre diz OA'da ise belirli koşullar altında ortaya çıkan semptomlar mevcuttur (2, 5, 7).

Diz OA'nın fizyoterapi ve rehabilitasyonunda birçok uygulama kullanılmaktadır. Bu uygulamalar, çeşitli hidroterapi (8) ve elektroterapi ajanları (9-11), masaj ve diğer manuel tedavi teknikleri (12, 13), ortez ve bantlama teknikleridir (14). Bu uygulamalarla birlikte veya tek başına egzersiz programları da diz OA'nın fizyoterapi ve rehabilitasyonunda kullanılmaktadır (15-18). Diz OA'nın fizyoterapi ve rehabilitasyonunda kullanılan egzersiz programları da çeşitlilik göstermektedir. Bu egzersiz programlarında izometrik, izotonik veya izokinetik egzersizler kullanılmaktadır. İzotonik egzersizlerin de bir kısmı konsentrik, bir kısmı ise eksentrik

kasılmalar üzerinde yoğunlaşmaktadır. Diz OA'da kara egzersizleri, su içi egzersizler, izokinetik egzersizler, Yoga, Pilates, Tai Chi gibi özel egzersiz uygulamaları ve daha birçok egzersiz programları mevcuttur (16, 19, 20).

Literatürde yapılan bir sistematik derlemeye göre kuvvetlendirme egzersizlerinin diz OA'da semptomları rahatlatma açısından kanıt değerinin yüksek olduğu bildirilmektedir (21); ancak literatürde henüz üzerinde fikir birliğine varılmış ideal bir egzersiz tipi, frekansı veya yoğunluğu bulunmamaktadır. Fizyoterapi ve rehabilitasyonda özel egzersiz tekniklerinden biri olan PNF teknikleri, nöromusküler mekanizmaları harekete geçiren, hem eksentrik hem de konsentrik kasılmalar içeren bir egzersiz çeşididir(22, 23). PNF teknikleri kasları kuvvetlendirirken, aynı zamanda kas-iskelet sistemine ait bir çok proprioseptif mekanizmayı da uyararak, dizin stabilizasyonuna ek katkı sağlar; ancak literatürde bu konu ile ilgili çalışmalar daha çok PNF tekniklerinin esneklik ve hareket açıklığı üzerine olan etkisi üzerine odaklanmıştır (24-28). PNF ile ilişkili kuvvetlendirme yöntemi içeren çalışmalar daha azdır. PNF tekniği amaca yönelik olarak bir çok uygulama tekniği barındırmaktadır (22, 29). Bu uygulama teknikleri tüm eklemler için genel teknikler olarak kabul edilir, sadece uygulama paternleri eklemlere yönelik olarak özelleşir. Diz eklemi gibi özel bir eklem için seçilecek PNF paterni bellidir; ancak uygulama tekniği amaca göre farklı olabilir. PNF'teki uygulama tekniklerinin klinik pratikteki kullanım amaçları belli olmakla birlikte, literatürde birbirlerine olan üstünlüklerinin karşılaştırıldığı kanıta dayalı çalışmalar veya kanıt değerini ortaya koyan herhangi bir çalışma yoktur. Ayrıca diz osteoartritinin tedavisinde kullanılacak en ideal teknik henüz belirlenmemiştir. Halbuki, diz osteoartriti olan hastaların fizyoterapi ve rehabilitasyonunda daha fazla gelişme elde etmek ve daha hızlı cevap sağlamak için en uygun PNF tekniğinin ortaya çıkarılması klinik pratik ve araştırmalar için oldukça önemlidir. Ayrıca PNF tekniklerinin özellikle propriyosepsiyon, kas kuvveti ve kassal endurans üzerine olan etkilerini inceleyen çalışma sayısı nadirdir(30-32).

Bu çalışmadan elde edilen sonuçlar, PNF'in diz OA'lı hastalarda ağrı şiddeti, kas kuvveti, kassal endurans, eklem pozisyon hissi, denge, postüral kontrol, diz fonksiyonu ve diz ile ilişkili fonksiyonel performans üzerine olan etkinliğini ortaya koyacak, hem de diz osteoartritinde farklı PNF tekniklerini karşılaştıran ilk çalışma olacaktır.

Hipotez 1: Diz osteoartriti olan bireylerin fizyoterapi ve rehabilitasyonunda, "Tekrarlı Germeler" içeren PNF tekniklerinden oluşan rehabilitasyon programı, ağrı, eklem hareket açıklığı, kas kuvveti, propriosepsiyon, postural kontrol, diz fonksiyonu ve diz performansının artırılması üzerine etkilidir.

Hipotez 2: Diz osteoartriti olan bireylerin fizyoterapi ve rehabilitasyonunda, "Kombine İotonik Kontraksiyonlar" içeren PNF tekniklerinden oluşan rehabilitasyon programı, ağrı, eklem hareket açıklığı, kas kuvveti, propriosepsiyon, postür kontrol, diz fonksiyonu ve diz performansının artırılması üzerine etkilidir.

Hipotez 3: Diz osteoartriti olan bireylerin fizyoterapi ve rehabilitasyonunda, "Tekrarlı Germeler" tekniğini içeren PNF tekniklerini veya "Kombine İotonik Kontraksiyonlar" dan oluşan PNF tekniklerini içeren rehabilitasyon programları, klasik fizyoterapi programına göre kas kuvveti, propriosepsiyon, postür kontrol, diz fonksiyonu ve diz performansının artırılması üzerine daha etkilidir.

Hipotez 4: Diz osteoartriti olan bireylerin fizyoterapi ve rehabilitasyonunda, "Tekrarlı Germeler" tekniğini içeren PNF tekniği ile, "Kombine İotonik Kontraksiyonlar" içeren PNF tekniği arasında kas kuvveti, propriosepsiyon, postür kontrol ve diz performansının artırılması yönünden fark vardır.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Diz Eklemine Yapısı

Diz eklemi, (articulatio Genus), femur, tibia, fibula ve patella kemiklerini içeren, fleksiyon ve ekstansiyon hareketine uyumlu, sınırlı ölçüde varus, valgus ve aksial rotasyona izin veren, menteşe (gingilimus) tipli bir snovial bir eklemdir. Diz eklemi femur kondilleri ile tibial plato arasındaki tibiofemoral eklem, proksimal tibia ile fibula arasındaki proksimal tibiofibular eklem, patella ile distal femur arasındaki patellafemoral eklem olmak üzere birbirine komşu üç eklemden oluşmaktadır. Tibia ile fibulanın proksimalindeki eklem yüzü (tibiofibular eklem) sınırlı sayıda kayma hareketine izin veren plana tipli bir eklemdir ve diz eklemine katılmamaktadır. Diz eklemine stabilitesi, bu kemik yapılar ile beş temel bağ (ön ve arka çapraz bağlar, iç ve yan bağlar) ve kaslar tarafından sağlanır. Bu yapılar birlikte çalışarak dinamik ve statik stabiliteyi sağlarlar (33).

2.1.1. Kemik ve Kıkırdak Yapılar

Femur

Düzensiz iki uçtan oluşan femur vücudun en uzun ve en güçlü kemiğidir. Süperioru, kalça eklemi ile, inferioru tibia ile eklemleşir. Femurun inferiorunda medial ve lateral olmak üzere iki kondil vardır; diz eklemine bir yüzeyini bu kondiller oluşturur. Bu kondilleri ayıran interkondiler fossa ise, diz eklemine anteriorunda patella ile eklemleşen yüzeyi oluşturur. Femur cismi aşağıya ve içeriye doğru eğimli olduğundan, medial kondil laterale göre daha uzundur. Kondillerin üzerinde şişkinlik yapan yapılara epikondil denilir. Daha belirgin olan medial epikondil ve medial kollateral bağın, lateral epikondil ise lateral kollateral bağın yapışma yeridir (33).

Tibia

Tibia, üstte femur kondillerini taşıyan, ekstemiteye uzunluk kazandıran, kaslara tutunma alanı oluşturan ve ayak bileği eklemine lateralden tamamlayan bir kemiktir. Süperiorunda iki tane artiküler yüzeyi olan interkondiler eminensiya yer alır. Eminensiyanın önündeki anterior interkondiler alan, medial ve lateral menisküsün ve

ön çapraz bağın anteriorda sonlanmasını sağlar. Posteriordaki interkondiler alan ise, arka çapraz bağın yerleştiği oluğun sınırındadır. Kemiğin boyun kısmındaki tüberositas tibiaya patellar tendon yapışır ve infrapatellar bursa ile desteklenir. Tibianın medial, lateral ve posterior olmak üzere üç yüzeyi vardır; bu yüzler bacak kasları için yapışma yeri oluşturur (33).

Fibula

Fibula, tibiaya paralel olarak uzanır. Ağırlık taşımaz; kasların tutunmasına ve ayak bileğinin şekillenmesine yardımcı olur. Fibula başı veya fibulanın proksimal kısmı, diz eklem yüzeyi ile ilişkilidir ve eklemi posterolateralden destekler. Dizin lateral kollateral bağına bağlantı verir; lateral yanından biceps femoris kasının tendonu tutunur. Tibialis anterior ve soleus kasları da fibuladan başlar. Tibia ve fibula arasında üç bağlantı vardır. Bunlar, proksimalde tibiofibular eklem, tibia ve fibula cismi arasında interosseöz membran, distalde tibiofibular sindesmosistir. Kuvvetli bantlardan oluşan interosseöz bağ, altta interosseöz membran olarak devam eder (33).

Patella

Patella, diz eklemine ön tarafında ve femurun ön yüzünde yer alan ve patella femoral oluk içerisinde yerleşen vücuttaki en büyük sesamoid kemiktir. Apeksi inferiorda yer alan triangular şekildedir. Patella genicular arterin dalları tarafından beslenir. Posterior yüzeyi kıkırdak doku ile kaplıdır; süperiorunda quadriceps tendonu, inferiorunda ise patellar tendon vardır. Patellanın iki temel fonksiyonu vardır:

1. Diz ekstansiyonu sırasında kaldıraç kolu vazifesi görerek kasın daha etkili bir şekilde kasılmasını sağlar ve kasılma sırasında elde edilen kuvveti artırır,
2. Yerleşimi nedeni ile ön taraftan gelen fiziksel travmalara karşı diz eklemine korumaktır.

Patellofemoral eklem, patella yüzeyleri ve femoral sulkustan oluşur. Femoral eklem yüzeyi patellar eklem yüzeyine göre daha küçüktür, bu yüzden eklem yüzeyi uyumsuzdur buna karşılık eklem yüzeyindeki kıkırdak dokusu çok kalındır. Patellanın hareketleri, patella üzerinde etkin olan statik ve dinamik kuvvetlerle, patellafemoral

eklem yüzeylerinin uygunluğu ile, alt ekstremitenin dizilimi ve biyomekanik özellikleri ile sağlanır.

Medial epikondilin hemen arkası ile adduktor tüberkül arasındaki oyuk bölgede yer alan medial patellafemoral bağ, vastus medialis obliquus kası ile birlikte patellayı mediale çekerek patellanın lateral stabilitesini sağlar. Lateralde yer alan kaslar (vastus lateralis, tensor fascia lata) ve iliotibial traktus ise, diz eklemine laterale çekerek medial stabilizeyi sağlar. Lateraldeki yapılar daha güçlü olduğu için patellayı ilgilendiren ortopedik problemlerde patella sıklıkla laterale kayar veya laterale tilt yapar. Patellanın süperiorunu vastus intermedius ve rectus femoris kasları destekler. Patellayı destekleyen kasların ortak tendonları patella üzerinde yoğunlaşarak patellar bağı oluşturur; bu bağ tüberositas tibiaya tutunarak sonlanır. Patellar bağ, infrapatellar yağ yastığı ve infrapatellar bursa sayesinde eklem kapsülünden ve tibiadan ayrılır. İnfrapatellar yağ yastığı ve infrapatellar bursa yüksek fleksiyon derecelerinde basınç altında kalır. (33-37).

Hyalin Kıkırdak

Diz eklem yüzeyini kaplayan hyalin kıkırdak, elektrolit, proteoglikan ve kollojen doku içerir. Kıkırdağın yaklaşık %80' i sudur; kıkırdağa sağlamlık ve kayganlık kazandırır; yaşa bağlı olarak kıkırdak dokunun su içeriği azalır. Organik, sert madde içeriğinin de büyük bir bölümünü Tip II kollajen oluşturmaktadır. Kıkırdak dokuda kollajenden sonra en fazla proteoglikanlar yer alır ve kıkırdak dokuya esneklik sağlar. Kıkırdak doku, bu esneklik sayesinde kompresif streslere ve makaslayıcı kuvvetlere karşı direnç gösterir. Üzerine gelen stresleri menisküslere ve subkondral kemiğe dağıtarak ve böylelikle subkondrol kemiği korur. Kemikler arasındaki sürtünmeyi azaltarak daha hızlı ve düzgün bir hareket sağlar. Eklem kıkırdağı, sinir, arter ve lenf içermez; bu yüzden rejenerasyon yeteneği sınırlıdır. Eklem kıkırdağı erişkinlerde snovial sıvıdan difüzyon yolu ile beslenir (36, 37). Hyalin kıkırdak osteoartritin teşhisinde kritik rol oynar (35).

2.1.2. Diz Eklemi İçerisindeki Anatomik Yapılar

Synovium

Synovium, fibröz kapsülü olan eklemleri çevreler; çok ince bir snovial membrana sahiptir. Vasküler synovial membran, ligamentlerin ve tendonların arasına uzanarak. snovial sıvı salgılar; bu salgı eklem kayganlaşmasını ve beslenmesini sağlar. Snovial sıvı hareket sırasında sürtünmeyi azaltarak düzgün ve prüzüz bir hareket sağlar; eklem yüzlerini korur (38). Synovial membran, diz eklemının anteriorunda patellaya doğru ve suprapatellar bölgeden quadriceps tendonuna doğru uzanır. Patellanın altında infra patellar yağ yastıkçığı hizasında yer değiştiren synovial membran interkondiler çentikten patellar tendona doğru uzanarak çapraz bağları kaplar (36, 39).

Embriyolojik gelişim sırasında synovial dokunun beslenmesini sağlama fonksiyonu olan yapılar plika denir. Plika sıklıkla infrapatellar bölgede görülür. Normal bireylerde asemptomatiktir. Kronik inflamasyon durumunda ise plikalar semptomatik hale gelir ve sıklıkla da medial patellar plika etkilenir. Suprapatellar plika, suprapatellar bölgeyi kavis şeklinde ikiye ayırır. Bu bölge, patellanın süperior oluşu ve quadriceps tendonunun yapışma yeri olarak görülür. Medial patellar plika diz eklemi için çok önemlidir. Eklem medial duvarından başlar; infrapatellar yağ yastıkçığı üzerinde sonlanır. Travmaya sekonder olarak, tekrarlayan aktivite veya diğer inflamatuvar süreçler nedeni ile plikada inflamasyon görülebilir. Plika sendromu olarak da bilinen plikanın inflamasyonunda, inflamasyona bağlı kalınlaşmış ve fibrotik hale gelmiş bir plika olur ve diz fonksiyonları sırasında ağrı bulgusu verir. (36, 37, 40, 41).

Bursalar

Hareketler sırasında oluşan friksiyonu azaltma, stresleri absorbe etme ve hareketi kolaylaştırma görevleri olan ve içinde snovial sıvı içeren synovia uzantısı yapılarıdır. Suprapatellar bursa, önde quadriceps femoris kasının tendonu ve femur arasındadır. Prepatellar bursa, patella ve yumuşak dokular arasında; infra patellar bursa ise tibianın anterioru ile patellar tendonun distali arasında yer alır. Dizin medial tarafında, tibianın medial kondili ile pes anserinus tendonları (sartorius, gracilis, semitendinosus) arasında pes anserinus bursa yer alır. Lateral tarafta, iliotibial bant ile tibianın laterali arasında iliotibial bursa yerleşim gösterir (39).

Menisküs

Menisküsler, femoral kondil ve tibial plato arasında yer alan, tibiofemoral eklem yüzeyini örten, yarım ay şeklindeki yapılardır. Diz eklemine ağırlık aktarma sırasında primer stabilizatör rol oynarlar. Ayrıca, tibiofemoral ekleme gelen yüklenmelerin düzenlenmesinde rol oynarlar (42). Menisküsler bu yük dağılımını, dizde olan kayma ve yuvarlanma hareketinin kombinasyonu ile sağlarlar. Diz fleksiyona gittikçe tibiofemoral temas noktası posteriora doğru yer değiştirir. Tibial plato üzerinde medial ve lateral menisküs de posteriora doğru kayma ve yuvarlanma hareketleri yaparak yer değiştirir. Lateral menisküs mediale oranla daha mobildir. Bu nedenle lateral menisküsteki yer değiştirme oranı medial menisküğe göre daha fazladır. Lateral ve medial menisküslerin kinematiklerinde görülen bu farklılık nedeniyle diz fleksiyona giderken tibia da internal rotasyona gider ve tibidaki internal rotasyonu ile özellikle lateral menisküs kuvvetle anteriora doğru çekilir. Lateral menisküste anteriora doğru olan bu aşırı hareketi, meniskofemoral ve çapraz bağlar limitler (43, 44). Menisküslerin stabilizasyonunu sağlayan bir diğer yapı, ligamentum transversum genudur. Bu bağ, medial ve lateral menisküslerin ön boynuzlarını birbirine bağlar. Eklem kapsülü de, menisküsleri periferal kısımlarından diz eklemine bağlar. Koroner bağ ise, menisküslerin periferal kısımlarını tibiaya bağlar. Medialde menisküs, eklem kapsülü ile direkt olarak bağlantılıdır; bu nedenle diz eklemi ile ilgili herhangi bir yaralanmada medial menisküs de kolaylıkla yaralanır (33, 42).

Menisküs dokusu, fibrokartilaj yapıdadır; su, kollajen, glikozaminoglikandan oluşur; %90 oranında tip 1 kollajen içerirler. Bu kollajen fibriller gerilime karşı

koyabilmek için sirküferansiyel olarak dağılmışlardır. Diz eklemine yük bindiğinde menisküsler eklem merkezinden dışarıya doğru yayılırlar; bu yayılma sırasında sirküferansiyel lifler gerilerek, diz eklemine olan yüklenmeye karşı koyarlar. Bununla birlikte menisküslerin yüksek su tutabilme özellikleri vardır; bu özellikleri sayesinde diz eklemine uygulanan kompresif yüklenmelere karşı koyabilirler. Kompresif yüklenmeler sırasında proteoglikanlar tarafından tutulmuş olan sıvının eklem içine salınması gerçekleşir. Böylelikle eklem lubricasyonuna katkı sağlar (38, 43).

Menisküslerin beslenmesi birincil olarak perimeniskokapillar pleksüsten çıkan inferior, medial ve lateral genikular arterler ile gerçekleşir. Genikular arterin dalları kişisel farklılıklar göstermekle birlikte, menisküslerin periferal kısımlarının %30'unu besler. Menisküsün ön ve arka boynuzları beslenme açısından daha zengindir (38, 39).

Menisküsler içerisinde yüksek oranda mekanoreseptör vardır. Bu mekanoreseptörler sayesinde diz eklem propriocepsiyonu ile ilgili tüm duyular alınır ve eklemi korunur (43).

2.1.3. Diz Eklemine Destekleyen Yapılar

Bağlar

Diz eklemine stabilitesinde eklem kapsülü ve bağlar kilit rol oynarlar. Medial ve lateral kollateral bağ, anterior ve posterior çapraz bağ, eklem kapsülü olmak üzere stabiliteye katkı sağlayan 5 temel yapı vardır (44).

Medial kollateral bağ, diz eklemine medialden bakıldığı zaman görülen ve derin ve yüzeysel lifleri olan bir banttır. Yüzeysel lifleri femurun medial epikondilinden tibianın proksimali üzerinden tibial platoya doğru uzanır; derin lifleri medial menisküsten orjin alır. Bu bağ diz eklemine valgus streslerine karşı korur. Dizin hiperekstansiyonu sırasında kemiklerde oluşabilecek abduksiyon hareketine karşı dizi korur. Genikular arterden beslenir (33).

Lateral kollateral bağ, mediale göre daha küçük olan femurun lateral epikondilinden başlar; yukarıda popliteus kasının oyuğuna, aşağıda ise fibulanın başına yapışır. Bağın derininden popliteus kasının tendonu geçer. Diz eklemine varus streslerine karşı koruyan bir bağıdır. Hiperekstansiyon sırasında kemiklerde meydana

gelebilecek adduksiyon hareketine karşı diz eklemine korur. Genikular arterden beslenir (33).

Ön ve arka çapraz bağlar, diz eklemine merkezinde, tümüyle eklem içinde yerleşim göstermesine rağmen, synovial boşluktan bir membran ile ayrılmış durumda olduğu için eklem kapsülü ile ilişki göstermemektedirler. Çapraz bağlar, tibiyanın femur kondilleri altında öne ve arkaya doğru olan hareketini kontrol ederler. Ön çapraz bağ, proksimalde femurun lateral kondilinin medial yüzüne, distalde ise tibiyanın medial tüberkülünün anterolateralindeki fossaya yapışır. Anteromedial ve posterolateral banttandır oluşur; fleksiyon sırasında anteromedial, ekstansiyonda ise posterolateral bant gerilir. Tibiyanın femura göre öne translasyonunu kısıtlar. Arka çapraz bağ, proksimalde femurun medial kondilinin lateral kenarından başlar; distalde tibial eminensinin posterioruna doğru ilerler. Tibiyanın posteriora doğru translasyonunu engeller. Bağın anterolateral ve posteromedial olmak üzere 2 fonksiyonel bandı vardır. Ekstansiyonda posteromedial band gergindir; fleksiyonda anterolateral band gerilir (33, 45).

Eklem Kapsülü

Eklem kapsülü, diz eklemine kavrayan fibröz bir membrandır. Proksimalde patellanın üzerinden ve lateral ve medial epikondili sarmadan hemen altından lateral ve medial kondili döşeyen eklem kıkırdağına tutunur. Distalde tibiyanın eklem kıkırdağına, lateral ve medial kondilleri döşeyen eklem kıkırdağına ve arka çapraz bağı da içine alarak eklem posterioruna tutunur. Diz eklemine bir korse gibi sararak, anterior ve posterior stabilizasyonu sağlar. Fibröz yapıdaki eklem kapsülü, posteriorda popliteal ligament tarafından güçlendirilir. Gastroknemiusun tendonlarının yapışma yeri kapsül dışı kalır. Medialde, medial kollateral bağın lifleri kapsüle karışır. Quadriceps tendonu, patellar tendon, popliteus tendonu gibi bazı tendon ve bağların yapısına katılmasıyla daha da güçlenmiştir. Kapsül, anterior ve posterior stabilizasyona da katkıda bulunur (33, 39).

Kaslar

Kaslar, diz ekleminin dinamik stabilitesinde rol oynar. Uyluk bölgesinde yer alan kaslar krsta iliakadan dize kadar uzanur. Uyluk bölgesinde yer alan kaslar anterior, medial, posterior ve lateral kaslar olarak dört gruba ayrılır. Kasların yerleşimine ve büyüklüğüne göre bakıldığında diz eklemi anteriordan ve lateralden daha kuvvetli, medialden daha zayıf bir şekilde desteklenmiştir (33).

Anteriorfemoral kaslar

Sartorius: Spina iliaka anterior süperiordan başlar; diagonal olarak ilerleyerek bacağıın medialinde tüberositas tibiada sonlanır. Bu kasın distaldeki yapışma yerinde, grasilis ve semitendinosus kaslarının tendonları birleşerek tibiadan pes anserinus bursa ile ayrılarak pes anserinusu oluşturur. Uyluğun fleksiyon, abduksiyon ve dış rotasyonunu sağlar. N. Femoralis (L2-L4) tarafından inerve edilir.

Quadriceps Femoris: Diz eklemine destekleyen en önemli kastır; dört parçası vardır. Rectus femoris, vastus lateralis, vastus medialis ve vastus intermedius olmak üzere dört parçadan oluşur, Kasın tendonları patellanın yüzeyini örterek patellar tendon ile devam eder ve tüm parçalar birbirlerine yakın bir konumda tüberositas tibia ve kondillere yapışır. Kasın tüm parçaları N. Femoralis (L2-L4) tarafından inerve edilir.

Rectus Femoris: Bu kas iki tendondan oluşur; bir başı spina iliaka anterior inferiordan, diğer başı asetabulumdan başlar genişleyerek devam eder ve tüberositas tibia ve patellanın yüzeyine dağılarak yapışır.

Vastus Lateralis: Femurun trokanter majorün anterior ve inferior kenarından başlayarak, lateral intermusküler septuma yapışan geniş bir apenerozdan başlar. Patellayı lateralden ve süperiordan destekler.

Vastus Medialis: Linea asperanın medial dudağı boyunca, medial intermusküler septumdan çıkar. Orijinindeki kas fibrilleri adduktör longus ve adduktör magnus kaslarının insersiyosunun tendonlarına yapışır; dize doğru ilerleyerek, patellanın süperomedial kenarına tibianın medial kondilinde sonlanır. Diz eklemine medialden destekler, patellayı mediale doğru çeker.

Vastus Intermedius: Femur shaftından, lateral intermusküler septumdan başlar; fibrilleri rectus femoris, vastus lateralis ve medialisin derin lifleri ile karışan yüzeyel bir apenerozda sonlanır (33, 39).

Medial femoral kaslar

Gracilis: Uyluğun medialinde yerleşim gösteren bir kاستır. Symphysis pubis ve pubis inferior ramustan başlayarak, tibianın üstünde sartorius ve semitendinosus tendonlarının arasına yapışır ve pes anseriusu oluşturarak sonlanır. Uyluğa adduksiyon yaptırır, diz fleksiyonuna yardımcıdır. N. Obturatorius (L2-L4) tarafından inerve edilir.

Pectineus: Pubik ramusun süperiorundan başlayan kas fibrilleri diagonal olarak aşağıya doğru iner; femurdaki pectineal çizgide sonlanır. Kalçaya adduksiyon ve iç rotasyon yaptırır. N. Femoralis (L2-L4) tarafından inerve edilir.

Adductor longus: Pubisin süperiorunda, pubik tüberkülün altından başlar; pectineus kası ile aynı diagonalda ilerleyerek, uyluğun medialine, femurda linea asperanın orta bir bölü üçlük kısmına yapışır. Kas kalçaya adduksiyon, fleksiyon ve iç rotasyon yaptırır. N. Obturatorius (L2-L4) tarafından inerve edilir.

Adduktör brevis: İnférieur pubik ramustan başlar; pektineus ve adduktör longus kasının altında yer alır. Uyluğa adduksiyon yaptırır; ayrıca uyluğun fleksiyon ve iç rotasyonuna da yardımcıdır. N. Obturatorius (L2-L4) tarafından inerve edilir.

Adductor magnus: Pubik ramusun inferiorundan, tüberositas iskiadikum dan başlayarak, femurun linea asperası boyunca ilerler. Üçgen şeklindeki kasın üst kısmındaki lifler horizontal olarak ilerleyerek femurun linea asperasının üst kısmına yapışır. Alttaki lifler ise vertical olarak ilerleyerek, linea asperanın medial dudağı ile femurun suprakondiler hattına yapışır. Kasın üst kısmı uyluğa adduksiyon yaptırır. Kasın üstteki lifleri N. Obturatorius (L2-L4) tarafından; alttaki lifleri N. Tibialis (L4-S3) tarafından inerve edilir.

Obturator eksternus: İnférieur ve superior pubik ramuslardan başlayarak, kalça eklem kapsülünün arkasından geçerek, torokantarik fossada sonuçlanır. Bu kas uyluğa dış rotasyon yaptırır. N. Obturatorius'un ramus posterior'u (L3-L4) tarafından inerve edilir (33, 39).

Posterior Femoral Kaslar

Semitendinosus: Tüberositas iskiyumun medial alt kısmından başlar; dizde popliteal boşluğun medial kenarını oluşturur. Pes anseriusun bir parçası olarak tibiyanın medial yüzeyine yapışır. N. Tibialis (L4-S3) tarafından inerve edilir.

Semimembranosus: Tüberositas iskiyumdan başlar; tibiyanın medial kondilinde sonlanır. N. Tibialis (L4-S3) tarafından inerve edilir.

Biceps Femoris: Uzun başı ve kısa başı olan geniş bir kastır. Uzun başı tüberositas iskiyumdan, kısa başı ise femurun linea asperasının dış dudağından, lateral intermusküler septumdan başlar. Kısa baş ve uzun baş birlikte popliteal fossanın lateral kenarında kalın bir tendon şeklinde sonlanır. Biceps Femoris'in uzun başı N. Tibialis (L4-S3) tarafından, kısa başı ise N. Peroneus Communis (L4-S3) tarafından inerve edilir (33).

Lateral Femoral kaslar

Gluteus maximus kası: İliumun posterior gluteal hattından, sakrum ve koksisin posterior yüzünden, sakrotuberal ligamentten, gluteus medius kasının gluteal apenerozusundan başlayan geniş yüzeyel bir kastır. Süperiorunda yer alan lifler iliotibial traktusa karışır; inferiorunda yer alan lifler ise tüberositas glutea ve lateral intermusküler septumda sonlanır. Kalça ekleminin güçlü bir ekstansörüdür; ayrıca gövdedenin ekstansiyonuna da yardım eder. Süperior lifleri kalçaya abduksiyon yaptırır. Dış rotasyona da yardımcı olur. N. Gluteus Inferior (L5-S2) tarafından inerve edilir.

Gluteus medius: İliumda anterior ve posterior gluteal çizgiden başlayarak, femurdaki trokanter majore yapışır. Kasın insersiyonu trokanter majorden bir bursa yardımı ile ayrılır. N. Gluteus Süperior (L4-S1) tarafından inerve edilir.

Gluteus minimus: Gluteus mediusun altında yer alır. İliumdaki gluteal çizgilerden başlar; trokanter majorün anterosüperioruna yapışır. Gluteus medius ile birlikte çalışarak kalçayı abduksiyona ve iç rotasyona getirir. N. Gluteus Süperior (L4-S1) tarafından inerve edilir.

Tensor fascia lata: iliak krestten ve spina iliaca anterior süperiordan başlayarak, iliotibial traktusa karışarak ilerler. Uyluğun fleksiyon, abduksiyon ve iç rotasyonuna yardım eder. N. Gluteus Süperior (L4-S1) tarafından inerve edilir.

Priformis: Sakrumun birinci ve dördüncü foraminalarının önünden, pelvisten başlar; siyatik foremeden geçerek torokanter majore yapışır. Kalçanın dış rotatörüdür ve adduksiyonuna yardımcıdır. Sakral pleksüs (L5-S1, S2) tarafından inerve edilir.

Obturator internus: Obturator foremeden, koksik kemiğinden başlayarak torokanter majörün medial yüzeyinde sonlanır. Kalçanın dış rotatörüdür, bir miktar abduksiyon kapasitesi vardır. Sakral pleksüs (L5-S1) tarafından inerve edilir.

Gemellus superior ve inferior: Gemellus superior kası iskiyal spinada tendonun üst tarafından başlarken, Gemellus inferior kası, tendonun altından başlar. Sakral pleksüs (L5-S1) tarafından inerve edilir.

Quadratus femoris: Kalçanın en güçlü dış rotatörüdür. Tüberasitas iskiyumun lateral üst kenarından başlar; femurun intertorokanterik kristasına kadar ilerler. N. Musculi Quadratus Femoris (L5-S1) tarafından inerve edilir (33, 39).

2.2. Diz Eklemine Biomekaniği

Diz eklemi, menteşe (ginglimus) tipi bir eklem olmasına rağmen, sagittal düzlem transvers eksen etrafındaki fleksiyon ve ekstansiyon hareketine ek olarak, frontal düzlemde, pasif olarak gerçekleşen abduksiyon ve addüksiyon hareketi, medial ve lateral düzlemde ise az miktarda iç ve dış rotasyon hareketi (dizin fleksiyon-ekstansiyon hareketi sırasındaki tibianın iç ve dış rotasyonu) yapar. Diz eklemine fleksiyon-ekstansiyon hareketine, horizontal düzlemde ve vertikal eksen etrafında gerçekleşen kayma ve rotasyon hareketi de eşlik eder. Dizin sagittal planda yaptığı fleksiyon-ekstansiyon hareketi çok merkezlidir. Diz fleksiyonda iken, tibianın kondilleri femoral kondil üzerinde kayma ve yuvarlanma hareketi gerçekleştirir. Tam diz ekstansiyonundan fleksiyona doğru giderken yuvarlanma ile başlayan harekete kayma hareketi de eşlik eder. Fleksiyon hareketi sırasında, kayma ve yuvarlanma hareketi ile femur kondillerinin tibia ile temas noktaları arkaya doğru yer değiştirmiş olur. Bu kayma ve yuvarlanma hareketlerinin kombinasyonuna “femoral roll-back” adı verilir. Diz eklemine fleksiyon açısı arttıkça yuvarlanma hareketi azalır; kayma hareketi ön plana çıkar. Femoral roll-back, diz eklemine fleksiyon açısını artırır (45).

Diz eklemine katkı sağlayan eklemler, tibiofemoral ve patella femoral eklemlerdir. Tibiofemoral eklem 130°-140° diz fleksiyon hareketine izin verirken, 5° diz ekstansiyon hareketine, minimal derecede internal ve eksternal

rotasyon hareketine izin verir. Diz eklemi kalça fleksiyonda iken 140° kalça ekstansiyonda iken 125° kadar aktif fleksiyon hareketi gerçekleştirir (44).

Medial ve lateral kondillerdeki asimetrik yapı nedeniyle, diz eklemının fleksiyon ve ekstansiyon hareketleri sırasında lateral kondilde, medial kondilden daha fazla yuvarlanma hareketi gerçekleşir. Bu asimetriden dolayı diz eklemının laterali daha önce ekstansiyona gelir. Ekstansiyon sonundaki femurun iç, tibianın dış rotasyonuna “screw-home” (vida-yuva) hareketi denir. Çapraz bağların yokluğunda bu hareket görülmez (46).

Dizin hareketleri sırasında temas noktaları yer değiştirirken menisküslerde bu hareketi takip eder. Fleksiyon hareketi sırasında kassal aktivenin de desteği ile menisküsler posteriora doğru yer değiştirir. Medial menisküsün lateral menisküse göre yer değiştirmesi daha fazladır (47). (Anatomi kısmında ayrıntılı anlatılmıştır)

Diz eklemının hareketleri sırasında patellafemoral eklem de önemli bir rol oynar ve tibiofemoral eklemi aşırı yüklenmelerden korur. Patella, kuadriseps femoris kasının kuvvetini tibiaya aktarır. Fleksiyon ve ekstansiyon hareketi sırasında patella da vertikal olarak yer değiştirir (48).

Patellanın eklem yüzeyi ile femurun eklem yüzeyi arasındaki uyumsuzluk nedeni ile patellafemoral eklem yüzeylerinin hepsi aynı anda femur ile temas etmez. Diz ekstansiyondan fleksiyona gelirken, patella vertikal olarak aşağıya doğru hareket eder. Patella, diz tam fleksiyonda iken troklear oluk içine yerleşir. Patellaya, kuadriseps femoris kasının uyguladığı güç (QF kas kuvveti), pateller tendonunun gerilme kuvveti ve patellofemoral yüzeydeki bir çok baskılayıcı kuvvetler (vücut ağırlığı) etki eder. QF kas kuvveti ve vücut ağırlığı, patellafemoral eklem üzerinde önemli bir kuvvet oluşturur. Diz fleksiyonu arttıkça, QF kas kuvveti artar; bu da patellafemoral eklem üzerine gelen güçleri yani patellafemoral eklem reaksiyon güçlerini (PFERG) artırır. Patella, dizin tam ekstansiyonundan 20° lik fleksiyonuna kadar troklea ile hiç temas etmez. 20° diz fleksiyonundan sonra troklear oluk ile temas başlar; diz fleksiyon açısının arttığı çömelme, merdiven inme ve çıkma gibi aktivitelerde PFERG artar. Fleksiyon hareketinin derecesinin artması ile patellofemoral eklem üzerine gelen bu güçler artar. 60° - 90° fleksiyonda patellofemoral eklem üzerine gelen kompresif kuvvetler en yüksek düzeyde iken, dizin tam ekstansiyonunda en azdır (44, 48).

Diz eklemine hareketleri boyunca stabilite, bağların değişik derecedeki gerginliği ve kassal aktivasyon ile sağlanır. Diz ekstansiyon pozisyonunda iken, kollateral bağlar, ön çarpaz bağın posterolateral bandı ve arka çarpaz bağın posteromedial bandı gergindir. Dizin fleksiyona gelmesi ile birlikte, önce lateral kollateral bağlar gevşer. Medial kollateral bağın yüzeyel lifleri, ön çarpaz bağın anteromedial ve arka çarpaz bağın anterolateral bandı gerilir. Çarpaz bağların gerginliği, tibianın ön arka translasyonuna engel olarak dizin stabilizasyonunu sağlar. Patella da diz eklemi fleksiyona doğru giderken laterale ve süperiora doğru yer değiştirme eğilimindedir. Patellanın stabilizasyonu primer olarak medial patellafemoral ligament ve vastus medialis obliquus tarafından sağlanır (33).

Alt ekstremitenin dizilimini ve diz eklemine binen yüklenmeleri değerlendirmek amacı ile kullanılan bazı ölçüm yöntemleri vardır. Dizde Valgite Açı Ölçümü ve Quadriceps Açı Ölçümü (Q açısı) sıklıkla kullanılan iki ölçüm yöntemidir (44).

Femur, frontal düzlem üzerinde proksimalden distale, abduksiyondan adduksiyona doğru ilerlerken, tibia kemiği ise vertikal olarak ilerler; bu durum femur ile tibia arasında “*Valgite Açısını*” oluşturur. Bu açı, Femurun anatomik eksenini ile tibianın anatomik eksenini etrafında açıklığı laterale bakan 171°lik açıdır. Bu açının arttığı durumlarda dizde varus deformitesi, azaldığı durumlarda ise dizde valgus deformitesi oluşur. Her iki durumda da diz eklemine binen yüklenmeler artar.

Q açısı ise, spina iliaca anterior süperiordan patellanın orta noktasına çizilen bir hat ile, patellanın orta noktasından tibial tüberküle doğru çizilen bir hat arasındaki açıdır. Bu açı, kadınlarda biraz daha fazla olmak üzere 10°-17° arasında değişir. Bu açıda artış olduğu durumlarda diz eklemine genu valgum, normal değerlerin altına düşerse genu varum görülür. Bu açı normal değerlerin üzerinde olduğunda, patella laterale doğru yer değiştirme eğilimindedir (44).

2.3. Diz Osteoartriti

2.3.1. Terminoloji

Diz osteoartriti (OA), yıllarca yaşlanmanın doğal seyri, beklenen bir yaşlanma bileşeni olarak düşünülmüş ve dejeneratif eklem hastalıkları kategorisinde incelenmiştir. Günümüzde ortalama yaşam süresinin tüm toplumlarda uzaması,

yaşlanan dünyada morbiditeyi azaltma ve yaşam kalitesini artırma eğilimi, osteoartrite neden olan faktörleri anlamamızda ilerlemeye neden olmuştur. Sürekli gelişen bilim, OA'da eklem harabiyetinin altında yatan patofizyolojik mekanizmaların daha iyi anlaşılmasına ve OA'nın ilerlemesini durdurmak için farklı tedavi yöntemleri geliştirilmesine yol açmıştır. OA, eklem kıkırdağında ve subkondral kemikte yapım ve yıkım dengesinin bozulduğu, çok sayıda doku değişikliklerinin, mekanik yaralanmaların ve genetik hasarların sebep olduğu ilerleyici kronik bir problemdir (40).

2.3.2. Etyoloji

OA, yaşla birlikte görülme sıklığı artan bir kas-iskelet sistem hastalığıdır. Primer osteoartrit özellikle yaşlı popülasyonda görülür; bu nedenle 45 yaşın altında şiddetli OA görülmesi nadirdir ve genellikle altta yatan başka bir patolojiye veya travmaya bağlı sekonder olarak gelişen dejeneratif artrit tarzındadır. Erken evre OA ile ilgili yapılmış olan çalışmalara bakıldığında, hastaların yaş ortalamasının 55-60 yıl arasında olduğu görülmektedir (3, 49-51). Kadınlarda ve erkeklerde görülen OA prevalansı, yaşla birlikte kadınların aleyhine kaymaktadır. Özellikle 50 yaş üzerinde hormonal değişikliklere bağlı olarak diz OA prevalansı kadınlarda, erkeklere oranla daha fazla görülmektedir. Kadın hastalarda hissedilen ağrı ve semptomların da erkeklere oranla daha fazla olduğu bildirilmektedir (3, 49, 51, 52).

Osteoartrit hem küçük, hem de büyük eklemleri etkileyebilir; ancak ağırlık taşıyan kalça ve diz eklemi gibi eklemlerde görülme sıklığı daha fazladır. Bu eklemlerin dışında osteoartrit için en yüksek prevalans, servikal omurga, lumbal omurga ve distal interfalangeal eklemlerdir (3, 49).

2.3.3. Risk Faktörleri

OA'ya sebep olan faktörler kesin olarak bilinmemekle birlikte, yaş, obezite, sigara kullanımı, cinsiyet, önceden geçirilmiş cerrahiler veya travma, genetik faktörler başlıca risk faktörlerindedir (49). Diz OA'lı hastalardaki yüksek vücut kitle indeksi, diz eklemine binen yükleri ve OA'nın ilerlemesini artıran önemli etkenlerden birisidir; bu nedenle yüksek vücut kitle indeksi ve obezite OA insidansını artırmaktadır (53). OA, metabolik, genetik, beslenme ve çevresel faktörlerden de etkilenmektedir.

Kıkırdak dokunun ekstrasellüler matriksinin yapısını oluşturan proteoglikan ve kollajen sentezinin kaliteli olmaması, ekstrasellüler matriksin yapısında bulunan hyalüronik asit, kondroitin sülfat, glikozaminoglikan gibi kıkırdak dokuya esneklik ve şok absorban özellik kazandıran bir takım maddelerin azalması da, OA'yı etkileyen biyolojik faktörlerdendir (38). Östrojen hormonunun kıkırdak doku üzerinde koruyucu etkisinin olduğu, bu nedenle 55 yaşın üzerindeki kadın cinsiyet de, risk faktörü olarak kabul edilmektedir (49, 52).

Sekonder OA için ise, daha çok çevresel etkenler risk oluşturmaktadır. Eklemi içeren cerrahi operasyonlar, geçirilmiş kırık veya şiddetli travma OA'ya sebep olabilecek risk faktörlerindedir. Tekrarlayan mikro travmalar da, kıkırdak direncinde azalmaya ve dejenerasyonda artmaya neden olur (4, 40).

2.3.4. Patogenez

OA gelişimi öncelikle eklem kıkırdağında görülen değişikliklerle başlar ve kıkırdağın su içeriğinde azalma olur. Eklem içindeki proteoglikan ve keratin sülfat seviyeleri azalır. Bu da, proteoglikanlarda azalmaya ve suyun geçirgenliğinde artışa neden olur. Elastikiyet kaybı ve suyun daha fazla geçirgenliği, yüksek kondrosit stresine ve yıkıcı enzimlere daha fazla maruz kalmaya neden olur. Kıkırdağın su içeriğinin azalması ve yük dağılımındaki eşitsizlik veya değişiklikler sonucu kıkırdakta dejenerasyon başlar. Kıkırdaktaki dejenerasyon arttıkça, kıkırdak doku içinde vertikal fissurlar oluşur. Bu durum devam ettikçe eklem kıkırdağındaki fissurlar artar ve kıkırdak doku yüzeyindeki düzensizlikler daha da derinleşir. Daha sonra kıkırdağın total kaybı gerçekleşir. Kıkırdak sıvısının azalmasına ve dejenerasyonuna bağlı olarak eklem bir veya iki kompartmanında eklem aralığında daralma olur (5, 40, 54). Bu bileşenlerin konsantrasyonlarındaki değişiklikler, olgunlaşmamış kıkırdak bileşimini andıran kıkırdağa neden olur. Subkondral osteoblastlar, kemik oluşumunu artırır; bu durum kıkırdak altında daha sert ve daha az uyumlu kemikleşmeye (subkondral skleroz) yol açar. OA'nın belirgin işaretleri olan subkondral skleroz, kemik uçlarında yeni kemik formasyonu (osteofitik çıkıntılar) ve subkondral kistler görülür. Subkondral kistler, eklemdeki basıncı eşitlemek amacıyla vücut tarafından oluşturulur. Ağırlık taşıma eksenine bağlı olarak tibianın medial korteksinde subkondral kemikte skleroz ve kist formasyonuna bağlı olarak kalınlaşma da olabilir

(37). Eklem çevresindeki yumuşak dokular da bu durumdan etkilenir. Synoviumdaki inflamatuvar sızıntılar, kas spazmına, ligamentlerde gevşemeye ve kaslarda zayıflamaya neden olur. Eklem kıkırdağındaki dejenerasyona ek olarak eklem kapsülü, synovium ve periostal sinir uçlarında da sekonder değişiklikler oluşur

Sonuç olarak, kıkırdak doku, subkondral kemik ve eklem çevresindeki yumuşak dokularda olan bu değişiklikler sonucu, hastalarda ağrı, efüzyon, eklem sertliği görülür; eklem hareket açıklığı azalır ve hareketlerde kısıtlılık olur (4, 52). İlerleyen dönemde eklemde bazı defermite ortaya çıkar. OA'nın %80'i sıklıkla dizin medial kompartmanından başlar ve varus deformitesi gözlenir. Daha az sıklıkla dizin lateral kompartmanında gözlenir ve valgus deformitesi görülür. Patellafemoral kompartman etkilenimi de eşlik edebilir. Hastaların çok küçük bir oranında patellar subluksasyon görülebilir (4, 5).

2.3.5. Klinik Bulgular ve Sınıflandırma

Osteoartrit, eklemin kıkırdak dokusunda meydana gelen değişikliklere göre sınıflandırılır. Bu sınıflama da en çok Kelgren ve Lawrence sınıflamasına göre yapılır (1, 37, 40).

Hafif etkilenimli OA (Evre 1-2), osteoartritin erken evresi olarak isimlendirilir.

Evre 1: Eklem aralığı normaldir; şüpheli osteofitler görülebilir, radyolojik olarak eklem aralığında daralma yoktur.

Evre 2: Kesin osteofitler görülür; eklem aralığında şüpheli daralma vardır.

Hafif etkilenimli OA'da radyografide görülen tek değişiklik osteofitlerdir; buna eklem aralığında olan hafif daralma da eşlik edebilir. Eklem kıkırdağında yıkım başladıktan sonra yük binen yerlerde kıkırdak dokunun düzensizliği ancak direkt grafi ile gözlemlenebilir. Kıkırdak dokunun inervasyonu olmadığı için hastalar kıkırdak dokudaki yıkımı hissetmezler. Ancak, kıkırdak doku kaybına eşlik eden subkondral kemik sklerozu, subkondral kistler, artmış kan akımı ve lokal synovial inflamasyon, hastalarda bazı semptomlar oluşturabilir.

Kıkırdak yüzeyindeki yıkım ürünlerinin snovial sıvıya salınımı snovial inflamasyona yol açar ve bu durum hastada ağrıya ve lokal efüzyona yol açar. Ancak; hastalarda sürekli devam eden herhangi bir semptom yoktur; aktivite ile artan veya dönemsel olarak artan yakınmalar vardır. İleri evre diz OA'da diz ağrısı yaygın olarak

görülürken, erken evre diz OA da sadece belli koşullar altında ortaya çıkan ağrı bulguları mevcuttur. Aktivite ile artan ağrı en belirgin semptomdur. Bu evredeki hastalara eşlik eden diğer problemler, yumuşak dokuda hassasiyeti, koruyucu kas spazmı, krepitasyon, lokal efüzyon, kas zayıflıklarıdır (37). Sabahları olan veya inaktiviteden sonra sadece dakikalar süren geçici eklem sertlikleri ve eklem hareketlerinde minör kısıtlılık da olabilir. Eklem ağrısı ile radyografik özellikler arasındaki ilişki sabit değildir. Eklem yüzeyinde osteofitlerle başlayan lezyonlar ve kıkırdak hasarı ile artan lezyonlar, eklem iç dengesini bozarak eklemdeki yük dağılımını değiştirir. Bu durumu kompanse etmek için oluşan biomekanik adaptasyonlar, postural sınımlarda artmaya ve denge kaybına yol açabilir. Hastalar bir çok fonksiyonu yerine getirseler de, eklem yüklenmesi için yüksek biomekanik yeterlilik gerektiren aktivitelerde zorlanmaktadır (1, 55).

Orta etkilenimli ve şiddetli OA: Orta etkilenimli OA'da radyografide çok sayıda osteofit ve eklem aralığında 2/3 oranında daralma görülür. Kıkırdağın suyunu kaybetmesi ve dejenerasyonu sonucu eklem aralığında daralma olur; ilerleyen dönemde eklem stabilizasyonu da bozulur. Eklem stabilizasyonunu sağlamak ve eklemi korumak üzere eklem kıkırdağında veya ligamentöz bağlantılarda sekonder olarak osteofit oluşumu gerçekleşir. Kıkırdak doku kaybı, kemik kenarlarında büyüme, eşlik eden snovial inflamasyon, eklem aralığında daralma ve kemikte skleroz, hastalarda hareket tutukluğuna ve hareket kaybına yol açar. Günün sonunda artan ve istirahat ile geçen orta düzeyde veya şiddetli ağrı, eklem hareket açıklığında azalma, krepitasyon, dizde boşalma hissi ve fonksiyonlarda kısıtlılık görülür. Zaman içinde biyomekanik yetersizlik, instabilite, alt ekstremitte diziliminde bozukluk ve deformiteler ortaya çıkar (4).

Şiddetli OA'da (Evre 4), eklem kıkırdağı tamamen harabiyete uğramıştır; eklemde kemiğe- kemik temas sözkonusudur. Eklemde ileri derecede kısıtlılık, şiddetli ağrı ve fonksiyon kaybı vardır; radyografik incelemede eklem aralığını daraltan belirgin osteofitler ve kistler görülür. Bu evredeki hastalarda muhakkak bir deformite vardır (4, 5, 37).

2.3.6. Değerlendirme

Diz OA'inde tanısal yaklaşımında direkt grafiler çoğunlukla yeterli olmaktadır. Eklem aralığında daralma, osteofit oluşumu, eklem yapısındaki değişiklikler, kistik oluşumlar, ekstremitenin dizilimi hakkında bilgi verir. Anteroposterior grafi ile tibiofemoral eklem, lateral grafi ile ölçümde patellafemoral eklem değerlendirilir (37, 41).

Radyolojik değerlendirme eklem hakkında bilgi sağlarken kıkırdak doku hakkında dolaylı olarak bilgi sağlamaktadır. OA'nun progresyonu hakkında bilgi edinmek için laboratuvar testlerine de başvurulur. Tanı amaçlı kullanılan biyokimyasal belirteçler, matriks yapıları, sitokinler, proteazlardır. Kemik doku, kıkırdak doku ve synovial doku yapım ve yıkımını gösteren biokimyasal belirteçler OA'nın erken tanısı ve takibi açısından önemlidir (40).

Klinik Değerlendirme

Diz osteoartritinde tüm alt ekstremitte bir bütün olarak değerlendirilmeli ve etkilenen eklemler not edilmelidir.

Hastanın yaşı, boyu, kilosu, vücut kitle indeksi, mesleği, aktivite seviyesi ve yaptığı spor veya rekreatif hareketleri kaydedildikten sonra hikayesinde, önceki hastalıkları, aldığı tedaviler ve geçirdiği ameliyatlar, kullandığı ilaçlar ve yardımcı araç gereçler, ağrı nedenleri, ağrı şiddeti, ağrıyı artıran ve azaltan faktörler, ne kadar süredir semptomların devam ettiği sorgulanmalıdır.

Gözlemsel analizde, deformite varlığı, ekstremitede ödem ve efüzyon, şekil bozukluğu, renk değişikliği değerlendirilmelidir. Palpasyon ile, diz çevresindeki gergin doku sahaları ve palpasyon ile ağrılı olan bölgeler belirlenmelidir. Diz ekleminde özellikle iç ve dış yan bağlar, menisküsler patelellar tendonu ve quadriceps tendonu palpe edilmelidir. Sırtüstü yatış pozisyonunda iken quadriceps kas gövdesi ve kalça fleksörleri, yüzüstü yatış pozisyonunda iken diz eklem kapsülü, hamstring ve gastrosoleus kas gövdesi ve tendonları palpe edilerek ağrılı ve gergin dokular kaydedilmelidir.

Değerlendirilmesi gereken başlıca parametreler, ağrı, ödem, eklem hareket açıklığı, kas kuvveti, denge, proprioepsiyon, fonksiyonel performans olarak sıralanabilir (40, 41).

Ağrı

Hastaları kliniğe getiren en büyük yakınma nedenlerinden birisi, ağrıdır. Ağrının Şiddeti, OA'nın evresi büyüdükçe artmaktadır (56). Kıkırdak dokunun inervasyonu olmadığı için erken evre diz OA'lı hastalarda ağrının nedeni, kas ve eklem kapsülü gibi evre yumuşak dokulardan kaynaklı iken, ileri evrelerde kemik kaynaklı ağrılar görülmektedir. OA'nın evresi ilerledikçe biomekanik yetersizlik artacağından aktiviteye ağrı cevabı daha erken baŐlamaktadır. Hastalarda, ekstermitenin maladaptif postürüne bağlı olarak eklemdede daha erken yorgunluk ve ağrı belirtileri gözlenebilir (54). İleri evre OA'lı hastalarda (subkondral kemik dokuda dejenerasyon var ise) sürekli ağrı Őikayeti hissedilebilir; daha erken evrelerde ise aktivite ile artan istirahat ile azalan bir ağrı söz konusu olabilir. Ağrının aktivitede ve istirahatte değerlendirilmesi önemlidir. Hastaların en çok zorlandığı aktivitelerin belirlenip, bu aktiviteler sırasındaki ağrının da değerlendirilmesi gerekir. Uygulanan tedavi modalitesini deđiŐtireneden gece ağrısı da mutlaka sorgulanmalıdır. Ağrı kesici kullanımı ve dozajı not edilmelidir. Klinik pratikte ağrı değerlendirmesi için, Görsel Analog Skalası (GAS) kullanılır. Osteoartrit ile ilgili WOMAC ve KOOS gibi anketlerde aktivite ile ilişkili ağrı durumu sorgulanır. Basınç ile ilişkili ağrı eşiği, palpasyon yardımı ile subjektif olarak, algometre cihazı yardımı ile de objektif olarak değerlendirilebilir (40, 41, 56).

Kas Kuvveti

Kas kuvveti, dirence karşı bir kasın veya kas grubunun üretmiŐ olduğu en yüksek kasılma gücünün sayısal olarak ifade edilmesidir. Yaş arttıkça yağsız vücut kitlesi ve Tip II lifler azalmaktadır; buna bağlı olarak kas kuvveti de azalmaktadır (49, 57).

Vücut kitle indeksi, cinsiyet, dominant taraf gibi kişisel özellikler de üretilen kuvvetin miktarını etkileyebilir. Nöromusküler kas yapılarının zayıflaması, diz ekleminin stabilitesini azaltır ve yaralanmalara açık hale getirir. Bu durum özellikle yaşlanma ile daha da hızlanır. Diz OA oluŐumunda kas kuvvetinin azalması hastalığın oluŐumunda bir etken olabileceği gibi, bu durum hastalığın bir sonucu da olabilir. OA'lı hastalarda ağrı ve ödeme bağlı olarak gelişen kas inhibisyonu, bunu takip eden dönemlerde fonksiyonel yetersizliğe ve inaktiviteye yol açar ve kullanmama atrofisi

ile sonuçlanır (57, 58). Kas kuvvetinin değerlendirilmesi uygulanan kuvvet türüne göre değişkenlik gösterir. Kas kuvveti izometrik, izotonik ve izokinetik olarak değerlendirilebilir. Kas kuvvetinin değerlendirilmesinde çoğunlukla “1 Maksimum Tekrar Yöntemi” kullanılır. Tensiometre, dinamometre, spring-scale, iso-scale, bilgisayar yardımlı cihazlar (CYBEX, Baltimore Therapeutic Equipment (BTE)-Primus, Kuvvet Platformları gibi) kas kuvvet değerlendirmesinde kullanılan başlıca cihazlardandır (57, 59).

İzometrik kuvvet testleri, cable tensiometre, iso-scale, el dinamometresi veya izokinetik dinamometre gibi cihazlar aracılığı ile değerlendirilir. Kas kuvveti eklem belli bir açısında değerlendirilir ve kas tarafından cihazda oluşturulan gerilim kaydedilir (60).

İzotonik kuvvet testleri, kas kuvvetini dinamik olarak değerlendirir. Sıklıkla “Bir Maksimum Tekrar Yöntemi” kullanılır. Bu yöntemde kas kuvveti, egzersiz sırasında bir defada kaldırılan ve bir daha kaldırılamayan maksimum ağırlık performansı ölçülür. Ölçümler sırasında ağırlık eklenmesi genellikle 0.5 ve 1 kg şeklindedir (59).

İzokinetik kuvvet testleri, izokinetik dinamometre aracılığı ile yapılır. Dinamometre, test edilen ekstremitenin hareketi boyunca, ekstremitenin uyguladığı kuvvete eş değer bir kuvvet uygulamaktadır. Ekstremitenine uygulanan kuvvet arttıkça, cihaz tarafından harekete karşı oluşan direnç artar. Değerlendirme sonuçları sayısal olarak ortaya konulduğundan, tedavideki değişimi daha net bir şekilde ortaya koyar. İzole olarak kas gruplarını değerlendirme imkanı sunar. Test sırasında herhangi ağrı veya yorgunluk oluşursa üretilen kuvvet azalır; cihazın harekete olan direnci de azalır (61).

(59). Bir kas grubunun maksimum kontraksiyonu tüm normal eklem hareketi boyunca sabit hızda ölçülür. Bu sabit hız kazanıldığı zaman, izokinetik yükleme mekanizması olarak otomatik olarak uygulanan güce eşit bir kuvvet oluşturur. Ortalama kuvvet ve güç çıktıları bir bilgisayar tarafından kaydedilir. Kas kuvveti, kuvvetin döndürücü momenti olan tork olarak ölçülür. Birimi Newton-metre (Nm)'dir (57).

İzokinetik Testin Yapıldığı Durumlar

- Güç, iş ve dayanıklılık gibi dinamik performansları belirlemek,
- Yaralanmanın derecesini belirlemek ve tedavi sonrasında karşılaştırma yapmak,
- Üretilen kuvvet eğrisinin inceleyerek tanı koymak,
- Spor ile ilişkili yeteneği belirlemek,
- Sayısal veri elde etmek ve bu verilerle hastaları takip etmek.

İzokinetik Test Yapılmasının Uygun Olmadığı Durumlar

- Test yapılan ekstremiteler ile ilişkili eklemlerde subluksasyon veya dislokasyon durumları,
- Kas spazmı, ağrı ve ödemin olduğu durumlar,
- Eklem hareket açıklığında kısıtlılık olduğunda,
- Eklem çevresinde osteoporoz olduğunda,
- Kemik yapıda ya da eklemlerde bozukluk durumları,
- Cerrahi uygulamalardan hemen sonra.

İzokinetik Test Protokolü

İzokinetik testler 30-60°/s (düşük), 90-120°/s (orta), 180-300°/s (yüksek) açılarda uygulanır. Kuvvet testleri düşük hızlarda, güç ve dayanıklılık testleri ise yüksek hızlarda yapılır. Konsentrik kas kuvvetinin daha düşük hızlarda ölçülmesi uygundur. Konsentrik kasılma yeteneği, test hızının artması ile doğrusal olarak azalır.

Eksentrik kas kuvveti üretmek ise, düşük açısal hızlarda daha zordur. Eksentrik kuvvet testlerinin yüksek açısal hızlarda yapılması uygundur. Düşük hızlarda (örneğin 60°/s) az tekrarlı (5-6 tekrar), yüksek hızlarda (örneğin 180°/s) daha fazla tekrarlı (20-25 tekrar) eğitim yapılır (57, 61). Düşük hızlar kas kuvveti, yüksek hızlar ise kassal endurans hakkında fikir verir.

Propriosepsiyon

Proprioseptif sistemin temeli, duyu ve motor sistemin koordineli bir şekilde çalışmasını sağlamaktır. Proprioseptif sistem ile vizüel, vestibüler ve somatosensöriyel sistemlerden gelen uyarılar merkezi sinir sisteminde düzenlenerek

kasın tonusu ayarlanır; hareketler sırasında eklem stabilitesi sağlanır; hareketlerin düzgün ve koordine olması sağlanır; eklem pozisyonu ayarlanır; eklem üzerine gelen aşırı yükler tespit edilerek gerekli düzenlemeler yapılır. Kas ve tendonlarda yer alan reseptörler, eklem pozisyonu, hareketin hissini (kinestezi) ve eklem üzerine gelen yüklerin bilgisini spinal kord ve ekstrapiramidal yollara taşır ve oradan da serebral kortekse iletir. Serebral korteks, afferent proprioseptif duyu aracılığı ile gelen bu bilgi sayesinde en uygun effectör cevabı açığa çıkarır.

Kas iskelet sistemi yaralanmaları ağrı, ödem, kas spazmı ve yorgunluk gibi problemlere yol açar. Kas iskelet sisteminin yol açtığı bu problemler proprioseptif sistemin bozulmasına yol açar. Diz eklem propriosepsiyon defisiti iki yolla oluşur:

- anormal doku stresi,
- motor kontrol kaybı.

Eklem yüzeyindeki düzensizlik ve eklem aralığındaki daralma nedeni ile eklem hareketlerinin ağrılı, kısıtlı ve yumuşak doku üzerine anormal yük vererek gerçekleşmesi sonucu, diz OA'da proprioseptif kayıp görülür (62, 63).

Propriosepsiyonun klinik olarak değerlendirilmesi, eklem pozisyon hissini, kinestezinin, basınç hissini ve vibrasyon hissini ölçülmesi ile mümkün olur. Bu ölçümler çoğunlukla bilgisayar destekli ekipmanlar ile mümkün olur. Propriosepsiyonun klinik olarak değerlendirilmesinde bilgisayar destekli ekipmanlara ek olarak klinikte gonyometre, inklinometre, basınç sensörü, lazer pointer gibi ekipmanlar da kullanılır (64).

Literatürde eklem pozisyon hissi ölçümünde eklem hareketin yönünün tahmini, eklem pozisyonunun yeniden konumlandırılması ve eklem aktif hareketinin ayrımının yapılabilmesi olmak üzere üç farklı ölçüm yöntemi vardır. Bu yöntemlerde testin tekrar sayısı, başlangıç açısı, hedef açısı, aktif ya da pasif hareket tekrar sayısı, açık kinetik veya kapalı kinetik zincir mi yapılması gerektiği yayınlarda değişkenlik göstermektedir (65). Eklem pozisyon hissini değerlendirilmesi, ekstremitenin belirlenmiş özel bir açıya doğru hareket etmesi ve görsel geri bildirim olmadan, hastanın belirlenen özel açıyı bulması ile gerçekleşir. Hastanın eklemine yerleştirdiği açı ile hedef açı arasındaki fark hesaplanarak, sapma açısı bulunur. Patolojik durumlarda eklem pozisyon hissindeki sapma açısı yüksek derecelerde bulunur.

Kinestezi testi çok düşük açısal hızlarla kişinin pasif hareketi belirleyebilme yeteneğini ölçer. Önerilen açısal hız 0.5-2 derece/sn arasındadır. Bu testte özellikle Ruffini ve Golgi Tendon Reseptörleri test edilir. Test, diz fleksiyonu ve ekstansiyonu sırasında yapılır. Proprioepsiyon değerlendirmesinde vibrasyon duyusunu test etmek de önemlidir; çünkü vibrasyon duyusu yaralanma sonrası ilk kaybolan duydur. Vibrasyon genellikle 128 ya da 250 Hz' lik bir diyapazom ile değerlendirilir. Cihaz eklem üzerinde derialtı dokusu olan bir bölgeye basınçlı bir şekilde uyarılır. Uygulama yaparken hastadan ne zaman vibrasyon duyusunu hissedemediği sorulur ve algılanan vibrasyon süresi kaydedilir (65, 66).

Denge

Denge, bir insanın belirli görevler sırasında (yürüme, koşma, oturma vb.) vücut segmentlerini kontrol ederek uygun duruşu elde edebilme yeteneğidir. Denge spinal refleks, postural cevaplar ve duysal integrasyon gibi çok sayıda komponentin düzenli çalışması sayesinde sağlanır. Yaşlanma ile birlikte veya hastalık durumunda nöral yapıların ve/veya kas iskelet sisteminin dejenerasyonuna bağlı olarak denge kontrolünde değişiklikler oluşur (67). Özellikle ağırlık taşıyan eklemlerin etkilenimine bağlı olarak hastalarda düşme riski görülür. Diz OA'da evresi ilerledikçe hastanın denge kaybında da artış görülür (51, 67, 68). Diz OA'da dengenin değerlendirilmesi çeşitli cihazlar veya testler yardımı ile gerçekleştirilir. Dengenin değerlendirilmesinde en çok kullanılan cihazlar, bilgisayar destekli gövde salınımlarını ölçen denge sistemleri, kuvvet platformu ve bilgisayar destekli dinamik postürografi cihazları gibi cihazlardır. Ayrıca, Süreli Kalk Yürü Testi, Otur-Kalk Testi, Fonksiyonel Uzanma Testi gibi fonksiyona dayalı olarak dengeyi değerlendiren testler de kullanılır (68-71).

Fonksiyonel Performans

OA'nın evresine ve hastanın semptomlarına göre başarılı fonksiyonlar farklılık göstermektedir. Erken evrelerde sadece eklem yük bindiren, biomekanik olarak eklemi zorlayan aktiviteler sırasında zorluk yaşanırken; ilerleyen evrelerde eklem tüm hareketlerinde daha yüksek şiddette ağrı olur ve eklem hareketlerinde kısıtlılık görülür (7, 48). Hastalığın tüm evrelerinde eklem uygun fonksiyonel değerlendirme yapılması önemlidir. Diz OA'lı hastalarda en çok zorlanılan

aktivitelerin başında merdiven inme çıkma, çömelme ve yürüme aktivitesi gelmektedir (72, 73). Bu yüzden 6 Dakikalık Yürüme Testi, Otur-Kalk Testi, Süreli Kalk Yürü Testi ve Basamak Tırmanma Testi literatürde önerilen performans testleri arasındadır (74).

2.4. Diz Osteoartritinin Tedavisi

OA'nın mutlak tedavisi yoktur; OA'da ortaya çıkan semptomlara yönelik tedavi uygulamaları mevcuttur (73). OA tedavisindeki temel amaç, ağrıyı azaltmak, eklem hareket açıklığını veya mobilitayı artırmak ve hastayı eski fonksiyonlarına geri döndürerek ortaya çıkabilecek yetersizliği gidermektir. Hastalığın tedavisinde ve gelişiminde rol oynayan mekanik ve çevresel faktörler ile kıkırdak beslenmesi ile ilgili durum göz önünde bulundurularak tedavi seçenekleri planlanır. OA'nın evresine ve hastanın klinik semptomlarına göre, cerrahi veya cerrahi olmayan tedavi (konservatif tedavi) seçenekleri düşünülebilir. Cerrahi tedavi, artroplasti uygulamaları ve artroplasti dışı tedavi seçenekleri olarak iki başlık altında incelenebilir (14, 75).

2.4.1. Farmakolojik Tedavi

Oral analjezikler, nonsteroid anti-inflamatuvar ilaçlar (NSAID) kullanılır. NSAI ilaçlar inflamasyonu azaltır; ancak gastrointestinal sistem problemleri, renal hasar, kardiovasküler limitlenme gibi yan etkileri de bulunur. Uzun dönem kullanımda, orta şiddetli oa da analjezik kullanımının etkileri limitlidir. OA'da standart eklem içi farmakolojik uygulamalar, kortikosteroid ve hiyaluronik asit enjeksiyonlarını içerir (76, 77). Eklem içi uygulamalar inflamasyon sahasına odaklandığı için yan etkileri daha azdır. Son zamanlarda plazmadan zengin protein enjeksiyonu tedavisi de OA tedavisinde önerilmektedir. Çok sayıda anabolik ve anti-inflamatuvar sitokinler OA'nın erken fazlarında PRP de enflamasyonu azaltabilir (78).

Hastalığın tedavisinde ve gelişiminde rol oynayan mekanik ve çevresel faktörler ile kıkırdak beslenmesi ile ilgili durum göz önünde bulundurularak tedavi seçenekleri planlanır. OA tedavisindeki temel amaç, ağrı ile baş edebilmek ve eklem hareket açıklığını artırmak ve hastayı eski fonksiyonlarına geri döndürerek ortaya çıkabilecek yetersizliği gidermektir. OA'nın evresine ve hastanın klinik semptomlarına göre, cerrahi veya cerrahi olmayan tedavi seçenekleri düşünülebilir.

Cerrahi tedavi, artroplasti uygulamaları ve artroplasti dışı tedavi seçenekleri olarak iki başlık altında incelenebilir (5, 40).

2.4.2. Artroskopik Tedavi

Artroskopik tedavi, kıkırdakta minimal düzeyde dejeneratif değişikliği olan, konservatif tedaviye cevap vermeyen, ekleminde instabilitesi ve dizilim bozukluğu olmayan hastalarda sinovite yol açan mekanik irritasyonun ortadan kaldırılması amacı ile kullanılan bir yöntemdir. Diz OA'da artroskopik debridman ve lavaj (yıkama), hastaların semptomlarını azaltır. En önemli avantajı, minimal morbitideye sahip olması ve komplikasyon oranının çok düşük olmasıdır. Artroskopi sırasında eklem lavajı (yıkama), osteofitlerin alınması, sinovektomi, bozulmuş kıkırdak dokunun traşlanması, mikrokirik yöntemi ile subkondral kemiğin uyarılması ve kıkırdak doku üretiminin stimüle edilmesi, endikasyon varsa lateral gevşetme gibi işlemler, başlıca yapılan uygulamalardandır (79, 80).

2.4.3. Yüksek Tibial Osteotomi

Osteoartrit çoğunlukla diz ekleminin medialinden başladığı için (5) yüksek tibial osteotomi medial diz osteoartritinin tedavisinde geçmişten günümüze kadar oldukça sık uygulanan ve hala güncelliğini koruyan bir cerrahi yöntemdir. Yöntemin amacı, medial gonartroz sonucu ekstremitenin medial diziliminde olan deviasyonu (varus deformitesi) düzeltmektir. Bu işlem ile yük dağılımı lateral kompartmana kaydırılarak varus deformitesi düzeltilir; böylelikle uzun vadede etkili sonuçlar almak hedeflenir (75).

2.4.4. Artroplasti Uygulamaları

Konservatif yöntemlerle ağrı ve diğer semptomların azaltılamadığı ve fonksiyonel limitasyonun giderek arttığı şiddetli OA tanılı hastalarda eklem replasman cerrahisi önerilir. Artroplasti uygulamalarında, değiştirilen kompartmana göre total veya unikompartmantal; fiksasyon tipine göre sementli veya biyolojik fiksasyon; arka çapraz bağı koruma durumuna göre kısıtlayıcı veya kısıtlayıcı olmayan yaklaşımlar mevcuttur. OA'nın şiddeti, diğer yumuşak dokuların durumu, hastanın yaşı dikkate alınarak en uygun yöntem ortopedist tarafından seçilir. Artroplasti uygulamaları ile

OA'lı hastaların ağrılarında azalma, fonksiyonel performanslarında, dengelerinde ve yaşam kalitelerinde artış görülür (81).

2.4.5. Konservatif Tedavi

Konservatif tedavide, farmakolojik tedavi ve fizyoterapi ve rehabilitasyon uygulamaları kullanılır. Konservatif tedavide farmakolojik yöntemlerin yanısıra, farmakolojik olmayan yöntemler de yer almaktadır. Çeşitli fizyoterapi ve rehabilitasyon uygulamaları, kilo kaybedilmesi hasta eğitimi, yardımcı cihaz kullanımı, ayakkabı modifikasyonu, GYA'nın düzenlenmesi olarak sıralanır(21, 75, 82).

2.4.6. Farmakolojik Tedavi

Farmakolojik tedavinin bir diğer kullanım amacı ağrıyı azaltmak ve anti-inflamatuvar etki oluşturmaktır. Bunun için oral analjezikler ve nonsteroid anti-inflamatuvar ilaçlar (NSAID) kullanılır. Semptomları azaltmak için NSAI ilaçlar oral veya eklem içi enjeksiyon yolu ile kullanılır. Ağrıyı hemen kesme özellikleri olsa da, etkileri uzun süreli değildir. NSAI ilaçlar inflamasyonu azaltır; ancak gastrointestinal sistem problemleri, renal hasar, kardiovasküler limitlenme gibi yan etkileri de bulunur. Orta şiddetli OA'lı hastalarda uzun dönem kullanımında, analjezik etkileri limitlidir.

Bunların dışında lokal kan akımını hızlandırmak amacı ile kullanılan jeller de vardır. Kullanılan jellerin içerdiği maddelere bağlı olarak uygulama yapılan bölgede yanma ve ısı hissi oluşturulabilir. Böylelikle zıt irritasyona bağlı ağrı inhibisyonu olur (75, 83).

OA'da standart eklem içi farmakolojik uygulamalar ise, kortikosteroid ve hiyaluronik asit (HA) enjeksiyonlarını içerir(79, 84). HA enjeksiyonları yaygın olarak kullanılan bir yöntemdir. HA, normalde eklem kıkırdağının katmanları arasında tüm eklem yapılarının ekstrasellüler matriksinde bulunan bir glikozaminoglikandır. OA'lı hastaların etkilenmiş olan eklemlerinde HA'nın azaldığı bulunmuştur. Bu maddenin enjeksiyonu ile, eklem şok absorban özelliğinde ve eklem kayganlığında bir miktar artış olur (54, 84). Yapılan bir çalışmada, eklem içi HA enjeksiyonunun, plasebo tedaviye göre üstün olduğu gösterilmiştir (77).

Eklem içi uygulamalar inflamasyon sahasına odaklandığı için yan etkileri daha azdır. Son zamanlarda plazmadan zengin protein (PRP) enjeksiyonu da, özellikle OA'nın erken fazlarında inflamasyonu azalttığı için tedavide önerilmektedir(85-87).

Son günlerde kırıkta hücre hasarı için kök hücre enjeksiyonları da uygulanmaktadır. Kök hücreler, kendini yenileme ve farklı dokulara dönüşebilme özelliği olan yapılardır. Transfer edildikleri dokunun yapım-onarım aktivitelerini hızlandırıp, dokunun iyileşme kapasitesini artırabilmektedirler. Osteoartritte ve romatoid artritte “kordon kanı kök hücre” kullanımı yaygındır (78, 85).

2.4.7. Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Uygulamaları

Osteoartritte fizik tedavi ve rehabilitasyon uygulamaları, eklemi korumaya yönelik tedavi edici yaklaşımlar sunar ve eklem binen streslerin azaltılmasına yardımcı olur. Fizik tedavi ve rehabilitasyon ile eklem binen yapılar (kaslar, bağlar, eklem kapsülü, yağ yastıkçıkları, sinovial sıvı vs.) gerekli müdahalelerde bulunarak ve bu yapıları koruyarak hastalığın ilerlemesini engellenir. Tedavide öncelikle eklemi korumaya yönelik önerilerde bulunulur. Etkilenmiş olan eklem binen yüklenmeleri azaltmak üzere aktivite modifikasyonu yapılır; alternatif hareketler ve kaçınılması gereken hareketler hastaya öğretilir. Kilo kontrolü ve diyet program düzenlemesi yapılır; ağrı ile başa çıkma stratejileri öğretilir. Ayrıca gevşeme, kinezyofobiyi azaltma ve pozitif düşünme, solunum kontrolü, kognitif davranışsal terapiden de yararlanır (4, 5, 83).

Fizik Tedavi Ajanları

Termal Ajanlar: Osteoartritin fizik tedavi ve rehabilitasyonunda, ağrı ile başa çıkmak, gevşeme sağlayabilmek ve eklem tutukluğunu azaltmak için termal ajanlar sıklıkla kullanılır. Osteoartritin reaktif sinovit dönemi dışında termal veya ısı ajanlarının kullanımı önerilir (88). Buna karşılık, travma veya eklemi zorlayıcı aktiviteler sonrası oluşan reaktif sinovite bağlı şişlik, ısı artışı, gece ağrısının eşlik ettiği ağrılı durumlarda ise, buz paketleri (Coldpack), buz masajı, lokal soğuk spreyley şeklindeki soğuk uygulamalar tercih edilir. Bunun dışındaki rutin uygulamalarda osteoartritle hastalara sıcak uygulama yapılmaktadır (89).

Sıcak uygulama kan akımını artırır; kas spazmını azaltır; böylelikle eklem hareket genişliğinde artış ve eklem sertliğinde azalma elde edilir. En sık tercih edilen termal ajanlar, sıcak paketler (hotpack) , parafin banyosu, sıcak su banyoları, infraruj ışınları, US ve kısa dalga diatermidir. Kaplıca tedavisi de özellikle alt ekstremitte tutulumu olan hastaların sıklıkla tercih ettiği semptomlarda azalma sağlayan bir yöntemdir (8, 89).

Elektroterapi Ajanları: Termal ajanların dışında elektroterapi uygulamaları da osteoartrit tedavisinde sıklıkla tercih edilir. Elektroterapi uygulamaları uygulama bölgesinde, elektrotermal, elektrokimyasal ve elektrofiziksel etkiler oluşturur. Seçilen akımın özelliklerine bağlı olarak uygulama bölgesinde lokal kan akımında artışa, periferik sinirlerin uyarılmasına, hücre membran permeabilitesinde artışa, derin dokularda ısınmaya, protein sentezinde artışa ve analjezik etkiye sebep olur. Diz OA'da elektroterapi ajanları, ağrıyı dindirmek, yumuşak dokuyu gevşeterek tutukluğu azalmak ve elektrik stimülasyonu gibi stülasyon yöntemleri ile kasları (özellikle Quadriceps femoris kasını) kuvvetlendirmek için kullanılır (10, 90).

Diz OA'da ağrıyı azaltmak için sıklıkla TENS (Transkuteneal Elektriksel Sinir Stimülasyonu) kullanılır. TENS'in etki mekanizması olarak, kapı kontrol teorisi, nosisöpterlerin inhibisyonu, artmış endojen opioid salınımı, eklem kıkırdağı üzerindeki potansiyel onarıcı etkisi gösterilir (9).

Kapı kontrol teorisine göre substantia geletinoza da yer alan nöronlar, hem ağrılı uyarılar, hem de yüzeyel duyu uyarıları ile uyarılır. Bu nöronlar, ağrılı bir uyarı ile uyarıldıklarında üst merkezlere giden ağrı duyusu inhibe olur. TENS uygulaması ile kalın miyelinli A Beta lifleri uyarılır ve ağrıyı ileten miyelinsiz C liflerinin uyarılması engellenir. Böylelikle ağrının üst merkezlere iletimi de bloklanmış olur (11).

Konvansiyonel TENS, akupunktur benzeri TENS, burst TENS, kısa şiddetli TENS, module TENS olmak üzere 5 değişik tipte akım veren TENS uygulaması vardır. Konvansiyonel TENS, yüksek frekanslı düşük amplitüdü (10-100Hz) TENS uygulamasıdır ve osteoartritteki kullanımı ile ilişkili üzerinde en yaygın araştırma yapılan TENS türüdür. Konvansiyonel TENS uygulaması hasta tarafından daha rahat tolere edildiği için klinik uygulamada daha sık tercih edilir. Uygulama süresi 30

dakikadır ve 10-15. dakikada analjezik etkisi başlar; ancak tedavi sonrası bu etkisi kısa süreli olur (91).

Akupunktur benzeri TENS, düşük frekanslı (1-5 Hz) yüksek amplitüdü, uzun süreli (akımın geçiş süresi 150-200 mikrosaniye) bir akım türüdür. Gözle görülebilir kas kontraksiyon yapar ve biraz rahatsızlık hissi verir. C sinir liflerini etkiler. Vücuttan beta-endorfin ve enkefalin salınımını tetikler. Tedavi süresi 30-60 dk olan bir uygulamadır. Etkisi biraz gecikebilir, ancak birkaç saat devam eder. Bu nedenle kronik ağrı üzerine olan etkisi diğer TENS türlerine göre daha iyidir.

Burst tipi TENS uygulamasında kesikli yüksek ve alçak frekanslı akımlar birbirini izler (Yüksek frekans 50-100 Hz, alçak frekans 1-10 Hz). Gözle görülür kas kontraksiyonu oluşur. 30-60 dk süre ile uygulanır. Analjezinin başlaması birkaç saati bulabilir, fakat saatlerce devam eder.

Kısa-Şiddetli TENS, yüksek frekanslı ve uzun süreli bir akım şeklidir. Frekansı 60-120 Hz, akım geçiş süresi 200 mikrosaniyedir. Yüksek frekans ve amplitüde 15-30 dk süre ile uyarı verilir. Tetanik kas kontraksiyonu oluşturur. C sinir liflerini aktif eder ve zıt irritasyon etkisi oluşturur. Analjezik etkisi hızlı başlar, çabuk kaybolur (78).

Module TENS, akomodasyon oluşumunu engellemek amacı ile akımın frekansı, uyarı süresi ve amplitüd parametrelerinde modülasyon yapılan akım çeşididir. Tetik nokta ve akupunktur noktaları üzerine uygulama yapılabilir (91, 92).

Derin Isı Ajanları: OA'da intraartiküler ve periartiküler dokuları gevşetmek, tutukluğu azaltmak amacı ile yüzeysel dokuların yanısıra derin ısı ajanları da kullanılmaktadır. Terapatik ultrason diz OA'nın konservatif tedavisinde sıklıkla kullanılan bir derin ısı ajanıdır. Terapatik ultrason farklı frekanslardaki, ses dalgalarından üretilen enerjinin kullanımını temel alan bir yöntemdir. Ses dalgaları ile birlikte yüksek frekansta mekanik vibrasyonları içerir. Bu uygulama kasları gevşetebilir, inflamasyonu azaltabilir, dokunun yenilenme kapasitesini artırabilir (91).

Ultrasonun (US) termal ve termal olmayan etkileri vardır. Enerjinin absorpsiyonu sonucunda mekanik titreşim ve ısı artışı meydana gelmektedir; bu ses enerjisi US'nun şiddetine bağlıdır. Termal olmayan etkiler, parçacıkların ileri-geri hareketleri ve osilasyonları (mekanik titreşim) ile ortaya çıkar. Dalgalar absorbe edildikleri zaman ısı etkisi oluştururlar. Ultrason, yaralanmanın subakut - kronik fazında ağrıyı ve kas spazmını azaltmak, kan akımını artırmak, metabolizmayı

artırmak, yapım ve yıkım olaylarını hızlandırarak iyileşmeyi stimüle etmek, viskoziteyi düzenlenlemek, doku elongasyonunu ve elastisiteyi sağlamak amacıyla veya adezyon ve skar dokusunu iyileştirmek amacıyla kullanılır. Ultrason, ses dalgaları üreterek dokularda basınç değişikliklerine neden olur. Bu basınç değişiklikleri dokuda mikromasaj etkisi oluşturur. Mekanik masaj etkisi, kollajen liflerin ayrılmasını ve bağ dokusunda birbirine yapışmış olan dokuların serbestleşmesini sağlar. Tedavi alanının büyüklüğüne göre uygulama süresi değişir; geniş alanlarda birim alana düşen enerji miktarı azalır. Her 10 cm² için 1 dk süre ile uygulanır. Tedavi sıklığı hastalığın seyrine göre değişir. Akut lezyonlar için günde bir veya iki defa, kronik lezyonlarda ise günde bir veya gün aşırı olmak üzere 12-15 seans uygulanabilir. Kesikli veya devamlı ultrason 1 W/cm² ve 1,5 W/cm² şiddetinde uygulanır (92, 93).

Elektrik Stimulasyonu: OA'da elektroterapi ajanlarının kullanımının bir diğer amacı da kasları kuvvetlendirmektir. Diz OA'nın rehabilitasyonunda, diz eklem kontrolü ve stabilizasyonu ve fonksiyonel aktiviteler sırasındaki etkin rolü nedeniyle Quadriceps Femoris (QF) kasının kuvvetlendirilmesi önerilmektedir. OA'lı hastalarda QF kası, ağrı ve ödemden kaynaklı olarak inhibisyona uğrayabilir; aktivite kısıtlanmasına bağlı olarak QF kasında atrofi gelişebilir; biomekanik değişikliklerden kaynaklı olarak QF kasının aktivasyonu değişebilir ve bu rolü diğer kaslarla kompanse edilmeye çalışılabilir. QF kasının reedükasyonu için Rus Akımları ve Fonksiyonel Elektriksel Stimülasyon (FES) sıklıkla tercih edilen uygulamalardır. Bu akımlar, periferik sinirleri uyararak kasta kontraksiyon meydana getirir. Rus Akımları, 2500 Hz frekansa sahip alternatif akımlardır. Bir seansta maksimum kasılmanın %50'sini sağlayan bir amplitüd ile kasa ortalama 10-15 kasılma yaptırır. Kas yorgunluğunu önlemek için kasılma süresi dinlenme süresinin 1/3 'ü kadar olmalıdır (10, 90).

Fonksiyonel Elektriksel Stimülasyonu (FES), yürüme ve ayakta durma gibi fonksiyonel hareketlerin stimülasyonu için kullanılır. FES sistemi vücut hareketleri ile ilgili geribildirim algılayarak uyarının şiddet ve süresini ayarlayan bir kontrol bölümü ve kas kontraksiyonunu başlatmak için kullanılan stimülatör ve elektrotlardan oluşur. Alt ekstremitte uygulamalarında tek kanallı, çift kanallı veya çok kanallı uygulamalar yapılabilir (91, 92).

Masaj ve Manuel Tedavi Yöntemleri

Osteoartritte hareket bozukluğunu gidermek, semptomları azaltmak amacı ile masaj ve manuel terapi uygulamaları kullanılmaktadır. Farklı tiplerde masaj ve manuel terapi uygulamaları vardır. OA'da ağrılı ve gergin olan yumuşak dokuya yönelik klasik masaj ve yumuşak doku tekniklerinin (fonksiyon masajı, myofasial germe, friksiyon) uygulanması, kasların gevşemesine, eklemdeki tutukluğun azalmasına, hareket açıklığının artmasına, ağrının azalmasına, doku beslenmesi ve metabolik aktivitenin artışına yol açar (75). Klinik uygulamada manuel terapiden manipulasyon teknikleri yerine pasif veya hareketli eklem mobilizasyon teknikleri tercih edilir ve hasta tarafından daha rahat tolere edilir. OA'da manuel terapinin hedefi, intraartiküler ve periartiküler dokuların hareketliliğini artırarak tutukluğu ve hareket kısıtlılığını azaltmaktır. Ayrıca manuel terapinin nosiseptif sistem üzerinde ve ağrı yolları üzerindeki düzenleyici etkisinden faydalanarak ağrıyı azaltmayı hedefler. Manuel terapi uygulamalarının diz OA'lı hastalarda ağrıyı azalttığı gösterilmiştir; ancak bu etkilerin kısa dönem olduğu bildirilmiştir (12). Bu nedenle manuel terapi uygulamalarının egzersizle kombine bir şekilde uygulanması önerilmektedir (12, 94).

Ortez Yardımcı Cihaz

Ortez uygulaması, özellikle alt ekstremitede görülen osteoartritli hastalarda çok kullanılan ve eksternal destek sağlayan cihazlardır. Dizde OA'ı olan hastalar için istirahat ortezleri, destekleyici dizlikler, dizdeki yüklenmeyi azaltan dizlikler, eklemi immobilize eden dizlikler ve dinamik, düzeltici ve fonksiyonel etkisi olan ortezler vardır. İstirahat ortezleri ve dizlikler elastik yapıdadırlar. Tibiofemoral stabilizasyonu ve patellar dizilimi düzenlerler. Yüklenmeyi azaltıcı dizlikler eklem yüzeyindeki kompresif yüklenmeleri ve yük dağılımını azaltmak amacı ile kullanılırlar. Düzetici, destekleyici dizlikler osteoartritin dizdeki yerleşimine göre diz eklemine varus veya valgus pozisyonuna alır. Dizi valgusta pozisyonlayan dizlikler semptomatik medial tibio-femoral OA'da kullanılır. Kısa süreli olarak ağrı da azalma ve fonksiyonlarda düzelme sağlar. Medial tibiofemoral OA'da hastanın ayağı değerlendirilerek lateral kama kullanımı da önerilebilir. OA'da dizlik kullanımının lokal ısınmaya bağlı olarak antalgik etkisi vardır. Ortez kullanımını hem sağlık profesyonellerine, hem de hastaya

güven verir; ancak optimal kullanım süresi ile ilgili bir fikirbirliği yoktur. Genel olarak ortez kullanımını ağrıyı azaltır, yaşam kalitesini yükseltir, fonksiyonu geliştirir (82).

Hasta Eğitimi

Kronik hastalıklarda hastanın rehabilitasyon ekibinin bir parçası olması büyük önem taşımaktadır. OA'lı hastalara konservatif ve farmakolojik yöntemler semptomlarda uzun vadede, kesin çözümler sunmamaktadır. Bu nedenle hastaların, hastalıkları hakkında bilgilendirilmeleri, eklem koruma stratejilerini ve ağrı ile başa çıkma stratejilerini öğrenmesi önemlidir. OA'lı hastalara bu hastalığın kronik olduğu ve eklemlerini zorlayıcı aktiviteler sonrası semptomlarının artabileceği; bu nedenle diz bükme, çömelme, merdiven inip çıkma, eğimli zeminlerde yürüme, uzun süre ayakta kalma gibi eklemi zorlayacak aktivitelerden kaçınmaları gerektiği anlatılmalıdır. Eklemi koruma amaçlı baston önerisinde bulunabilir. Hastalar uygun ayakkabı seçimi konusunda bilgilendirilmeli; yumuşak tabanlı, ortalama 3 cm kadar topuğu olan ortopedik ayakkabı kullanımı önerilmelidir. Hava değişimleri nedeni ile eklemlerde oluşabilecek tutukluklar konusunda hasta bilgilendirilmeli; semptomları rahatlatmak amacıyla hastalara evlerinde lokal sıcak uygulama yapabilecekleri bildirilmelidir. OA'lı hastalarda fiziksel aktivite önemlidir; bu konuda da hastalara bu bilinç kazandırılmalıdır. Yürüyüş, yüzme, pilates, yoga gibi fiziksel aktivite programları hastanın uzun vadede semptomlarını azaltır, genel iyilik halini artırır (72, 75).

Egzersiz

OA'da egzersiz konservatif tedavinin bir parçasıdır ve klinikte sıklıkla önerilir. Egzersiz programı, hastanın yaşına, tutulan eklem sayısına, radyografik değerlendirmeye, dejenerasyonun derecesine ve hastalığın şiddetine, ağrının yoğunluğuna, fonksiyonel seviyeye ve eşlik eden hastalıklara göre planlanır. Bu nedenle egzersiz reçetesi, hastaya özgü veya bireyseldir. Literatürde çok çeşitli egzersiz programları vardır. OA'lı hastalarda kasları kuvvetlendirmek, eklem hareket açıklığını artırmak, kardiovasküler ve aerobik endüransı artırmak ve dengeyi geliştirmek için çeşitli izotonik, izometrik ve izokinetik egzersiz uygulamaları vardır. Aslında her üç egzersiz methodu da kasların kuvvetlendirilmesini hedefler. Egzersizler ağırlık aktararak veya ağırlık aktarmadan uygulanabilir ve bunun için karada veya suda

çeşitli egzersizler verilebilir. Ayrıca, açık veya kapalı kinetik zincir egzersizlerini içeren bir program da verilebilir (21).

Klasik (Genel) Egzersiz Tedavisi: Klasik egzersiz programlarında eklem hareket açıklığı ve kuvvetlendirme egzersizleri yer almaktadır. OA'lı hastalar için kuvvetlendirme egzersizleri sıklıkla önerilen egzersiz tipi olmasına rağmen, en etkili egzersiz tipi ile ilgili kesin bir görüş yoktur. Diz OA için kuvvetlendirme egzersiz programları özellikle quadriceps kasına veya quadriceps ile birlikte diğer alt ekstremitte kaslarına odaklanır (16).

Germe ve esneklik egzersizleri: OA ile azalmış olan eklem hareket açıklığını, eklem yakınındaki ve kaslardaki periartiküler yumuşak doku kontraktürleri eklem hareket açıklığının azalmasına katkı sağlar. Germe ve esneklik egzersizleri tek başına uygulanmaz; bütün bir egzersiz uygulamasının parçasıdır (16, 20, 21, 26).

İzometrik egzersizler: Kasta en fazla kuvvet artışı sağlayan egzersiz türüdür. Hareketin yapıldığı açıda kuvvet artışı sağlanır (16).

Aerobik egzersizler: Maksimum eforun %60'ından daha azıyla ve çok tekrarlı olarak yapılan, kasın oksidatif kapasitesini zorlayan eğitimlerdir. Bu tip eğitimler genel vücut kaslarını çalıştıracak şekilde, günde bir kez ve haftada 4-5 gün olmak üzere yapılmalıdır. Yürüyüş yapmak ve bisiklet sürmek, alt ekstremitte OA için iyi bir seçenektir. Aerobik egzersiz eğitiminin, ağrıyı ve depresif semptomları azaltma, fiziksel fonksiyonları geliştirme gibi etkileri vardır. Diyet ile kombine edilen aerobik egzersiz eğitimi kilo kaybı sağlar (16, 20).

Tai-Chi: Tai Chi egzersiz programları American College of Rheumatology tarafından önerilen egzersizlerdir. Tai-Chi egzersizleri düşük yüklemeli, yavaş ve kontrollü hareketleri içerir. Kardiovasküler uygunluğu, kasal uygunluğu ve dengeyi artırır (16).

Pilates: Pilates egzersizleri akıl-vücut bütünlüğünü sağlayarak kasların kuvvetlendirilmesini ve kasların esnekliğinin artırılmasını sağlar. Pilates eğitimi, derin bel kaslarının (Transversus Abdominus ve Multifidus kasları) aktivite sırasında ko-kontraksiyonlar ile çalışması ve spinal stabilizasyonu sağlama prensibi üzerine kurulmuştur. Bu kasların spinal sisteme olan destekleri, lumbal vertebraya yapışarak, intraabdominal basıncı artırarak ve torokolumbal fasyadaki gerilimi artırarak gerçekleşmektedir. Gövdede ve pelviste hareket olmaksızın alt abdominal parçanın

omurgaya doğru, yukarı ve içeri çekilme hareketi ile transversus abdominus kasının kontraksiyonu gerçekleşir. Kontraksiyonların öğretilmesinin ve kas kontraksiyonunun solunum ile birlikte başarılmasının ardından, artan yoğunluklardaki ekstremite hareketleri sırasında ve farklı zeminler üzerinde omurganın stabilizasyonu sağlanır ve korunur (95). OA'lı hastalarda ağrıyı azaltmak, kas kuvvetini artırmak, dengeyi geliştirmek, genel iyilik halini artırmak amacı ile pilates temelli egzersiz eğitimi kullanılabilir (96).

Dirençli Egzersiz Eğitimi: OA'nın başlangıcında ve ilerleme sürecinde kas kuvvetinde azalma ve eklem biomekaniğinde değişme görülür. Ligament sertliği, kas kuvvetinde azalma, kas aktivasyon paternlerinde değişiklik eklem kinematiğini bozar. Tibiofemoral rotasyonun azalması gibi biomekanik değişiklikler kıkırdak dokunun dejenerasyonuna zemin hazırlar. Ağrı ve yetersizlikte artış oldukça, kas kuvvetindeki azalma da artar.

Dirençli egzersiz eğitimi kas kuvvetini restore eder; kasın ateşlenme paternlerini normalleştirir. Dirençli egzersiz eğitiminin en belirgin etkilerinden birisi de kas liflerinde yaptığı hipertrofidir. Bunun için dirençli egzersiz eğitimi OA'lı hastalar için oldukça yararlıdır. Kas kuvvetinin artırılması, OA'lı hastalarda ağrıyı ve diğer semptomları azaltır; fiziksel fonksiyonları artırır; yetersizliği azaltır. Hafif ve orta şiddetli OA'da dirençli egzersiz reçetesi önerilir.

Dirençli egzersiz eğitimi, bazı yardımcı alet veya ekipman kullanımı ile gerçekleşir. Bunun için bilgisayar destekli izokinetik sistemler, egzersiz istasyonu, serbest ağırlıklar, yaylar, dumbel veya kum torbaları ve dirençli bantlar kullanılır.

Dirençli egzersiz eğitime başlamadan önce hastanın kas kuvvetinin, diz ağrısının, eklem hareket açıklığının ve kullanabileceği egzersiz ekipmanların değerlendirilmesi gerekir. Direnç yüklemesi, egzersizin tekrar sayısı, hareketin hızı, uygulama sıklığı, tedavi frekansı ayarlanarak yapılır. Daha büyük yüklenme ve daha az tekrar sayısı ile kas kuvvetinde daha fazla gelişme elde edilir. Yorgunluk başlamadan maksimum tekrar sayısından önce uygun yüklenme yapılmalıdır. İzotonik dirençli egzersiz programı ilk kez De Lorme tarafından geliştirilmiştir. Bu programda az tekrarlı yüksek dirençli egzersizler önerilir. Önce her kas grubu için 10 kez kaldırılacak maksimum ağırlık belirlenir. 1. sette 10 maksimum tekrarın %50'si 2. Sette %75'i, 3. sette %100'ü olacak şekilde ilerleme yapılır. De Lorme'nin modifiye

edilmiş hali olan Oxford yönteminde ise eğitime 10 maksimum tekrarın % 100 ü ile başlanarak, daha sonra %75'e ve %50'ye düşürülür. Bir başka izotonik egzersiz tekniği ise “bir maksimum tekrar (1 max tekrar) ” yöntemidir. Kasın izotonik kontraksiyonu takip eden 5 saniyelik izometrik kontraksiyonu başarabildiği maksimal ağırlık hesaplanarak programlanan bir eğitimidir. Araştırmalarda genellikle uygun yüklenme, bir maksimum tekrarın yüzdesi üzerinden rapor edilir. Egzersizin şiddeti de, algılanan yorgunluk skalasına göre değerlendirilir. Araştırmalarda bir maksimum tekrarın %80'i yüksek yoğunluklu; bir maksimum tekrarın %60'ı ise düşük yoğunluklu egzersiz olarak kabul edilir. Daha az ağrısı olan hastalar daha yüksek ağırlıkları tolere edebilir. Direçli egzersizlerin eğitiminin, ertesi günü yaptığı yorgunluk ve hafif kas ağrısı gibi bazı yan etkileri olabilir (15).

İzokinetik Egzersizler: Eklem hareket açıklığı boyunca eklem rotasyon hızını aynı tutarak, maksimum kas gerilimi sağlayan bir egzersiz çeşididir. Bunun için eklem bir dinamometre yardımı ile kontrol edilmesi gerekir. İzokinetik egzersiz eğitimi ile, hareketin açısal hızlarında değişiklik yapılarak konsentrik veya eksentrik egzersiz eğitimi verilebilir. OA'da izokinetik egzersiz eğitimi ile kas kuvvetinde artış, ağrı azalma ve yaşam kalitesinde artış elde edilebildiği gösterilmiştir (57). Ortopedik yaralanmalarda kullanılmak üzere izokinetik diz eğitim sistemleri geliştirilmiştir. Bu izokinetik sistemler, dizin açısal hareketi ile ilgili bilgiyi kayıt eder; quadriceps ve hamstring kas gruplarını sırası ile uyararak eklem hareket açıklığında ve kas kuvvetinde artışlar sağlar (57, 61).

Propriosepsiyon ve Denge Eğitimi: OA'lı hastalarda denge ve proprioseptif eğitim, diğer ortopedik hastalıklarda olduğu gibi çift bacak üstünden tek bacak üstüne; gözler açık pozisyondan kapalı pozisyona; stabil zeminlerden hareketli zeminlere doğru ilerleme gösterecek şekilde yapılır. Rhomberg egzersizleri, topuklar üzerinde durma, parmak ucunda durma, tek ayak üzerinde durma, geri geri yürüme, mini trombolinde zıplama gibi hafif şiddetli pliometrik egzersizler de OA'lı hastalar için önerilen denge ve propriosepsiyon egzersizlerdendir. Ancak, bu egzersizler sırasında hastanın güvenliğini sağlamak önemlidir (21, 97).

Su İçi Egzersiz Uygulamaları: Su içi egzersizler, hidroterapi ve aquaterapi egzersizleri olarak bilinir. Suyun kaldırma kuvveti sayesinde egzersizler sırasında ekleme binen yüklenmeyi azaltarak, daha rahat ve ağrısız hareket açığa çıkarılır.

Suyun mekanik etkisi cilde masaj yaparak kan akımını hızlandırır. Aynı zamanda fazla sayıda kas grubunun çalışmasına imkan tanıdığı için aerobik kapasiteyi de artırır. Karada yapılan egzersizler sırasında vücuda ve eklemlere binen yükler su içinde olmadığı ve suyun kaldırma kuvvetinden yararlandığı için, kalça ve diz OA'lı hastalarda kara egzersizlerine kıyasla su içinde egzersizler sırasında çok daha az ağrılı ve rahat olur. Bu nedenle karada ağrı nedeniyle yapılamayan veya ekleme fazla yük bindiren egzersizler su içinde rahatlıkla yapılabilir. Su içi egzersizler, denge kaybı ve yüklenmeye bağlı yaralanma riskini de azaltır. Su içi egzersiz uygulamaları obez hastalarda ve eklem ile ilişkili şiddetli semptomları olan hastalar için daha uygundur (8).

Ev Programı Temelli Eğitim: Tüm toplumlarda OA hasta popülasyonu çok fazla olduğu ve OA kronik bir hastalık olduğu için hastalara sıklıkla ev temelli egzersiz uygulamaları önerilir. OA'nın uzun dönem kontrol altında olabilmesi için ev programı ile takip edilmesi gereklidir. Gözetimli grup içi egzersiz programları ile ev programları karşılaştırıldığında fayda bakımından bir farklılık görülmemiştir. Önemli olan hastanın motivasyonu ve tedaviye katılma isteğidir. Hastaları daha kolay takip edebilmek için hastaalra egzersiz günlükleri tutturulabilir. Rutin kontrole gelemeyen hastalar ile ev ziyaretleri veya telefon ile iletişim kurulabilir (30).

Nöromüsküler Egzersiz Eğitimi: Nöromüsküler egzersiz programları, ekstremitelere üzerine ağırlık veren pozisyonlarda hareket kalitesini hedefleyen, buna ek olarak pelvis ve alt ekstremitelere dizilimini düzenleyen fonksiyonel egzersizlerdir. Sensorimotor kontrolü geliştirerek koordineli kas aktivitesi elde etmeyi amaçlar. Sensorimotor kontrolü artırmak için de fonksiyonel ve kapalı kinetik zincir egzersizleri şeklindeki egzersizler tercih edilir. Nöromüsküler egzersizler ağrıyı azaltır; kas kuvvetini de artırır; normal biyomekaniği düzenler; fonksiyonları geliştirir. OA'lı hastaların rehabilitasyonunda nöromüsküler egzersiz programları, genel kuvvetlendirme programlarına dahil edilirse etkisi artar (17, 98).

Proprioseptif Nöromüsküler Fasilitasyon (PNF) Teknikleri

Proprioseptif Nöromüsküler Fasilitasyon (PNF) teknikleri, diagonal paternlerde fonksiyonel teknikler kullanılarak nöromüsküler kontrol mekanizmalarının uyarılması ile oluşan fonksiyonel hareketler dizisidir. PNF

teknikleri hem fasilasyon hem de inhibisyon amaçlı kullanılabilir. PNF, kas stabilitesini ve kuvvetini artırır; hareketin koordinasyonu artırır; mobilitiyi artırır. PNF tekniklerinin amacı, fasilasyon, inhibisyon, kas gruplarını kuvvetlendirme veya gevşetmedir. Sherrington'un motor gelişim teorisi PNF'in nörofizyolojik mekanizmasının temelini oluşturur. 1946-51 yılları arasında Herman Kabat PNF'i bir egzersiz yöntemi olarak tanımlamıştır. Gelişerek günümüze kadar ilerlemiştir ve günümüzde de hala geçerliliğini koruyan önemli bir egzersiz yaklaşımıdır (22).

Diagonal Hareketler: Beyinde amaca yönelik kas hareketleri, masif hareket kalıpları olarak kas-iskelet sisteminin işleyişine uygun bir şekilde kodlanır. Bu hareket kalıpları diagonal hareketlerin kombinasyonu şeklindedir. Her bir diagonal hareket paterninin, birbirinin zıttı (antagonisti) olan iki farklı şekli vardır. Egzersizler sırasında diagonal paternlerin kullanılması, fazla sayıda kas grubunun bir arada çalışmasına imkan verir. Fazla sayıda kas grubunun bir arada çalışması koordinasyonu geliştirir ve agonist-antagonist kaslar arasındaki uyumu sağlar. Günlük yaşamdaki fonksiyonel aktiviteler de çoğunlukla bu diagonal paternleri içerir Bu nedenle egzersizlerde PNF tekniklerinin kullanılması, günlük yaşam aktiviteleri gibi daha fizyolojik hareketlerin elde edilmesine olanak tanır ve fonksiyonları geliştirir.

El teması, komut, iletişim (görsel ve işitsel uyarılar), germe, traksiyon, aproksimasyon, manuel direnç , normal zamanlama, vücut pozisyonu ve mekanikleri, hareket paterni, PNF tekniklerinin en önemli komponentleridir (99).

Germe: Kas gruplarının gerilmesi, sinerjik etkili proprioseptif uyarıların ortaya çıkması ve istenilen cevaba yönelik hareket kombinasyonlarının sık tekrarlı ve artan şiddette kullanılması ile kasların kasılma cevabını artırır. Deşarj sonrası etkiler, uyarı sona erdikten sonra da devam eder. Uyarının kuvveti ve süresi ile deşarj sonrası etki büyüklüğü ile doğru orantılıdır. Germe uygulaması için, kas en uzun pozisyonda olmalıdır. Bu uygulama için, gergin kısımlara elle ani bir germe uygulanır; germe refleksinin açığa çıkarılarak daha güçlü bir kasılma cevabı elde edilir. Burada uyarılan esas yapı, kas içiğidir. Böylelikle antagonist kaslar inhibe edilerek agonist kasın kasılma cevabı güçlendirilir (99).

Traksiyon ve Aproksimasyon: Bu uygulamalar, proprioseptif duyuyu uyarır. Hareketi kolaylaştırmak için fizyoterapist tarafından patern boyunca traksiyon uygulanır; böylece ağrısız hareket gerçekleştirilir ve hareket artırılır. Stabilizasyon

hedeflenen durumlarda ise aproksimasyon uygulaması yapılır. PNF sırasında, kaslar kasılmadan kısa bir süre önce gerilir; kas iğciği refleksinden faydalanılarak daha büyük kas cevabı elde edilir. Bu refleksin uyarılması hareketi kolaylaştırdığı için hastanın motivasyonunu artırır (99).

Manuel Direnç: PNF uygulamaları sırasında fizyoterapist tarafından hastanın toleransına bağlı olarak manuel direnç uygulanır. Eklem hareekt açıklığı boyunca uygulanan direnç hastanın kas kuvvetini artırır (99).

Kuvvet Yayılımı: Kas komponentleri, birbirlerinin kuvvetini artırır. Birbirlerine yakın bölgelerde (alt ekstremitenin, alt gövdeye kuvvet yayılımı yapması gibi) daha fazla kuvvet yayılımı gerçekleşir. Güçlenen kısımlar zayıf kısımları uyarır; ancak bu durum aktivitenin sıklığına tekrarına ve özel amacına bağlıdır (99).

Normal Zamanlama: Motor aktiviteler sırasında kaslar sıra halinde çalışarak, hareketin düzenli ve koordine bir şekilde gerçekleşmesini sağlar. Bu durum, “normal zamanlama” olarak adlandırılır. Koordine ve amaca yönelik hareket, distalden proksimale doğru olur. Normal hareket paterni, rotasyon ile başlayarak distalden proksimale doğru ilerler. Bu nedenle bozulmuş normal zamanlama PNF ile rehabilite edilir (29).

El Teması ve Uyarılar: PNF uygulamaları sırasında fazla sayıda kas grubu çalışsa da, primer olarak hedeflenen kas grubuna el teması yapılarak deri reseptörlerinin uyarılması sağlanır. Böylelikle istenilen kas grubu fasilite edilmiş olur ve hastanın primer olarak hedeflenen kas grubuna odaklanması sağlanır. Bu durum, hasta için hareket sırasında oluşabilecek kompensasyonların önlenmesi açısından önemli bir geribildirim olur. Uygulamalar sırasında hastadan gözleri ile hareketi takip etmesi istenir ve el temasına ek olarak hastaya “çek- it” gibi komutlar verilerek işitsel uyarılar ile proprioseptif girdi verilir (29).

Temporal Sumasyon: Zayıf uyarılara kısa cevapların oluşturulmasıdır.

Spasiyal Sumasyon: Vücudun farklı bölgelerine verilen zayıf uyarılara verilen cevaptır.

Resiprokal İnervasyon (Resiprokal İnhibisyon): PNF uygulamalarındaki tüm paternlerin agonist ve antagonist patern olmak üzere iki diagonelleri vardır. Normal hareketin gerçekleşebilmesi için agonist paterndeki kasların kasılması, antagonist paterndeki kasların ise gevşeyerek harekete izin vermesi beklenir. PNF teknikleri

kasları kuvvetlendirirken aynı zamanda gergin dokuların gevşetilmesine de imkan tanır.

Teknikler: PNF’te kuvvetlendirme amacıyla uygulanan teknikler şunlardır:

- ritmik başlatma,
- ritmik stabilizasyon,
- tekrarlayan kontraksiyonlar,
- yavaş-zıt,
- yavaş-zıt-tut,
- tut-gevşe-aktif hareket olarak sıralanır.

PNF’te gevşeme amaçlayan teknikler ise;

- kas-gevşe,
- tut-gevşe olarak sıralanabilir.

Tekrarlı Germeler Tekniği: “Tekrarlı Germeler Tekniği”, merkezi sinir sisteminin tekrarlı bir şekilde uyarılması ve kuvvet ve endurans gelişimi için önemlidir. İzotonik kontraksiyonlara direnç verilerek motor öğrenme kuvvetlendirilir. Hareketin zayıflayan yerlerinde ‘Germe’ uygulaması yapılır.

Kombine İzotonik Kontraksiyonlar Tekniği: Bu teknik, ilgili kasın konsentrik, eksentrik ve izometrik olarak çalışmasını içerir. Tekniğin klinik etkinliğini artırmak için genellikle “Tekrarlı Germeler Tekniği” ile birlikte kullanılır.

Ritmik Başlatma: Ritmik başlatma, harekete başlama yeteneğini artırmak için daha çok nörolojik hastalıklarda ve yoğun bakım ünitelerinde kullanılır. Fizyoterapist hareket paternini hastaya pasif olarak uygular. Hasta, hareketi hissettiği ve yapabildiği anda harekete katılabilir.

Ritmik stabilizasyon: Ritmik stabilizasyon, agonist ve antagonist paternin izometrik kontraksiyonunun ardarda uygulanmasıdır. Kas kuvvetlendirme, stabilizasyonu artırma, ağrıyı azaltma, kan dolaşımını artırma gibi etkileri vardır. Bazen gevşeme amaçlı olarak da kullanılır.

Yavaş-Zıt ve Yavaş-Zıt-Tut: “Yavaş-Zıt” ve “Yavaş-Zıt-Tut” tekniklerinde normal hareket paternleri birbirine ardışık olarak ilerler. Agonist paternden, antagonist paterne doğru pürüzsüz bir geçiş vardır. Bu teknikler, hareketin koordinasyonunun artırılması amacıyla kullanılır. Ayrıca, kuvvetli olan kas grubundan zayıf olan kas grubuna kuvvet yayılımı yaparak, daha fazla kuvvet açığa

çıkarmak veya tam eklem hareket açıklığına ulaşmak için uygulanır. “Yavaş-zıt” tekniğinde, antagonist kasın izotonik kontraksiyonunu agonist kasın izotonik kontraksiyonu takip eder. “Yavaş-Zıt-Tut” tekniğinde ise, antagonist kasın izometrik ve izotonik kontraksiyonunu, agonist kasın izotonik kontraksiyonu takip eder.

Kas-Gevşe: Antagonist kas grubu tarafından hareketin kısıtlandığı durumlarda, antagonist paterndeki kaslardan kuvvetli bir izometrik kontraksiyon yapması istenir ve sadece paternin rotasyonel komponentinin açığa çıkmasına izin verilir. Daha sonra otojenik inhibisyondan faydalanarak agonist kasta gevşeme elde edilir.

Tut-Gevşe: Antagonist kaslara maksimum izometrik kontraksiyon yaptırılır ve bu sırada hiçbir harekete izin verilmez. Daha sonra hastadan gevşemesi istenir (22, 29, 99).

Bu teknikler kasta fasilitasyon veya inhibisyon sağlamak amacı ile kullanılmaktadır. Seçilen tekniğe göre, kas kuvvetinde ve enduransında artış, koordinasyonda ve eklem stabilizasyon yeteneğinde gelişme, ağrıda azalma ve eklem hareket açıklığında artış görülür.

3. BİREYLER VE YÖNTEM

Bu tez çalışması, Evre 1 ve 2 diz osteoartriti (OA) olan hastalarda farklı 'Proprioseptif Nöromüsküler Fasilitasyon' (PNF) tekniklerini içeren 6 hafta süreli fizyoterapi ve rehabilitasyon programının ve klasik fizyoterapi ve rehabilitasyon programının ağrı, propriyosepsiyon, denge ve postural kontrol, kas kuvveti, kassal endurans, eklem hareket açıklığı, diz fonksiyonları ve dizle ilgili fonksiyonel performansları üzerine olan etkilerini karşılaştırmak amacı ile yapılmıştır.

Prospektif randomize kontrollü bir çalışma olarak planlanan bu çalışma, 2017-2019 yılları arasında, Hacettepe Üniversitesi Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Fakültesi, Ortopedik Rehabilitasyon Ünitesi ve Hacettepe Üniversitesi Beytepe Gün Hastane'sinde gerçekleştirilmiştir.

Araştırmanın etik kurul onayı 15.03.2018 tarihinde, 2018/04-39 (KA-17112). karar numarasıyla Hacettepe Üniversitesi Klinik Araştırmalar Etik Kurul'undan alınmıştır (Bkz. Ek 1). Hastalara araştırmanın amacı ve protokolü anlatılmıştır; araştırmaya katılmayı kabul eden gönüllülere 'Bilgilendirilmiş Gönüllü Onam Formu' imzalatılmıştır (Bkz. Ek 2).

3.1. Bireyler

Çalışmaya, öykü, muayene ve radyolojik değerlendirmelerle bilateral veya unilateral diz OA tanısı konulan, Kellgren-Lawrence radyolojik skalasına göre evre 1-2 diz osteoartrit (OA) tanısına sahip olan 47-62 yaş aralığında gönüllü bireyler dahil edilmiştir. PNF-1 Grubu, PNF-2 Grubu ve Klasik Fizyoterapi Programı olmak üzere 3 gruba ayrılan hastaların 22'si kadın, 13'ü erkektir.

Çalışmamıza, her bir gruba sayıları 10 hastayı geçecek şekilde toplamda 35 hasta (PNF1 Grubu: 12 hasta, PNF2 Grubu: 11 hasta ve Klasik Fizyoterapi Grubu: 12 hasta) alınmıştır.

Bireylerin çalışmaya dahil edilme kriterleri:

- İlgili hekim tarafından bilateral veya unilateral evre 1-2 OA tanısı almış olmak,

- Erken evre OA'nın medial tibiofemoral eklemi içermesi. Medial tibiofemoral eklem eşlik eden patellafemoral eklem artritli olan hastalar da çalışmaya dahil edilmiştir.
- Tama yakın diz ekstansiyon eklem hareket açıklığına ve en az 90° diz fleksiyon hareket açıklığına sahip olmak,
- Son 2-6 ay içinde herhangi bir FTR programı almamış olmak,
- Aktif veya düzenli olarak spor veya fiziksel aktivite yapmıyor olmak,
- Önceden medikal tedavi (eklem içi enjeksiyon, PRP uygulaması vs.) almamış olmak,
- 45-65 yaş arasında olmak
- Çalışmaya katılmaya gönüllü olmak

Bireylerin çalışmadan dışlanma kriterleri:

- Asıl problemi patella-femoral eklemde olan veya yaygın, lokalize edilemeyen diz ağrısı olan ve ayırıcı tanısı konulamayan hastalar,
- Total diz artrozu olan veya dizin lateral kompartmanında artrozu olan hastalar,
- Dizinde menisküs, bağ veya tendon yaralanması olan veya bunlarla ilgili cerrahi işlem geçirmiş olanlar,
- Diz eklemde instabilitesi olan hastalar,
- Alt ekstremitede genu varum, genu valgum ve şiddetli ayak deformitesi gibi dizilimi bozukluğu olan hastalar
- Alt ekstremitede fonksiyonları, performansı ve dengeyi etkileyebilecek gelişimsel kalça çıkığı ve patella çıkığı gibi doğumsal problemleri olanlar
- Alt ekstremitesinde herhangi bir kırık veya kırık cerrahisi geçirmiş olan hastalar,
- Kalça veya diz artroplasti ameliyatı geçirmiş olan hastalar,
- Romatoid artrit, sistemik lupus eritematozis gibi sistemik romatizmal hastalığı olanlar,
- Altta yatan herhangi bir enflamatuar bir hastalığı olan hastalar,
- Herhangi bir nörolojik veya kognitif bozukluğu olan hastalar,

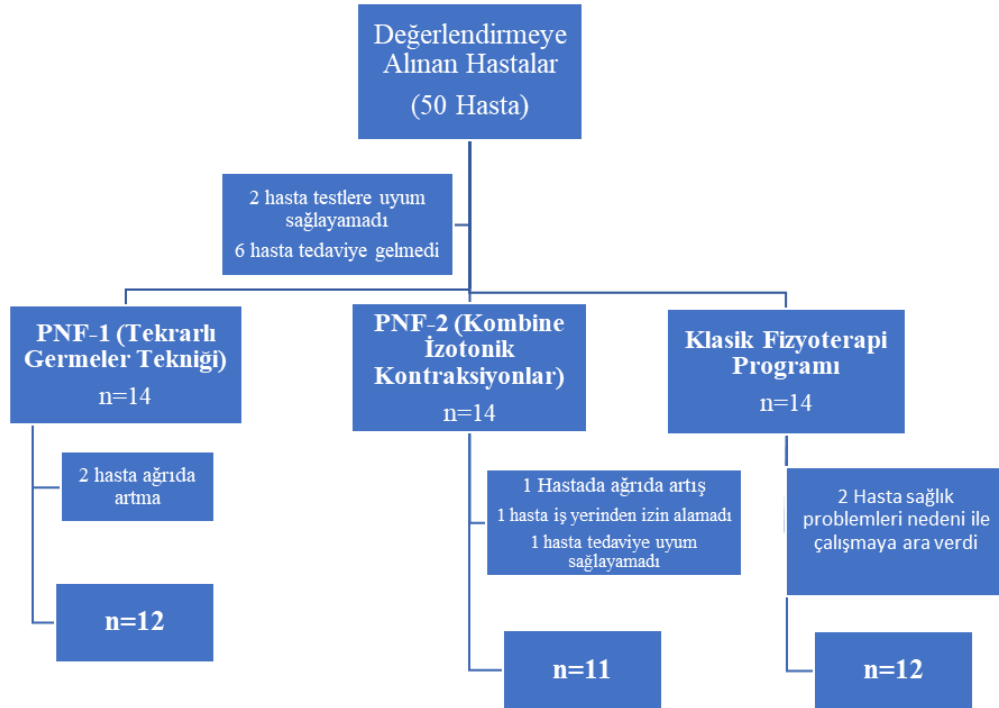
- Onkolojik bir hastalığı olan ve onkolojik tedavi görmüş veya görmekte olan hastalar,
- Çalışmada kullanılacak değerlendirmelere ve klinik uygulamalara katılımı engelleyecek uyum sorunu olan veya emosyonel ve kognitif problemi olan hastalar,
- Dahil edilme kriterlerine uymayan veya egzersiz veya takiplere katılmada sorunu olan hastalar.

Çalışma Planı

Bu çalışma, prospektif randomize kontrollü bir çalışma olarak planlanmış ve randomizasyon yöntemi olarak blok randomizasyon yöntemi seçilmiştir. Blok randomizasyon, bilgisayar programı kullanılarak yapılmıştır (100) (<https://www.sealedenvelope.com/simple-randomiser/v1/lists>). Bu programda 3 tedavi grubu A, B, C grupları olarak kodlanmış ve sistemin verdiği listeye göre hastalar bu gruplara atanmıştır(101).

Çalışmaya alınacak hasta sayısını belirlemek üzere önceden yapılmış olan “Güç Analizi”nde, çalışmamızdaki uygulamaların primer olarak kas kuvvetini artırmaya yönelik olması nedeniyle, temel sonuç ölçeği olarak Quadriceps Femoris kas kuvveti seçilmiştir (97-100). Buna göre, çift yönlü hipotez tasarımı kullanarak % 5 tip 1 hata ile % 80 çalışma gücünü elde etmek için, bu çalışmadaki her bir gruba ideal olarak 10 ve toplamda 3 grup için 30 hastanın alınmasının gerektiği hesaplanmıştır.

Çalışmaya ait hasta akış diyagramı Şekil 3.1.’de gösterilmiştir.



Şekil 3.1. Çalışmaya ait hasta akış diyagramı.

3.2. Yöntem

Çalışmaya katılmak isteyen hastalar, cinsiyet, yaş ve osteoartrit derecesinde benzerlik sağlamak için blok randomizasyon yöntemi kullanılarak sistemin vermiş olduğu listeye göre 3 gruba atanmıştır(100). Klasik fizyoterapi ve rehabilitasyon grubuna, klasik fizyoterapi yöntemlerinden sıcak yastık, ultrason, kalça ve diz çevresi kaslarına yönelik izometrik ve izotonik kuvvetlendirme egzersizleri uygulanmıştır. Her iki PNF grubuna ise, klasik fizyoterapi programının içerisinde yer alan sıcak yastık ve ultrason uygulamalarına ek olarak haftada 3 gün farklı PNF tekniklerinden oluşan rehabilitasyon programı uygulanmıştır. PNF-1 Grubu olarak adlandırılan gruba "Tekrarlı Germeler" tekniğini içeren PNF uygulaması yapılmıştır. PNF-2 Grubu olarak adlandırılan gruba ise "Kombine İzotonik Kontraksiyonlar" tekniği içeren PNF yöntemi uygulanmıştır. Her üç gruptaki hastalara belirlenen değerlendirme parametrelerine göre tedavi öncesi ve sonrası değerlendirme yapılmıştır.

3.2.1. Değerlendirme

Hastaların değerlendirilmeleri ve tedavileri Hacettepe Üniversitesi Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Fakültesi, Ortopedik Rehabilitasyon Ünitesinde ve

Beytepe Gün Hastanesi Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Bölümünde yapılmıştır. Tüm hastaların evlerinden hastaneye ve üniteye transferleri araştırmacı tarafından sağlanmıştır.

Tedavi öncesi değerlendirmeye alınan hastaların öncelikle demografik verileri (yaş, boy, kilo, vücut kitle indeksi, ek sistemik hastalıklar) kaydedilmiştir. Daha sonra diz eklem hareket açıklıkları ‘‘Gonyometre’’ ile, diz ağrısı "Görsel Analog Skalası (GAS)" ve "Algometre" ile, kas kuvveti, kassal endurans ve propriosepsiyon "Biodex®System Pro3 (Biodex Corp. Shirley NY, ABD)" ile, postural kontrol "Berg Denge Skalası" ve "Biodex®System Pro3 (Biodex Corp. Shirley NY, ABD)" ile, diz fonksiyonları "Diz Yaralanma ve Osteoartrit Sonuç Skoru (The Knee İnjury and Osteoarthritis Outcome Score=KOOS)" ve "Western Ontario and McMaster Universities Osteoarthritis Index= WOMAC)" ile, diz ile ilgili fonksiyonel performans, "Sürelİ Kalk Yürü (TUG)", "6 Dakikalık Yürüme Testi" ve "Basamak Tırmanma Testi" ile değerlendirilmiştir.

Tedavi öncesinde yapılan ölçümler, tedavi sonrası 6. haftanın sonunda tekrarlanmış ve elde edilen veriler kaydedildikten sonra uygun istatistiksel yöntemler ile analiz edilmiştir.

Demografik Özellikler

Çalışmaya alınan bireylerin cinsiyet, yaş, vücut ağırlığı ve boy uzunlukları kaydedilmiş ve vücut kitle indeksleri hesaplanmıştır.

Ağrı

Hastaların ağrısı, ağrı şiddeti ve basınçla ilişkili ağrı eşiği olarak iki başlık altında incelenmiştir.

Ağrı şiddeti: Etkilenen tarafın diz ağrısının seviyesi "Görsel Analog Skalası (GAS)"a göre değerlendirilmiştir. GAS'a göre ‘0’ hiç ağrı yok, ‘10’ ise çok şiddetli ağrı var hissini ifade etmektedir. Bunu göz önünde bulundurarak hastalardan hissettiği ağrının seviyesini 10 cm uzunluğundaki bir çizgi üzerinden işaretlemesi istenmiş ve daha sonra işaretlenen yer değerlendirmeyi yapan fizyoterapist tarafından bir cetvel ile ölçülerek cm cinsinden kaydedilmiştir (56).

Basınçla ilişkili ağrı şiddeti: Basınç ile ilişkili ağrı eşiğinin değerlendirilmesi için Algometre kullanılmıştır. Algometre, diz OA'da basınç ile ilgili ağrı eşiğinin değerlendirilmesinde kullanılan geçerli ve güvenilir bir yöntemdir (1). Değerlendirme protokolü, Moss ve arkadaşlarının diz osteoartritli hastalar üzerinde yapmış oldukları çalışma (13) referans alınarak planlanmıştır. Dizin medial ve lateral yüzünde palpe edilen en ağrılı noktalar, renkli keçeli kalem kullanılarak işaretlenmiştir. Ölçümler arasında tutarsızlık oluşmaması için işaretlenen noktalar fotoğraflanmıştır. 1 cm'lik Algometre probu, cilt yüzeyine 90° dik tutularak ortalama 40 kPa/s basınç uygulanmış ve bu sırada hastadan ağrıyı hissettiği anda 'tamam' demesi istenmiştir. Ağrının hissedildiği ilk basınç noktası kaydedildikten sonra ard arda yapılan üç basınç uygulamasından elde edilen sonuçların ortalaması alınmıştır.

Ölçümler tedavi öncesi ve tedavi sonrası yapılmıştır.

Eklem Hareket Açıklığı

Etkilenen tarafın diz eklemine fleksiyon ve ekstansiyon eklem hareket açıklığı tedavi öncesi ve 6 haftalık tedavi sonrası "Universal Gonyometre" kullanılarak yüzüstü pozisyonda derece cinsinden ölçülmüştür. Gonyometrenin pivot noktası femurun lateral kondiline, sabit kolu femurun lateral orta hat çizgisine yerleştirilmiştir; gonyometrenin hareketli kolu ise fibulayı takip etmiştir (102-104). Diz fleksiyon hareket açıklığının ölçümü Şekil 3.2.'de verilmiştir.



Şekil 3.2. Diz fleksiyon hareket açıklığının ölçümü.

Kas Kuvveti

M. Quadriceps Femoris ve Hamstring kas grubunun izokinetik kas kuvveti Biodex® System Pro3 (Biodex Corp. Shirley NY, ABD) izokinetik test dinamometresi kullanılarak 60°/sn ve 180°/sn'lik açısal hızlarda değerlendirilmiştir. Bu test sırasında olabilecek yaralanma riskine karşı test öncesi hastalara bisiklet ergometresinde 5 dk süre ile ısınma yaptırılmıştır (Şekil 3.3.). Test sırasında dinamometrenin koltuğunun sırt açısı 85° ye ayarlanmış ve hastalardan koltuğun yanındaki barlardan tutunmaları istenmiştir. Test edilecek bacak, pelvisin ve gövdenin kompensasyonunu engellemek için kemerler yardımı ile sabitlenmiş; ayrıca lateral malleolün 3 cm proksimali üzerinden velkro yardımı ile bağlanmıştır. Dinamometre kolunun rotasyon aksı, lateral femoral kondilin hizasına getirilmiştir. Test protokolü olarak hem quadriceps, hem hamstring kas grupları için konsentrik egzersiz türü seçilmiştir. Hastalara test protokolü önceden anlatılmış; yapabildikleri kadar maksimum eforla ve tüm hareket genişliği boyunca (0-90°) dizlerini cihazın direncine karşı büküp-açmaları istenmiştir. Test sırasında tüm hastalara 'Dizinizi kuvvetle tekmeleyin veya itin ve sonra dizinizi bütün gücünüzle bükün' gibi sözel uyarılar verilmiştir. Hastalara izokinetik sistemde yapılacak kas kuvvet testi öncesi 3'er tekrarlı alıştırmaya yapılmıştır. Dinamometrik test önce 60°/sn açısal hızda 5 tekrarlı, daha sonra 180°/sn 'da 20 tekrarlı olacak şekilde yapılmıştır. Test aralarında 30 sn'lik dinlenme süreleri verilmiştir (57, 61, 105). Tepe tork ölçüm birimi, Newtonmetre (Nm) birimi olarak sistem tarafından kaydedilmiştir (Şekil 3.4.).

Kassal endurans, Biodex® System Pro3 (Biodex Corp. Shirley NY, ABD) izokinetik test dinamometresi kullanılarak 180°/sn'lik açısal hızda 20 tekrarlı, M. Quadriceps Femoris ve Hamstring kas grubu için değerlendirilmiştir. Kassal enduransın ölçümü için ayrı bir protokol uygulanmamıştır. Kas kuvvetinin testi sırasındaki tüm tekrarlardan elde edilen yapılan toplam iş miktarı ölçüm birimi Joule (J) olacak şekilde sistem tarafından kaydedilmiştir.



Şekil 3.3. Test öncesi bisiklet ergometrisi ile yapılan ısınma işlemi.



Şekil 3.4. Kas kuvvetinin Biodesx® System Pro3 dinamometre ile ölçümü.

Diz Propriozeasyonu

Dizin propriyosepsiyonunu değerlendirmek üzere “aktif pozisyon hissi” (önceden belirlenmiş olan açıların aktif bir şekilde yeniden oluşturulabilme kabiliyeti) parametresi seçilmiştir. Aktif pozisyon hissi, “Biodesx System Pro3 İzokinetik Sistem

(Biodex Corp. Shirley NY, ABD) kullanılarak ve literatürde önerildiği gibi değerlendirilmiştir (106-108). Biodex İzokinetik Dinamometrenin sandalyesine oturan katılımcıların kalça ve diz eklemleri 90° fleksiyonda olacak şekilde ayarlanmıştır. Araştırılan vücut segmentinin hareketinin doğru bir şekilde değerlendirilebilmesi için gövde, uyluk ve pelvis cihazın bantları aracılığı ile cihaza sabitlenmiştir. Dinomometrenin koltuğunun sırt açısı 85° ye ayarlanmış ve hastalardan koltuğun yanındaki barlardan tutunmaları istenmiştir. Dinamometre kolunun rotasyon aksı, lateral femoral kondilinin hizasına getirilmiştir. Cihazın kuvvet kolu, femur kemiği hizasına getirilmiş; cihazın yük kolu ise lateral malleolün 3 cm proksimali üzerinden kalın velkro yardımı ile bağlanmıştır. Diz ekleminin 90° fleksiyon, 0° ekstansiyon hareketi ve hareketin yönü cihaza önceden tanımlanmıştır. Hastaların gözleri kapalı iken, diz eklemleri fizyoterapist tarafından hedeflenen açılara (30°-45°-60°) getirilmiştir. Hastalardan diz ekleminin konumunu hissetmesi ve hedeflenen açısal konumu hatırlaması istenmiştir. Daha sonra diz eklem açısı, başlangıç pozisyonu olan 90° diz fleksiyonu konumuna getirilmiştir. Hastaların gözleri kapalı iken, hedeflenen diz ekstansiyon açısına aktif olarak ulaşmaya çalışması istenmiştir. Hedeflenen açıdan sapma miktarı cihazın ekranından bakılarak, hatanın negatif veya pozitif olması önemsenmeksizin, mutlak açısal hata olarak kaydedilmiştir. Test üç kez tekrar edilmiştir. Hastaların her test açısında 3 tekrarda oluşturdukları “mutlak açısal hataların ortalaması” veri olarak işlenmiştir (65, 106-108).

Diz Fonksiyonları

Çalışmaya aldığımız hastaların diz fonksiyonları, Diz Yaralanma ve Osteoartrit Sonuç Skoru (Knee Injury and Osteoarthritis Score = KOOS) ve Western Ontario ve McMaster Üniversiteleri Osteoartrit İndeksi (Western Ontario and McMaster Universities Osteoarthritis Index = WOMAC) kullanılarak tedavi öncesi ve 6 hafta süren tedavi sonrası değerlendirilmiştir.

Diz Yaralanma ve Osteoartrit Sonuç Skoru (Knee Injury and Osteoarthritis Score = KOOS): Diz yaralanmaları ve diz osteoartritine bağlı semptomları ve fonksiyonel durumu değerlendirir. Ağrı, günlük yaşam aktiviteleri ile ilgili fonksiyonel seviye, spor ve yaşam kalitesini sorgulayan alt grupları vardır. Toplam 42 sorudan oluşan ölçek 0-100 puan arasında skorlanmaktadır (0 puan ciddi problem

olduğunu, 100 puan ise problem olmadığını belirtir). Ölçeğin Türkçe versiyonu diz osteoartritinde güvenilir ve geçerlidir (109). (Bkz. Ek-3)

Western Ontario ve McMaster niversiteleri Osteoartrit İndeksi (Western Ontario and McMaster Universities Osteoarthritis Index = WOMAC): "WOMAC Skalası", diz osteoartritli hastalarda fonksiyonel durumun ve yaşam kalitesinin değerlendirilmesini sağlar. Ölçeğin Türkçe versiyonunun geçerlilik güvenilirliği bulunmaktadır (110). 24 sorudan oluşan ölçeğin ağrı, tutukluk ve fonksiyon olmak üzere 3 alt bölümü vardır. Daha yüksek skorlar, daha şiddetli semptomları, daha fazla zrllğ ve daha zayıf sağlık durumunu gösterir (110, 111). (Bkz. Ek-4)

Fonksiyonel Performans

Hastaların fonksiyonel performansları “Sürelî Kalk Yürü Testi, “Basamak Çıkma Testi” ve “Altı Dakikalık Yürüme Testi” ile tedavi öncesi ve altı haftalık tedavi sonrası değerlendirilmiştir.

Sürelî Kalk Yürü Testi: Hastalardan bir sandalyeden (oturma yüksekliği: 46 cm) kalkması, 3 m yürümesi, geri dönmesi ve aynı sandalyeye oturması istenmiştir. Hastaların kendilerini tehlikeye atmadan mümkün olduğu kadar hızlı bir şekilde yürümeleri istenmiştir (Şekil 3.5.). Hastaların ayağa kalkma ve oturma sırasında sandalyeden destek almamasına dikkat edilmiş ve yürüme sırasında kendilerini tehlikeye atmadan mümkün olduğu kadar hızlı yürümeleri beklenmiştir. Bu test işlemi için hastanın harcadığı, süre saniye cinsinden kaydedilmiştir (74, 112).



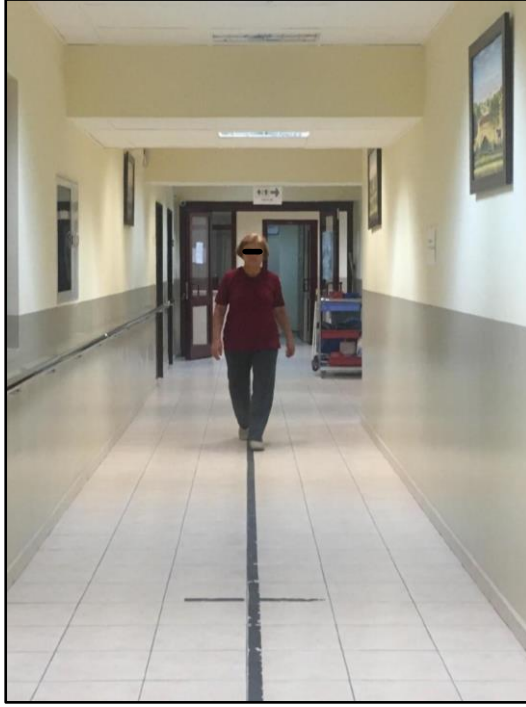
Şekil 3.5. Sürelî kalk yürü testi uygulanması.

Basamak Çıkma Testi: Basamak Çıkma Testi, çalışmaya alınan diz osteoartritli hastaların fonksiyonel performansını değerlendirmek amacıyla kullanılması önerilen güvenilir bir yöntemdir (74). Hastalardan on basamak merdiveni, barlardan veya duvardan tutunmadan, kendilerini tehlikeye atmadan, mümkün olduğu kadar hızlı şekilde çıkıp inmeleri istenmiştir (Şekil 3.6.). Test için geçen süre saniye cinsinden kaydedilmiştir (74, 113).



Şekil 3.6. Basamak ıkma testi'nin uygulanması.

Altı Dakikalık Yürüme Testi: Altı Dakikalık Yürüme Testi, diz osteoartritli hastalarda fonksiyonel performansı değerlendiren, güvenilir bir yöntemdir (114). Hastalardan altı dakika süre içerisinde otuzaltı metre uzunluğundaki düz bir koridorda, gerektiğinde durma ve dinlenme süresi verilerek, kendilerini tehlikeye atmadan, mümkün olduğunca hızlı istenmiştir (Şekil 3.7.). Altı dakika sonunda yürüme mesafesi metre cinsinden kaydedilmiştir (74, 113, 114). Hastaların yürüme mesafeleri, fizyoterapi programı öncesinde ve altı haftalık fizyoterapi programı sonrasında değerlendirilmiştir.



Şekil 3.7. Altı dakikalık yürüme testinin uygulanması.

Postüral Kontrol

Hastaların postural kontrolleri, Berg Denge Ölçeği (BDÖ) ve Biodex Denge Sistemi (BDS) kullanılarak, tedavi öncesinde ve altı hafta süren tedavi sonrasında değerlendirilmiştir.

Berg Denge Ölçeği (BDÖ): Yaşlı hastalardaki düşme riskini ve denge kaybını değerlendirmek amacıyla geliştirilmiş bir ölçektir. Test için standart bir sandalye, standart bir basamak, 15 m, uzunluğunda bir koridor ve kronometre kullanılır. 14 maddeden oluşan bu ölçek farklı fonksiyonel aktiviteler sırasındaki gözler açık ve gözler kapalı durumlardaki denge kaybını değerlendirir. Her bir madde için 0-4 puan verilen ölçekte maksimum elde edilebilecek toplam puan 56 dır. Düşük puanlar, yüksek denge kaybı ve düşme riski ile ilişkilidir. 0-20 puan arası yüksek düşme riskini, 21-40 puan arası orta derecedeki düşme riskini, 41-56 puan arası düşük düşme riskini göstermektedir (Bknz. Ek 5). Berg Denge Ölçeğinin klinik pratikte ve araştırmalarda güvenilirliği kanıtlanmıştır (115-117). Çalışmamızda Türkçe güvenilirlik ve geçerliliği Şahin ve arkadaşları tarafından yapılmış olan ölçek kullanılmıştır (115). Değerlendirme sırasında çalışmamıza katılan hastalardan ölçekte yer alan maddelerin

yapılması istenmiş ve hastanın denge durumu her bir madde üzerinden puanlandırıldıktan sonra tüm puanlar toplanarak toplam puana ulaşılmıştır.

Biodex Denge Sistemi (BDS): Çalışmaya dahil edilen hastaların postüral salınımları, dengenin değerlendirilmesinde güvenilir ve geçerli bir cihaz olan bildirilen Biodex Denge Sistemi (Biodex Medical Systems, Shirley, NY, USA) kullanılarak değerlendirilmiştir (118). Bu denge sistemi mediolateral (ML) ve anteropostero (AP) dengeyi ayrı ayrı değerlendiren ve bireyin her yöne olan dengesi ile ilgili toplam puanı veren bir sistemdir. Sistemin mobil platformunun sağladığı 20° lik eğimli yüzey ve 360° hareket edebilme kapasitesi ile bireyler öne, arkaya ve her iki yana hareket edebildiği için bu sistem ile her yöne olan dengeyi değerlendirebilmek mümkündür. Dinamik denge test edileceği zaman hareketli platform 12 farklı mobilite seviyesinde ayarlanabilir. Düşük seviyelerde platform daha mobil, yüksek seviyelerde platform daha hareketsizdir. Statik denge test edileceği zaman ise başlangıç platform ayarı statik olarak seçilir. Değerlendirme hastaların gözleri açık ve kapalı olarak yapılabilir. Yüksek skor değerleri, hastaların dengede kaybının fazla olduğunu göstermektedir (119).

Bu çalışmada, hastaların postüral kontrolü statik olarak değerlendirildiği için test statik zeminde ve çift ayak üzerinde, gözler açık ve kapalı olmak üzere iki şekilde yapılmıştır. Test için hastalar önce çıplak ayak ile platform üzerine çıkarılmış ve gözler açık, eller göğüs üzerinde çaprazlanmış şekilde her iki ayakları üzerinde pozisyonlanmıştır. Daha sonra hastalardan el desteği olmadan sabit durmaları ve ağırlık merkezlerini cihazın hedef merkezini ortalayacak şekilde pozisyonlamaları istenmiştir. Test işlemi sırasında hastaların monitöre bakmadan 2 metre uzakta bulunan bir postere bakmaları istenmiş ve ayakta duruş pozisyonunda ayakların açısı ve pozisyonu kaydedilmiştir. Hastalardan cihazın sabit zemini üzerinde başlangıç pozisyonlarını koruyacak şekilde 30 saniye süre ile durmaları istenmiştir. Testler, 20 saniye dinlenme araları verilerek 3 kez tekrarlanmıştır. Hastalara, bu sırada gövdelerinden salınım yaparak dengelerini koruyabilecekleri anlatılmıştır. Hastaların, kollarını yana açarak veya elleri ile her hangi bir yerden tutunarak dengelerini sağlamaya çalışmalarına izin verilmemiştir. Bu işlem sırasında fizyoterapist, hastanın arkasında durarak olası denge kayıplarına ve düşmelerine karşı önlem almıştır. Aynı test, gözler kapalı iken tekrarlanmış ve hedef merkezine göre hastanın ağırlık

merkezindeki sapmalar kaydedilmiştir.

Test işlemi ile postüral kontrolün değerlendirilmesi için 3 stabilite indeksi (antero-posterior, medio-lateral ve genel stabilite indeksi) hesaplanmıştır. Ayrıca testler sırasında denge merkezinden olan sapmaların standart deviasyonu, antero-posterior ve medio-lateral yönde olmak üzere ayrı ayrı hesaplanmıştır. Biodex denge sistemini kullanarak hastanın dengesinin değerlendirilmesi Şekil 3.8.'de gösterilmiştir.



Şekil 3.8. Biodex denge sistemi ile dengenin değerlendirilmesi.

3.2.2. Tedavi Yöntemleri

Çalışmaya alınan hastaların tümü haftada üç gün fizyoterapi ve rehabilitasyon programına alınmıştır. PNF grupları dahil, çalışmaya alınan her üç gruptaki hastaların tedavi programında önce sıcak yastık (hotpack=HP) ve ultrason uygulaması yapılmış; daha sonraki egzersiz programları için üç farklı yöntem seçilmiştir. Klasik Fizyoterapi Grubu olan birinci gruba klasik fizyoterapi ve rehabilitasyon programında kullanılan egzersizler uygulanmıştır. Klasik fizyoterapi programında sıcak yastık (hotpack) ve ultrason uygulaması sonrası kalça ve diz çevresi kaslarına izometrik ve izotonik egzersizler verilmiştir. PNF grupları olan diğer iki grup ise, klasik fizyoterapi

programında yer alan sıcak yastık (hotpack) ve ultrason uygulamasına ek olarak iki farklı Proprioseptif Nöromusküler Fasilitasyon (PNF) yöntemi ile tedavi edilmiştir. PNF-1 grubuna “Tekrarlı Germeler” tekniği içeren PNF yöntemi uygulanırken, PNF-2 grubuna “Kombine İzotonik Kontraksiyonlar” tekniğini içeren PNF yöntemi uygulanmıştır.

Klasik Fizyoterapi Programı

Klasik Fizyoterapi Grubunda yer alan tüm hastalara, diz osteoartritli hastalarda etkinliği kanıtlanmış olan sıcak yastık (hotpack=HP), ultrason ve klasik fizyoterapi programında kullanılan egzersizler uygulanmıştır. Ayrıca tüm hastaların eklemlerini aşırı yüklenmelerden korumak için önerilerde bulunulmuştur (83).

Klasik fizyoterapi programında, önce hastaların etkilenen diz eklemine altına ve üstüne diz eklemine çevreleyecek şekilde 20 dk süre ile nemli sıcak yastık (Hotpack) uygulanmıştır. HP uygulamasından sonra, diz eklemi çevresine 1MHz frekansta ve 1,2 watt/cm² dozda tam temas tekniği ile sürekli ultrason (Sonopuls 434; Enraf Nonius, Delft, The Netherlands) uygulanmıştır. Diz eklemine ön ve arka yüzüne ara madde olarak ultrason jeli sürülmüş ve 5 cm² çapındaki bir aplikatör aracılığı ile belirli bir hızdaki sirküler hareketlerle ultrason uygulaması yapılmıştır. Diz eklemine önce sırtüstü pozisyonda iken ön yüzüne 4 dakika; daha sonra yüzüstü pozisyonda iken arka yüzüne 4 dakika olacak şekilde toplam 8 dakika süre ile uygulama yapılmıştır.

Ultrason uygulamasının ardından, kalça ve diz çevresi kaslarına yönelik kuvvetlendirme egzersizleri verilmiştir. Hastalara verilen egzersizler aşağıda sıralanmıştır:

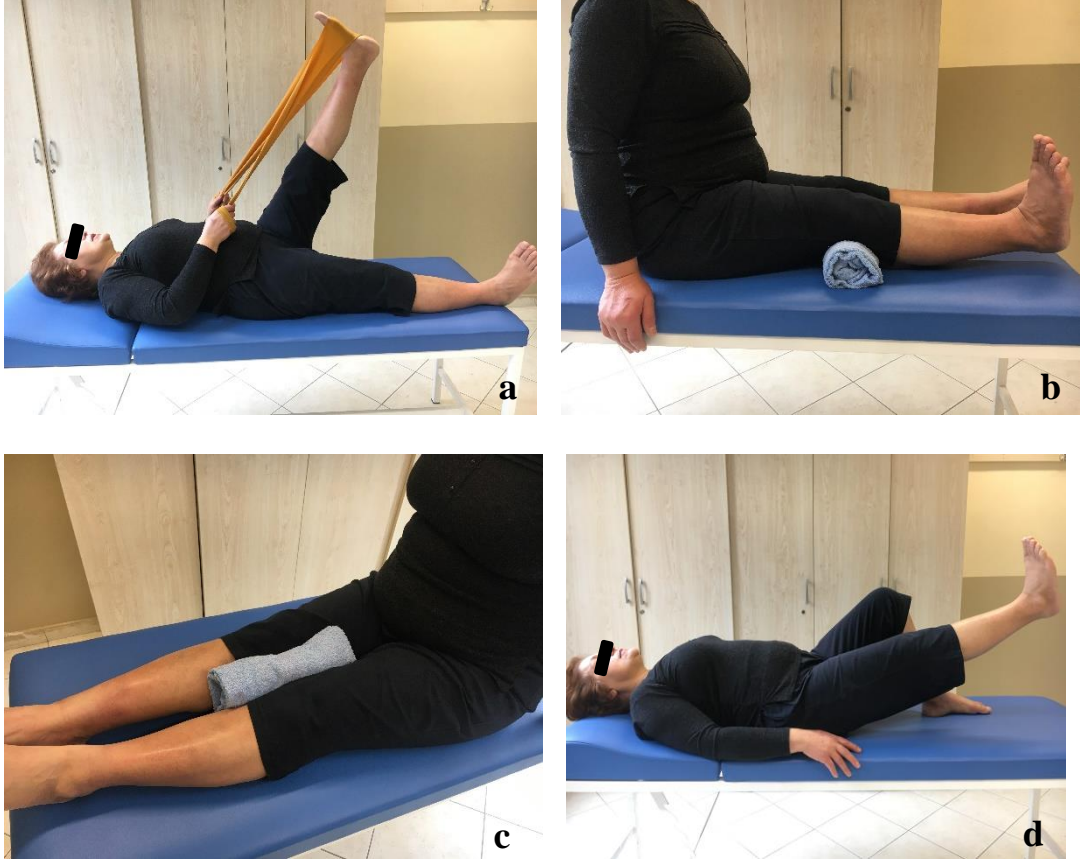
- Kalça ve diz çevresi kaslarına yönelik izometrik egzersizler
- Topuk kaydırma egzersizleri
- Yüzüstü aktif diz fleksiyonu
- Diz için çok açılı izometrik egzersiz
- Düz bacak kaldırma
- Köprü kurma egzersizi
- Yan yatışta kalça abduktörlerini kuvvetlendirme
- Kalça adduktörlerini kuvvetlendirme
- Hamstring ve gastrosoleus kaslarına germe

- Otururken aktif ve/veya dirençli Quadriceps Femoris kası kuvvetlendirme (Oturmada/Otururken diz ekstansiyonu)
- Ayakta kalça çevresi kaslarını kuvvetlendirme
- Ayakta kapalı kinetik zincir egzersizi (Mini-çömelme, Lunge)

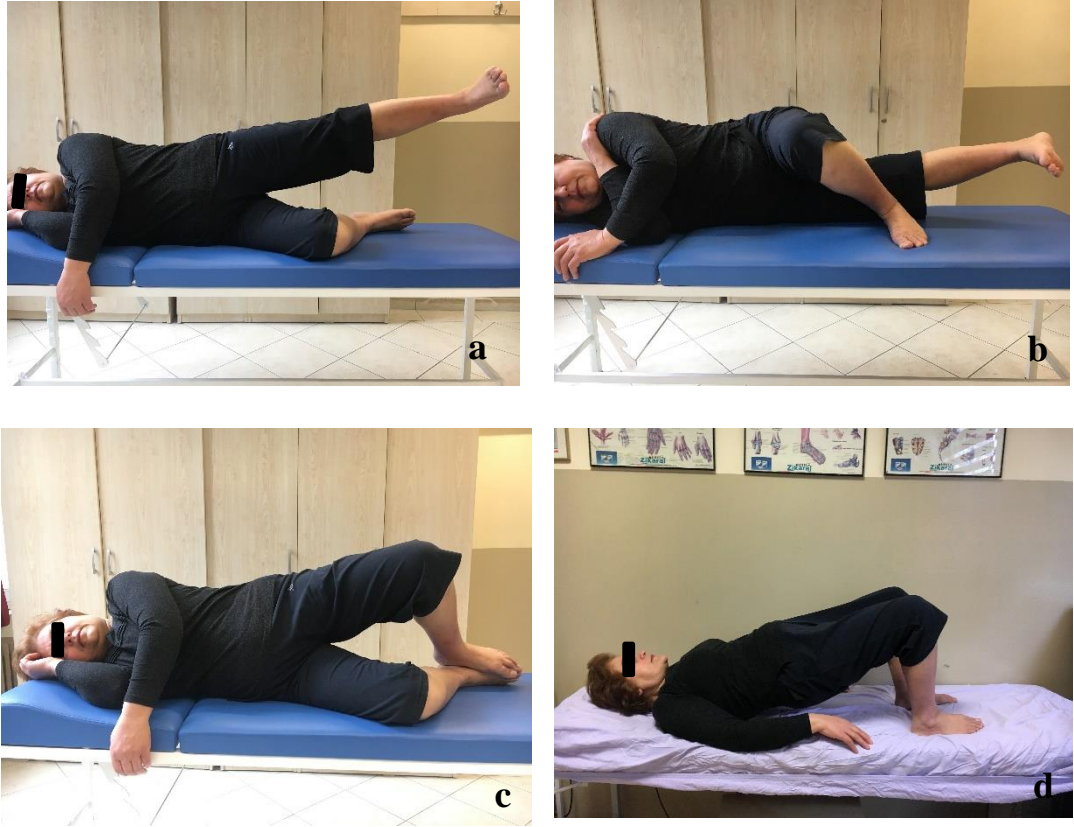
İlk hafta hastalara sadece izometrik egzersizler ve germe egzersizi verilmiş; ikinci ve üçüncü haftalarda ise izotonik egzersizlere geçilmiştir. Dördüncü hafta hafif dirençli egzersizlere; beşinci hafta ayakta kalça çevresi kuvvetlendirme, mini çömelme ve lunge egzersizlerine geçilmiştir. Altıncı hafta, dirençli egzersizlerin direnci biraz daha artırılmıştır. Egzersizlerin tekrar sayıları, hastaların başlangıç tolerans düzeylerine, egzersizler sırasındaki ağrı ve yorgunluk durumlarına göre ilerletilmiştir. Tüm egzersizler fizyoterapist gözetiminde uygulanmıştır. Bir tedavi seansı ortalama 1 saat sürmüştür; egzersizler aynı seans içerisinde set aralarında 5 dk dinlenme arası olacak şekilde 3 set uygulanmıştır. Egzersizlerin tekrar sayısı başlangıç seviyesi, yorgunluk ve ağrı durumuna bağlı olarak 15, 21 ve 30 tekrar olarak ilerletilmiştir. Germe egzersizleri kuvvetlendirme egzersizlerine başlamadan hemen önce 30 sn germe pozisyonunda tutulmak üzere 5 tekrarlı olarak yapılmıştır. Verilen egzersizlerden bir kısmı Şekil 3.9., Şekil 3.10., Şekil 3.11.'da gösterilmiştir. Egzersizler sadece fizyoterapist gözetiminde seans sırasında uygulanmıştır. Eğitimin etkilerini daha iyi gözlemleyebilmek, ev programına uyum açısından bireysel farklılıklar oluşmasını engellemek ve tüm egzersizlerin kontrollü olarak yapılabilmesi için hastalara ev programı verilmemiştir. Egzersizler 6 hafta boyunca, haftada 3 gün, sadece fizyoterapist gözetiminde yapılmıştır.

Hastaların diz eklemine aşırı yüklenmeden korumak üzere, çok uzun süre ayakta kalmamaları, eğimli yüzeylerde veya yokuşta yürümemeleri, dizler 90° veya daha büyük fleksiyon açılarında iken uzun süre oturmamaları veya dizleri düz oturmaları, yer sofrasını tercih etmemeleri, namaz kılacaklar ise namazı ayakta değil sandalyede oturarak kılmaları, alaturka yerine alafranga tuvalet kullanmaları, merdiven aktivitelerini kısıtlamaları veya merdiven trabzanlarından tutunarak yan adımlarla inip-çıkmaları ve şok absorbe eden yumuşak tabanlı rahat ayakkabılar kullanmaları (spor ayakkabı) önerilmiştir (83).

Klasik fizyoterapi programı haftada 3 gün olmak üzere 6 hafta boyunca uygulanmıştır.



Şekil 3.9. Klasik fizyoterapi egzersizleri-1: a) Hamstring ve gastrosoleus germe egzersizi b,c) İzometrik egzersizler d) Düz bacak kaldırma egzersizi.



Şekil 3.10. Klasik fizyoterapi egzersizleri-2: a) Kalça abdükörleri kuvvelendirme b) Kalça addükörleri kuvvetlendirme c) Kalça eksternal rotasyon (midye) egzersizi d) Köprü kurma egzersizi.



Şekil 3.11. Klasik fizyoterapi egzersizleri-3: a) Mini çömelme b) Lunge c,d) Ayakta kalça çevresi kuvvetlendirme.

Tekrarlı Germeler Grubu (Proprioseptif Nöromüsküler Fasilitasyon Tekniği-1)

Tekrarlı Germeler Grubuna (PNF-1 Grubu), Proprioseptif Nöromüsküler Fasilitasyon Tekniklerinden “Tekrarlı Germeler” yöntemi kullanılmış ve bu grupta yer alan hastaların tedavi programı ortalama 90 dk sürmüştür. Öncelikle, klasik fizyoterapi programında da olduğu gibi; diz eklemine 20 dk HP uygulaması, ardından da diz eklemine ön ve arka yüzüne 1MHz frekansta ve 1,2watt/cm² şiddetinde toplam 8 dk ultrason uygulaması yapılmıştır.

Bu uygulamaların ardından, fizyoterapist gözetiminde hamstring ve gastrosoleus kaslarına yönelik esneklik egzersizleri esnek bantlar yardımı ile 5 tekrarla ve her bir tekrarda 30 sn germe pozisyonunda tutularak yapılmıştır. Germe egzersizinin ardından herhangi bir dinlenme süresi verilmeden, PNF uygulamalarına geçilmiştir. PNF egzersizleri, aynı fizyoterapist tarafından hastalara sırtüstü, yüzüstü ve oturma pozisyonunda uygulanmış ve haftalara göre ilerleme göstermiştir. PNF uygulamasında ilk olarak hamstring kas grubuna gevşetme amaçlı “Tut Gevşe” tekniği uygulanmış, bu teknik ile gevşeme sağlandıktan sonra “Tekrarlı Germeler” tekniğine geçilmiştir. “Tut Gevşe” tekniği, kuvvetlendirme amacıyla kullanılan paternleri uygulamadan önce hastanın semptomlarını rahatlatmak ve tedavi sürecinin ağrısız gerçekleşmesini sağlamak için tercih edilmiştir. “Tut Gevşe” tekniği, hasta yüzüstü pozisyonunda iken alt ekstremiteye ekstansiyon-adduksiyon-eksternal rotasyon paterni kullanılarak ve diz fleksiyona giderek uygulanmıştır. Bu paternin seçilmesinin nedeni, pes anserinus içinde yer alan semitendinosus ve semimembranosus kaslarının bu paternde çalışmaları, bu kasların tibia kondilinde sonlanmaları nedeni ile diz eklemine zorlayan durumlarda fleksör refleks devreye girmesi ve diz eklemine hareketini kısıtlayabilmeleridir. Bu paternde kullanılan “Tut Gevşe” tekniği hastalar fizyoterapist tarafından 3 tekrar ile uygulanmıştır. Ardından kuvvetlendirme amaçlı “Tekrarlı Germeler” tekniğine geçilmiştir. Tedavi programındaki pozisyonlar ve programdaki ilerleme aşağıdaki gibi yapılmıştır:

Tedavinin 1.-2. haftası:

Sırtüstü yatış pozisyonunda kullanılan paternler:

- Fleksiyon-adduksiyon-eksternal rotasyon paterni (diz düz)
- Ekstansiyon-abduksiyon-internal rotasyon paterni (diz düz)

- Fleksiyon-abduksiyon-internal rotasyon paterni (diz düz)
- Ekstansiyon-adduksiyon-eksternal rotasyon paterni (diz düz)
- Köprü kurma

Yüzüstü yatış pozisyonunda kullanılan paternler:

- Ekstansiyon-abduksiyon-internal rotasyon paterni (diz fleksiyona giderek)
- Ekstansiyon-adduksiyon-eksternal rotasyon paterni (diz fleksiyona giderek)

Yüzüstü yatış pozisyonunda yapılan fleksiyon-adduksiyon (diz fleksiyona giderek) paternleri, yerçekimine karşı yapıldığı için ve fizyoterapist daha kolay direnç verebildiği için, hamstring kas grubunu kuvvetlendirme açısından özellikle tercih edilmiştir.

Tedavinin 3.-4. haftası:

Sırtüstü yatış pozisyonunda kullanılan paternler:

- Fleksiyon-adduksiyon-eksternal rotasyon paterni (diz ekstansiyona giderek)
- Ekstansiyon-abduksiyon-internal rotasyon paterni (diz fleksiyona giderek)
- Fleksiyon-abduksiyon-internal rotasyon (diz ekstansiyona giderek)
- Ekstansiyon-adduksiyon-eksternal rotasyon (diz fleksiyona giderek)
- Köprü kurma, köprü kurmada kalça abduksiyonu-kalça adduksiyonu

Sırtüstü yapılan patern uygulamaları sırasında, Quadriceps Femoris kas grubunu daha etkili bir şekilde kuvvetlendirmek için, kalça fleksiyonu ile birlikte diz ekstansiyona giderek yapılan patern uygulamaları özellikle tercih edilmiştir.

Yüzüstü yatış pozisyonunda kullanılan paternler:

- Ekstansiyon-abduksiyon-internal rotasyon paterni (diz fleksiyona giderek)
- Ekstansiyon-adduksiyon-eksternal rotasyon paterni (diz fleksiyona giderek)

Tedavinin 5.-6. haftası :

Eğitimin beşinci ve altıncı haftasında, sırtüstü ve yüzüstü yatış pozisyonunda uygulanan PNF paternlerine ek olarak oturur pozisyonda uygulanan PNF paternleri eklenmiştir.

Oturur pozisyonda uygulanan PNF paternleri:

- Fleksiyon-abduksiyon-internal rotasyon (diz ekstansiyona giderek)/yarım patern
- Ekstansiyon-adduksiyon-eksternal rotasyon (diz fleksiyona giderek) /yarım patern
- Fleksiyon-adduksiyon-eksternal rotasyon (diz ekstansiyona giderek) /yarım patern
- Ekstansiyon-abduksiyon-internal rotasyon (diz fleksiyona giderek) /yarım patern

Tüm PNF paternlerinin uygulamaları, aynı araştırmacı fizyoterapist tarafından ve hastanın alabileceği maksimum direnç uygulaması ile yapılmıştır. Yanlızca, ilk seansın ilk setinde, hastaya hareket paternlerini öğretmek ve hastayı harekete alıştırmak için paternler tamamen dirençsiz, önce pasif, sonra aktif-yardımlı olacak şekilde uygulanmıştır. PNF patern uygulamaları ilk hafta dinlenme aralıkları verilerek, 3 set olacak şekilde, 5 tekrar ile uygulanmıştır. İlk set boyunca paternleri doğru bir şekilde gerçekleştiren hastalarda dirençli uygulamalara geçilmiştir. İkinci setten itibaren paternleri doğru bir şekilde gerçekleştiren hastalara tüm tedavi seanslarında fizyoterapist tarafından hastanın alabileceği, maksimum direnç, tüm patern boyunca uygulanmıştır. Akış diyagramında belirtildiği gibi dirençli uygulamalar sebebi ile ağrısı artan hastalar çalışmadan çıkartılmıştır (Bknz. Şekil 3.1.). Eğitimin ikinci haftasında PNF paternleri 7 tekrarlı 3 set; eğitimin diğer haftalarında ise 10 tekrarlı 3 set olarak uygulanmıştır. Uygulamalar sırasında bel ağrısı olan hastalarda lumbal bölgedeki yüklenmeyi azaltmak amacı ile patern uygulamaları sırasında diğer dizlerini fleksiyona getirmelerine izin verilmiştir.

PNF paternleri sırasında “Tekrarlı Germeler” tekniği uygulanmıştır. Bu tekniği seçmekteki amacımız, merkezi sinir sistemini tekrarlı bir şekilde uyararak implusların geçişini kolaylaştırmaktır. Aynı zamanda hareketin zayıflayan yerlerinde germe refleksinden faydalanarak kas içiğini uyararak, böylelikle kasları sadece

izotonik kontraksiyonlara göre daha fazla fasilite etmek hedeflenmiştir (99). Tedavi seansları haftada 3 gün ve gün aşırı olacak şekilde yapılmıştır.

Klasik fizyoterapi grubunda da olduğu gibi her iki PNF grubundaki hastalara hastalara ev programı verilmemiştir; sadece ‘‘Tekrarlı Germeler’’ tekniği kullanılarak hastaların kaslarının kuvvetlendirilmesi hedeflenmiştir. Ayrıca, bireyler arasında ev programına olan uyum ve katılım farklılıklarından dolayı, hastalar arasında oluşabilecek farklılıkların tedavinin etkinliğini gölgelemesi istenmemiştir. Hastalardan mümkün olduğu kadar dinlenmeleri bir sonraki seansa yorgun gelmemeleri istenmiştir. Çünkü, tedavi seansından sonraki günlerde, gecikmiş kas ağrısı ve yorgunluk semptomları Klasik Fizyoterapi Grubunda yer alan hastalara oranla PNF-1 ve PNF-2 Grubunda daha yoğun olarak gözlenmiştir. Bu sebeple hastanın kendisini yoracak aktivitelerden özellikle uzak durması, mümkün olduğunca dinlenmesi istenmiştir. Klasik fizyoterapi grubunda olduğu gibi tedavi gün haftada 3 gün ve gün aşırı yapılmıştır ve eklemi korumaya yönelik önerilerde bulunulmuştur (83).

Tedavi içerisinde yer alan patern örnekleri Şekil 3.12. ve Şekil 3.13.’de verilmiştir.

Kombine İzotonik Kontraksiyonlar Grubu (Proprioseptif Nöromusküler Fasilitasyon Tekniği-2)

PNF-2 Grubunda, PNF-1 Grubunda ve klasik fizyoterapi grubunda olduğu gibi tedaviye HP, ultrason uygulaması ve esneklik egzersizleri ile başlanmıştır.

Bu uygulamaların ardından PNF-1 grubunda olduğu gibi PNF-2 grubunda da ‘‘Tut Gevşe’’ PNF tekniği uygulaması 3 tekrar yapılmıştır. Bu tekniğin ardından diğer PNF uygulamalarına geçilmiştir.

PNF-2 Grubunda, PNF-1 Grubunda yer alan hareket paternlerinin aynısı kullanılmış ve klinikte birlikte kullanımı yaygın olduğu için ve klinik etkinliği artırmak için PNF-1 grubunda yer alan Tekrarlı Germeler tekniği de ilave edilmiştir. Hangi haftada, hangi paternin uygulanacağını gösteren haftalık PNF programı, PNF-1 grubunda olduğu gibidir. PNF-1 Grubundan farklı olarak, PNF-2 Grubunda hareket paternleri sırasında Kombine İzotonik Kontraksiyonlar tekniği de kullanılmıştır.

‘‘Kombine İzotonik Kontraksiyonlar Tekniği’’nin seçilmesinin nedeni, hem konsentrik, hem eksentrik, hem de izometrik kontraksiyonlar içermesi sebebi ile

hareketin hem kuvvetini, hem de koordinasyonunu geliştirmesidir. Birbirini takip eden konsentrik, izometrik ve eksentrik kasılmaların stabilizasyon yeteneğini de artıracakı düşünölmektedir (99). Bununla birlikte fonksiyonel hareketler sırasında farklı kasılma tipleri bir arada göröldüğu için bu teknik ile PNF paternleri fonksiyonel hareketlere daha uygun bir hale gelmektedir (120). Güncel literatür, kuvvetlendirme eğitimlerinde, konsentrik kuvvet kazanımını artırmak için konsentrik egzersiz programlarına eksentrik ve izometrik egzersizlerin eklenmesini tavsiye etmektedir (121). Kas kuvvetinde ve fonksiyonunda daha fazla kazanım elde edebilmek için bu PNF tekniği tercih edilmiştir.

PNF-2 tedavisi 6 hafta süre boyunca, haftada 3 gün, ortalama 90 dk süre ile uygulanmıştır. Eğitimin ilk haftası, ilk set, tamamen dirençsiz, sonra aktif yardımcı olarak uygulama yapılmıştır. Böylelikle hastaların paternleri doğru bir şekilde gerçekleştirmeleri ve tekniği öğrenmeleri sağlanmıştır. Sonraki haftalarda ise hastanın alabileceği maksimum direnç ile uygulama yapılmıştır. Set aralarında 5 dk dinlenme verilmiştir. PNF-1 grubunda olduğu gibi sırtüstü, yüzüstü ve oturur pozisyondaki paternler haftalara uygun olarak gerçekleştirilmiştir. Her bir patern ilk hafta, 3 set 5 tekrar uygulanmıştır. İkinci hafta her bir patern 3 set 7 tekrar, sonraki haftalarda ise 3 set 10 tekrar uygulanmıştır. Dirençli uygulamalar sebebi ile ağrısı artan hastalar çalışmadan çıkarılmıştır. Uygulamalar sırasında bel ağrısı olan hastalarda ise lumbal bölgedeki yüklenmeyi azaltmak amacı ile patern uygulamaları sırasında diğer dizlerini fleksiyona getirmelerine izin verilmiştir. PNF-2 tedavisi sonrası yaygın olarak yorgunluk ve kas ağrısı görölmeleri sebebi ile hastaların evlerinde mümkün olduğunca dinlenmeleri ve iş yapmamaları istenmiştir. Eklemi korumaya yönelik önerilerde bulunulmuştur. Diğer gruplarda olduğu gibi PNF-2 grubunda yer alan hastalara da ev programı verilmemiştir.



Şekil 3.12. PNF egzersizleri-1: a,b) Köprü kurma egzersizleri c) Fleksiyon adduksiyon eksternal rotasyon diz ekstansiyona giderek d) Fleksiyon adduksiyon eksternal rotasyon (diz düz) e) Fleksiyon abdüksiyon internal rotasyon (diz düz) f) Ekstansiyon addüksiyon eksternal rotasyon diz fleksiyona giderek (yüzüstü).



Şekil 3.13. PNF egzersizleri-2: a,b) Ekstansiyon addüksiyon eksternal rotasyon c,d) Ekstansiyon abdüksiyon internal rotasyon.

3.3. İstatistiksel Analiz

Çalışmaya alınacak hasta sayısını belirlemek üzere önceden yapılmış olan “Güç Analizi”nde, çalışmamızda kullanılan uygulama yöntemleri primer olarak kas kuvvetini artırmaya odaklandığı ve kas kuvvetindeki artışa bağlı olarak diğer parametrelerde değişim beklenildiği için temel sonuç ölçüğü olarak Quadriceps Femoris kas kuvveti seçilmiştir (122) .

Buna göre, güç analizi (power analiz) ile, 3 tedavi grubu arasındaki anlamlı farkın % 50 olacağı öngörüldüğünde ve % 80 çalışma gücünü elde etmek üzere % 5 tip 1 hata ve çift yönlü hipotez tasarımı kullanıldığında, bu çalışmada her bir grup için ideal olarak 10’ar hasta üzerinden toplamda 30 hasta alınması gerektiği sonucuna varılmıştır. Bu güç analiz sonuçları doğrultusunda hassasiyeti artırmak için çalışmaya toplamda 50 hasta ile başlanmış; ancak çalışma 35 hasta ile tamamlanmıştır. Araştırma sürecinde elde edilen veriler Jamovi 0.9.4.0 ve SPSS 25 yazılımı ile analiz edilmiştir.

Değişkenlerin normal dağılıma uygunluğu, “Shapiro-Wilk ile değerlendirilmiş; hem gruplarda yer alan katılımcıların sayılarının düşük olması ve hem de veriler normal dağılıma uygunluk göstermediği için istatistiksel analizlerde nonparametrik testler kullanılmıştır.

Verilerden elde edilen “Nicel değişkenler”, ortanca, 1. çeyrek ve 3. çeyrek olarak; “Nitel değişkenler” ise, sayı ve yüzde ile tanımlanmıştır. Bağımsız gruplarda nitel değişkenlere ilişkin dağılımlar, “Ki-Kare Testi” ile analiz edilmiştir. Bu testi kullanma nedenimiz, 3 gruptaki nitel değişkenlerin (örneğin cinsiyet) dağılımlarının homojen olup olmadığına bakılmasıdır. Buradaki amaç, sonuç (response) değişkeninde gruplardaki farklılığın kaynağının müdahale etkisi dışında bir etkenin karışmasının istenmemesidir. Nicel değişkenler ise “Kruskal-Wallis Testi” ile test edilmiştir. “Kruskal Wallis Testi” sonucu üretilen test istatistiği, “Ki-Kare Test” dağılımına uyduğu için güvenilirliği artırmak üzere bulgularda “Ki-Kare Test” sonuçları da verilmiştir.

“Kruskal-Wallis Test” sonucunun anlamlı bulunduğu durumlarda, ikişerli karşılaştırmalar “Dwass-Steel-Critchlow-Flinger Testi” ile yapılmıştır. Nicel değişkenler için tedavi öncesi- sonrası karşılaştırmaları ise, “Wilcoxon İşaretili Sıra Testi (Wilcoxon Signed-Rank Testi)” ile test edilmiştir. Bağımlı grup sayısının ikiden büyük olduğu durumda ise “Friedman Testi” kullanılmış olup, anlamlı olduğu durumlarda ikişerli karşılaştırmalar “Durbin-Conover Testi” ile yapılmıştır. Bütün analizler için anlamlılık düzeyi % 5 ($p < 0.05$) olarak belirlenmiştir.

4. BULGULAR

Bu çalışmada evre 1-2 diz osteoartriti tanısı konulmuş olan 47-62 yaş arasındaki toplam 35 hasta, “Blok Randomizasyon Yöntemi” ile 3 gruba ayrılmıştır. Klasik Fizyoterapi Grubu’ndaki hastalar sadece klasik fizyoterapi programı ile tedavi edilirken, diğer iki grupta yer alan hastalar iki farklı PNF yöntemi ile tedavi edilmiştir. Tüm gruptaki hastaların tedavisi, haftada 3 gün olmak üzere, 6 hafta süre devam etmiştir.

Tedavi öncesi ve sonrası yapılan değerlendirmelerle, evre 1-2 diz osteoartritli hastalara uygulanan farklı PNF yöntemlerinin, Quadriceps ve Hamstring kas kuvvetleri, kassal enduransları, gövde dengeleri, diz propriosepsiyonları (aktif hareket hissi), diz ağrı seviyeleri, eklem hareket açıklıkları, diz fonksiyonları ve fonksiyonel performansları üzerine olan etkileri incelenmiştir. İnceleme sonucunda elde edilen veriler, uygun istatistiksel yöntemler kullanılarak önce grup içi, daha sonra gruplar arası karşılaştırılmıştır. Böylelikle iki farklı PNF uygulaması, birbirleri ile ve klasik fizyoterapi yöntemi ile karşılaştırılarak tedavi yöntemlerinin birbirlerine karşı herhangi bir üstünlükleri olup olmadığı ortaya konulmuştur.

4.1. Çalışma Öncesi Verilere İlişkin Grup Karşılaştırmaları

İlk olarak çalışma öncesi elde edilen ölçümler yönüyle grupların homojen/benzer olup olmadığı irdelenmiştir.

Bu karşılaştırmaya göre gruptaki bireylerin cinsiyet dağılımları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır (Ki-kare=0,475; p=0,875) (Tablo 4.1).

Tablo 4.1. Grupların cinsiyet dağılımları yönüyle karşılaştırılması.

	Cinsiyet Dağılımı		<i>Ki-Kare Testi</i>	p
	Kadın (%)	Erkek (%)		
Tekrarlı Germeler Grubu	8 (66,7)	4 (33,3)	0,475	0,825
Kombine İzotonik Kontraksiyonlar Grubu	6 (54,5)	5 (45,5)		
Klasik Fizyoterapi Grubu	8 (66,7)	4 (33,3)		

Ki-Kare Testi kullanılarak elde edilen p değerleri, *p<0,05

Grupların dominant taraf dağılımları arasında da istatistiksel olarak anlamlı bir fark yoktur (Ki-kare=0,539; p=0,852)(Tablo 4.2).

Tablo 4.2. Grupların dominant taraf dağılımlarının birbirleri ile karşılaştırılması.

Gruplar	Dominant Taraf		Ki-Kare Testi	p
	Sağ (%)	Sol (%)		
Tekrarlı Germeler Grubu	11 (91,7)	1 (8,3)	0,539	0,852
Kombine İzotonik Kontraksiyonlar Grubu	9 (81,8)	2 (18,2)		
Klasik Fizyoterapi Grubu	10 (83,3)	2 (16,7)		

Ki-Kare Testi kullanılarak elde edilen p değerleri, *p<0,05; (Ki-kare Testi ile de doğrulanmıştır)

Grupların etkilenen taraf dağılımları birbirine benzer bulunmuştur (Ki-kare=2,645; p=0,321)(Tablo 4.3).

Tablo 4.3. Grupların etkilenen taraf dağılımlarının birbirleri ile karşılaştırılması.

Gruplar	Etkilenen Taraf		Ki-Kare Testi	p
	Sağ (%)	Sol (%)		
Tekrarlı Germeler Grubu	5 (41,7)	7 (58,3)	2,645	0,321
Kombine İzotonik Kontraksiyonlar Grubu	8 (72,7)	3 (27,3)		
Klasik Fizyoterapi Grubu	8 (66,7)	4 (33,3)		

Ki-Kare Testi kullanılarak elde edilen p değerleri, *p<0,05; (Ki-kare Testi ile de doğrulanmıştır)

Fiziksel özellikler yönüyle de gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır (Tablo 4.4).

Tablo 4.4. Grupların tedavi öncesi fiziksel özelliklerinin birbirleri ile karşılaştırılması.

Gruplar	Tekrarlı Germeler Grubu	Kombine İzotonik Kontraksiyonlar Grubu	Klasik Fizyoterapi Grubu	Kruskal-Wallis Testi	
				Ki-Kare	p
Fiziksel Özellikler	Ortanca (1.-3. Çeyrek)	Ortanca (1.-3. Çeyrek)	Ortanca (1.-3. Çeyrek)		
Yaş (yıl)	53,5 (49-59)	57 (47-62)	54 (48,5-61)	0,131	0,937
Boy (cm)	165 (161,5-173)	165 (162-168)	159,5(155-167,5)	4,043	0,132
Kilo (kg)	87,5 (79-90)	80 (72-90)	83 (69,5-89,5)	1,536	0,464
VKI (kg/cm²)	30,41 (27,4-33,06)	31,22 (27,43-32,65)	30,61 (27,86-35,47)	0,494	0,781

Kruskal-Wallis Testi kullanılarak elde edilen p değerleri, *p<0,05; (Ki-kare Testi ile de doğrulanmıştır)
VKİ: Vücut kitle indeksi

Çalışmaya katılan gruplardaki hastaların tedavi öncesi eklem hareket açıklıkları birbirine benzer bulunmuştur (Tablo 4.5).

Tablo 4.5. Grupların tedavi öncesi eklem hareket açıklığı yönünden karşılaştırılması

Gruplar	Tekrarlı Germeler Grubu	Kombine İzotonik Kontrak. Grubu	Klasik Fizyoterapi Grubu	Kruskal-Wallis Testi	
				Ki-kare	P
Diz Eklem Hareket Açıklıkları	Ortanca (1.-3. Çeyrek)	Ortanca (1.-3. Çeyrek)	Ortanca (1.-3. Çeyrek)		
Fleksiyon açısı (derece)	116,5 (97,5-130)	130 (115-130)	117,5 (107,5-130)	2,485	0,289
Ekstansiyon açısı (derece)	180 (180-180)	180 (179-180)	180 (179,5-180)	1,343	0,511

Kruskal-Wallis Testi kullanılarak elde edilen p değerleri, *p<0.05; (Ki-kare Testi ile de doğrulanmıştır)

Tedavi öncesi gruplar arasında algılanan ağrı şiddeti yönünden istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamıştır (Tablo 4.6.).

Tablo 4.6. Grupların tedavi öncesi algılanan ağrı şiddeti yönünden karşılaştırılması.

Gruplar	Tekrarlı Germeler Grubu	Kombine İzotonik Kontraksiyon Grubu	Klasik Fizyoterapi Grubu	Kruskal-Wallis Testi	
				Ki-kare	P
Ağrı Şiddeti ve Basınç- Ağrı Eşiği	Ortanca (1.-3. Çeyrek)	Ortanca (1.-3. Çeyrek)	Ortanca (1.-3. Çeyrek)		
Aktivite Sırasında 0-10 cm	7 (5-10)	5 (5-8)	7 (3,5-8,5)	0,799	0,671
İstirahat Sırasında 0-10 cm	1 (0-3)	0 (0-2)	1 (0-4,5)	1,052	0,591
Merdiven İnmede 0-10 cm	5 (2,5-7)	4 (3-8)	5,5 (2,5-7)	0,077	0,962
Merdiven Çıkmada 0-10 cm	5 (1,5-5,5)	5 (3-7)	4,5 (2-7)	0,219	0,896
Basınç-Ağrı Eşiği (Diz Eklemının Mediali) kg/cm ²	35,75 (24-61,8)	34 (24-42)	37,7 (29,75-51,1)	1,258	0,533
Basınç-Ağrı Eşiği (Diz Eklemının Laterali) kg/cm ²	46 (34-74,6)	44 (30-52)	47,5 (39,5-61)	0,928	0,629

Kruskal-Wallis Testi kullanılarak elde edilen p değerleri, *p<0.05; (Ki-kare Testi ile de doğrulanmıştır)

Tedavi öncesi izokinetik kas kuvveti yönünden gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık yoktur (Tablo 4.7).

Tablo 4.7. Grupların tedavi öncesi izokinetik kas kuvveti yönünden karşılaştırılması.

Gruplar	Tekrarlı Germeler Grubu	Kombine İzotonik Kontraksiyonlar Grubu	Klasik Fizyoterapi Grubu	Kruskal-Wallis Testi	
				Ki-kare	P
İzokinetik Kas Kuvveti	Ortanca (1.-3. Çeyrek)	Ortanca (1.-3. Çeyrek)	Ortanca (1.-3. Çeyrek)		
Diz Ekstansiyon Peak Torque Oranı (N/m) 60°/sn	77,6 (65,45-93,1)	80,2 (60,1-105,7)	87,6 (56,2-107,45)	0,41 2	0,814
Diz Ekstansiyon Peak Torque Vücut Ağırlığı Oranı PT/VA (%) 60°/sn	93,4 (85,5-98,9)	84,6 (66,8-130,4)	116,6 (67,5-140,2)	2,35 5	0,308
Diz Fleksiyon/ Peak Torque Oranı (N/m) 60°/sn	38,3 (20,8-46,95)	44,8 (33,9-48,3)	38,85 (23,05-48,75)	0,92 5	0,630
Diz Fleksiyon Peak Torque Vücut Ağırlığı Oranı PT/VA (%) 60°/sn	45,4 (23,55-46)	48,4 (44,7-67,3)	49 (27,55-56,7)	3,25 7	0,196
Diz Ekstansiyon Peak Torque Oranı (N/m) 180°/sn	47,8 (41,7-72)	50,6 (40,3-71,4)	59,6 (37,6-80,45)	0,75 7	0,685
Diz Ekstansiyon Peak Torque Vücut Ağırlığı Oranı PT/VA (%) 180°/sn	60,5 (49,15-74,65)	53,4 (40,3-78,3)	56,75 (32,1-98,6)	0,12 1	0,942
Diz Fleksiyon Peak Torque Oranı (N/m) 180°/sn	25,4 (14,15-40,7)	27,5 (20,6-37,5)	23,15 (14,5-33,7)	1,49 7	0,473
Diz Fleksiyon Peak Torque Vücut Ağırlığı Oranı PT/VA (%) 180°/sn	38,1 (21,4-56,3)	34 (27,1-43,4)	30,45 (17,35-40,6)	0,97 7	0,614

Kruskal-Wallis Testi kullanılarak elde edilen p değerleri, *p<0.05; (Ki-kare Testi ile de doğrulanmıştır)

Yapılan ilk ölçümlerde gruplar arasında kassal endurans yönünden anlamlı bir farklılık yoktur (Tablo 4.8).

Tablo 4.8. Grupların tedavi öncesi kassal endurans değerlerinin karşılaştırılması.

Gruplar	Tekrarlı Germeler Grubu	Kombine İzotonik Kontraksiyonlar Grubu	Klasik Fizyoterapi Grubu	Kruskal-Wallis Testi	
				χ^2	p
Kassal Endurans	Ortanca (1.-3. Çeyrek)	Ortanca (1.-3. Çeyrek)	Ortanca (1.-3. Çeyrek)		
Diz fleksiyonunda toplam iş (J) 180°	97 (38,05-153,5)	257 (140,2-458,7)	177,2 (76,65-311,75)	3,22	0,200
Diz ekstansiyonunda toplam iş (J) 180°	212,95 (162,5-615,85)	887,4 (344,4-1081,7)	752,3 (365,1-992,8)	4,96	0,084

Kruskal-Wallis Testi kullanılarak elde edilen p değerleri, *p<0.05; (Ki-kare Testi ile de doğrulanmıştır)

Tedavi öncesi fonksiyonel performans düzeyi açısından gruplar arasında anlamlı bir fark yoktur (Tablo 4.9).

Tablo 4.9. Grupların tedavi öncesi fonksiyonel performans değerlerinin karşılaştırılması.

Gruplar	Tekrarlı Germeler Grubu	Kombine İzotonik Kontraksiyonlar Grubu	Klasik Fizyoterapi Grubu	Kruskal-Wallis Testi	
				Ki-kare	p
Fonksiyonel Performans	Ortanca (1.-3. Çeyrek)	Ortanca (1.-3. Çeyrek)	Ortanca (1.-3. Çeyrek)		
Sürekli Kalk Yürü Testi (sn)	7,74 (7,41-8,99)	7,42 (7-9,7)	8,01 (6,86-9,23)	0,269	0,874
Basamak Tırmanma Testi (sn)	10,96 (9,6-13,02)	11,23 (9,63-16)	9,64 (7,76-12,06)	4,147	0,126
Altı Dakika Yürüme Testi (m)	450 (425-512,5)	437,5 (425-500)	367,5 (343-468,75)	4,703	0,095

Kruskal-Wallis Testi kullanılarak elde edilen p değerleri, *p<0,05 ; (Ki-kare Testi ile de doğrulanmıştır)

Tedavi öncesi WOMAC ölçeği ile değerlendirilen diz fonksiyonlarından ağrı alt başlığında gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmuştur (Ki-kare=8,152; p=0,017). İkili karşılaştırmalar sonucunda “Kombine İzotonik Kontraksiyon Grubu”ndaki (PNF-2) hastaların tedavi öncesi ağrı dağılımının, diğer iki gruptaki hastalardan anlamlı olarak daha yüksek olduğu bulunmuştur. Buna karşılık,

WOMAC ölçeği ile ölçülen diğer diz fonksiyonları yönünden tedavi öncesi gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamıştır (Tablo 4.10).

Tablo 4.10. Grupların tedavi öncesi WOMAC ölçeğine göre diz fonksiyonlarının karşılaştırılması

Gruplar	Tekrarlı Germeler Grubu	Kombine İzotonik Kontraksiyonlar Grubu	Klasik Fizyoterapi Grubu	Kruskal-Wallis Testi	
				Ki-kare	P
Diz Fonksiyonları (WOMAC)	Ortanca (1.-3. Çeyrek)	Ortanca (1.-3. Çeyrek)	Ortanca (1.-3. Çeyrek)		
Ağrı (puan)	5 (4-7) ^a	10 (7-12) ^b	6,5 (5-10) ^a	8,152	0,017*
Tutukluluk (puan)	3 (0-4)	0 (0-2)	3 (0-4)	1,455	0,483
Fonksiyon (puan)	22 (17-33)	25 (17-32)	28 (24-44,5)	4,327	0,115
Toplam puan	29 (27-41)	35 (28-46)	37,5 (33-47)	3,671	0,160

Kruskal-Wallis Testi kullanılarak elde edilen p değerleri, *p<0.05; (Ki-kare Testi ile de doğrulanmıştır)

Tedavi öncesi KOOS ölçeği ile ölçülen diz fonksiyonları yönünden gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık yoktur (Tablo 4.11).

Tablo 4.11. Grupların tedavi öncesi KOOS ölçeğine göre diz fonksiyonlarının karşılaştırılması

Gruplar	Tekrarlı Germeler Grubu	Kombine İzotonik Kontraksiyonlar Grubu	Klasik Fizyoterapi Grubu	Kruskal-Wallis	
				Ki-kare	P
Diz Fonksiyonları (KOOS)	Ortanca (1.-3. Çeyrek)	Ortanca (1.-3. Çeyrek)	Ortanca (1.-3. Çeyrek)		
Semptomlar (puan)	69,65 (55,36-85,72)	71,43 (67,86-75)	67,86 (57,14-76,39)	0,110	0,947
Ağrı (puan)	61,11 (47,22-86,11)	63,89 (61,11-77,78)	73,61 (59,72-77,86)	0,260	0,878
Fonksiyon (puan)	58,82 (42,65-91,18)	73,53 (51,47-79,41)	55,89 (45,59-70,59)	3,732	0,155
Spor ve Boş Zaman Aktiviteleri (puan)	40 (17,5-45)	55 (25-65)	42,5 (35-57,5)	1,499	0,473
Yaşam Kalitesi (puan)	40,63 (25-53,13)	50 (25-56,25)	56,25 (37,5-62,5)	1,434	0,488
Toplam puan	56,1 (42,25-83,2)	64,9 (48,8-72,6)	66,1 (48,2-69,65)	0,396	0,820

Kruskal-Wallis Testi kullanılarak elde edilen p değerleri, * p<0,05; (Ki-kare Testi ile de doğrulanmıştır)

Tedavi öncesi gruplar arasında denge ve postüral kontrol açısından herhangi bir farka raslanmamıştır (Tablo 4.12).

Tablo 4.12. Grupların tedavi öncesi denge ve postüral kontrol puanlarının karşılaştırılması.

Gruplar	Tekrarlı Germeler Grubu	Kombine İzotonik Kontraksiyonlar Grubu	Klasik Fizyoterapi Grubu	Kruskal-Wallis Testi	
				Ki-kare	P
Postüral Kontrol ve Denge	Ortanca (1.-3. Çeyrek)	Ortanca (1.-3. Çeyrek)	Ortanca (1.-3. Çeyrek)		
BERG denge testi (puan)	54 (53-55)	54 (52-55)	53 (52,5-54,5)	1,619	0,445
Gözler Açık/ AP (puan)	0,55 (0,4-0,9)	0,6 (0,4-1,1)	0,8 (0,4-1,5)	0,438	0,803
Gözler Açık/ ML (puan)	0,65 (0,25-1,3)	0,5 (0,3-1)	0,3 (0,15-0,3)	5,438	0,066
Gözler Açık/ Toplam Puan	1,05 (0,95-1,4)	0,7 (0,4-1,6)	0,9 (0,4-1,65)	0,533	0,766
Gözler Kapalı/ AP (puan)	1,15 (0,95-2,7)	1 (0,6-1,2)	1,7 (0,9-2,2)	4,092	0,129
Gözler Kapalı/ ML (puan)	0,4 (0,35-1,15)	1,1 (0,6-1,4)	1,1 (0,55-1,35)	1,768	0,413
Gözler Kapalı / Toplam (puan)	2,15 (1,1-3,55)	1,7 (1-1,9)	2,15 (1,4-2,7)	2,422	0,298

Kruskal-Wallis Testi kullanılarak elde edilen p değerleri, *p<0,05; (Ki-kare Testi ile de doğrulanmıştır) AP. Anteroposterior; ML: Mediolateral

Tedavi öncesi diz eklem pozisyon hissi yönünden gruplar birbirine benzer bulunmuştur (Tablo 4.13).

Tablo 4.13. Grupların tedavi öncesi diz eklem pozisyon hissi yönünden karşılaştırılması.

Gruplar	Tekrarlı Germeler Grubu	Kombine İzotonik Kontraksiyonlar Grubu	Klasik Fizyoterapi Grubu	Kruskal-Wallis Testi	
				Ki-kare	P
Eklem Pozisyon Hissi	Ortanca (1.-3. Çeyrek)	Ortanca (1.-3. Çeyrek)	Ortanca (1.-3. Çeyrek)		
Sapma Açıları (°)					
Hedef Aç 30° den sapma	2,5 (1,85-5)	3 (1-9)	3,5 (2-6)	0,282	0,869
Hedef Aç 45° den sapma	4,5 (1-5,85)	5 (2-7)	5 (3-11)	0,64	0,73
Hedef Aç 60° den sapma	7 (4,5-11,5)	7 (3-12)	4 (3-7,5)	1,605	0,448

Kruskal-Wallis Testi kullanılarak elde edilen p değerleri, *p<0,05; (Ki-kare Testi ile de doğrulanmıştır)

Ayrıca gruplardan bağımsız olarak, tüm hastalar için hedeflenen açılara göre hedef açıdan sapma miktarları karşılaştırılmıştır. Hedeflenen açı değeri arttıkça sapma miktarı dağılımına ilişkin istatistiklerin de (hem ortanca ve ortalama, hem de çeyreklere ilişkin istatistiklerin) arttığı görülmüş ve ölçümler arası farklılık istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur (Ki-kare= 7,080; p=0,029). Grupların ikişerli karşılaştırmaları sonucunda ise, hedeflenen diz fleksiyon açının 60° olduğu ölçümlere ilişkin sapmaların, hedeflenen açının 30° ve 45° olduğu ölçümlerdeki sapma miktarlarına göre farklı olduğu bulunmuştur (Tablo 4.14).

Tablo 4.14. Gruplardaki tüm hastaların tedavi öncesi eklem pozisyon hissinde hedeflenen açılara göre hedef açılardan sapma değerlerinin karşılaştırılması.

Sapma Açıları (°)	Ort±SS	Ortanca (1.-3. Çeyrek)	Min	Maks	Ki-kare	P
Hedef Açı 30° den sapma	4,26±3,5	3 (2-6) ^a	0	12	7,080	0,029*
Hedef Açı 45° den sapma	5,45±4,19	5 (2-7) ^a	0	15		
Hedef Açı 60° den sapma	7,79±6,44	7 (3-8) ^b	0	32		

Ki-Kare Testi kullanılarak elde edilen p değerleri ,*p<0.05, X:Ortalama, Min:Minimum, Maks:Maksimum

Yukarıdaki analizler sonucunda 2 değişken hariç, diğer bütün değişkenler açısından grupların homojen/benzer dağılıma sahip oldukları görülmektedir.

4.2. Tedavi Gruplarında Tedavi Etkinliklerinin Değerlendirilmesi

İkinci aşamada farklı tedavi programlarının ayrı ayrı etkinliği tedavi öncesi ve sonrası ölçümler üzerinden irdelenmiştir.

Tekrarlı Germeler Grubunda (PNF1) fleksiyon hareket açıklığı yönünden tedavi öncesi ve sonrası ölçümleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark vardır; fakat ekstansiyon hareket açıklığı yönünden tedavi öncesi-sonrası ölçümleri arasındaki fark anlamlı değildir (Tablo 4.15).

Tablo 4.15. PNF-1 grubunda eklem hareket açıklığı değerlerinin tedavi öncesi ve sonrası karşılaştırılması.

Tekrarlı Germeler Grubu	Tedavi Öncesi	Tedavi Sonrası	Wilcoxon Testi	
			z	p
Eklem Hareket Açıklığı (°)	Ortanca (1.-3.Çeyrek)	Ortanca (1.-3.Çeyrek)		
Fleksiyon (°)	116,5 (96,25-130)	131 (108,5-137,25)	-3,086	0,002*
Ekstansiyon (°)	180 (180-180)	180 (180-180)	-1,000	0,317

Wilcoxon İşaretili Sıralar Testi kullanılarak elde edilen p değerleri, *p<0.05

PNF-1 Grubunda algılanan ağrı şiddeti ile ilgili tüm parametrelerde tedavi öncesi-sonrası ölçümler arasında istatistiksel olarak anlamlı farklar olduğu bulunmuştur (Tablo 4.16).

Tablo 4.16. PNF-1 grubunda tedavi öncesi ve sonrası algılanan ağrı şiddeti değerlerinin karşılaştırılması.

Tekrarlı Germeler Grubu	Tedavi Öncesi	Tedavi Sonrası	Wilcoxon Testi	
			z	p
Ağrı Şiddeti	Ortanca (1.-3.Çeyrek)	Ortanca (1.-3.Çeyrek)		
Aktivite Sırasında (VAS=0-10 cm)	7 (5-10)	2 (1-2,75)	-3,077	0,002*
İstirahat Sırasında (VAS=0-10 cm)	1 (0-3)	0 (0-0)	-2,232	0,026*
Merdiven İnme Sırasında (VAS=0-10 cm)	5 (2,25-7,5)	0,5 (0-2)	-2,854	0,004*
Merdiven Çıkma Sırasında (VAS=0-10 cm)	5 (0,75-5,75)	0 (0-3,5)	-2,375	0,018*
Basınç-Ağrı Eşiği (kg/cm²) (Diz Eklemının Mediali)	35,75 (24-68,9)	65,2 (45-81,05)	-2,434	0,015*
Basınç-Ağrı Eşiği (kg/cm²) (Diz Eklemının Laterali)	46 (34-79,8)	75 (55-88,75)	-1,962	0,050*

Wilcoxon İşaretili Sıralar Testi kullanılarak elde edilen p değerleri, *p<0.05

PNF-1 grubunda izokinetik olarak diz fleksörlerinin peak torque oranı ve diz fleksörleri peak torque/ vücut ağırlığı oranı hariç, diğer bütün alt parametrelerde tedavi sonrası öncesine göre istatistiksel olarak anlamlı gelişmeler olduğu bulunmuştur (Tablo 4.17).

Tablo 4.17. PNF-1 grubunda izokinetik kas kuvvetinin tedavi öncesi ve sonrası ölçüm değerlerinin karşılaştırılması.

Tekrarlı Germeler Grubu	Tedavi Öncesi	Tedavi Sonrası	Wilcoxon Testi	
			z	p
İzokinetik Kas Kuvveti	Ortanca (1.-3.Çeyrek)	Ortanca (1.-3.Çeyrek)		
Diz Ekstansörleri Peak Torque Oranı (N/m) 60°/sn	77,6 (62,28-93,85)	92,65 (78,7-118,8)	-3,062	0,002*
Diz Ekstansörleri Peak Torque/Vücut Ağırlığı Oranı PT/VA (%) 60°/sn	93,4 (85,5-98,9)	114,15 (97-126,43)	-3,062	0,002*
Diz Fleksörleri Peak Torque Oranı (N/m) 60°/sn	38,3 (20,65-49,43)	41,95 (33,83-54,55)	-2,826	0,005*
Diz Fleksörleri, Peak Torque /Vücut Ağırlığı Oranı (PT/VA) (%) 60°/sn	45,4 (23,53-46)	48,75 (36,6-68,5)	-3,062	0,002*
Diz Ekstansörleri, Peak Torque Oranı (N/m) 180°/sn	47,8 (40,95-74,8)	76,9 (55,8-84,1)	-3,061	0,002*
Diz Ekstansörleri, Peak Torque/Vücut Ağırlığı Oranı (PT/VA) (%) 180°/sn	60,5 (48,58-76,13)	82,65 (62,5-94,5)	-3,062	0,002*
Diz Fleksörleri Peak Torque Oranı (N/m) 180°/sn	25,4 (13,28-43,45)	29,15 (19,4-41,8)	-1,258	0,209
Diz Fleksörleri, Peak Torque/Vücut Ağırlığı Oranı (PT/VA) (%) 180°/sn	38,1 (18,7-56,3)	33,65 (22,3-55,23)	-0,864	0,388

Wilcoxon İşaretili Sıralar Testi kullanılarak elde edilen p değerleri, *p<0.05; PT: Peak Torque, VA:Vücut Ağırlığı

PNF-1 grubunda kassal endurans yönünden bütün değerlerde tedavi öncesi ve sonrası yapılan ölçümler arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmuştur (Tablo 4.18).

Tablo 4.18. PNF-1 grubunda kassal endüransın tedavi öncesi ve sonrası ölçüm sonuçlarının karşılaştırılması.

Tekrarlı Germeler Grubu	Tedavi Öncesi	Tedavi Sonrası	Wilcoxon Testi	
			z	p
Kassal Endürans	Ortanca (1.-3.Çeyrek)	Ortanca (1.-3.Çeyrek)		
Diz fleksiyonu sırasında toplam iş (J) 180°	97 (38,05-153,5)	162 (95-279)	-3,061	0,002*
Diz ekstansiyonu sırasında toplam iş (J) 180°	212,95 (162,5-615,85)	580 (425-1019,95)	-3,059	0,002*
Diz fleksiyonu sırasında toplam iş (J) 60°	66,25 (57,4-138,39)	95,45 (74,79-161,88)	-3,061	0,002*
Diz ekstansiyonu sırasında toplam iş (J) 60°	232,05 (140,8-385,65)	337,05 (161,1-460,55)	-2,513	0,012*

Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi kullanılarak elde edilen p değerleri, *p<0.05

PNF-1 grubunda tedavi sonrası fonksiyonel performansı gösteren tüm testlerde tedavi sonrası anlamlı gelişmeler olmuştur. (Tablo 4.19).

Tablo 4.19. PNF-1 grubunda fonksiyonel performansın tedavi öncesi ve sonrası ölçüm sonuçlarının karşılaştırılması.

Tekrarlı Germeler Grubu	Tedavi Öncesi	Tedavi Sonrası	Wilcoxon Testi	
			z	p
Fonksiyonel Performans	Ortanca (1.-3.Çeyrek)	Ortanca (1.-3.Çeyrek)		
Sürelî Kalk Yürü Testi (sn)	7,74 (7,4-9,06)	7,2 (6,39-7,52)	-3,062	0,002*
Basamak Tırmanma Testi (sn)	10,96 (9,4-13,47)	8,93 (8-9,68)	-3,061	0,002*
Altı Dakika Yürüme Testi (m)	450 (425-518,75)	487,5 (453,13-566,63)	-3,062	0,002*

Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi kullanılarak elde edilen p değerleri, *p<0.05

PNF-1 Grubunda WOMAC ölçeği ile değerlendirilen diz fonksiyonlarının tüm alt parametrelerinde tedavi sonrası tedavi öncesine göre anlamlı gelişmeler olduğu görülmüştür (Tablo 4.20).

Tablo 4.20. PNF-1 grubunda WOMAC ölçeğine göre diz fonksiyonlarının tedavi öncesi ve sonrası sonuçlarının karşılaştırılması.

Tekrarlı Germeler Grubu	Tedavi Öncesi	Tedavi Sonrası	Wilcoxon Testi	
			z	p
Diz Fonksiyonları (WOMAC)	Ortanca (1.-3.Çeyrek)	Ortanca (1.-3.Çeyrek)		
Ağrı (puan)	5 (4-7)	2 (0,25-2)	-3,078	0,002*
Tutukluk (puan)	3 (0-4)	0 (0-0)	-2,217	0,027*
Fonksiyon (puan)	22 (17-33,5)	12,5 (6,25-20)	-3,071	0,002*
Toplam (puan)	29 (27-41)	14,5 (6,25-21,5)	-3,066	0,002*

Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi kullanılarak elde edilen p değerleri, *p<0.05

PNF-1 grubunda tedavi sonrası KOOS ölçeği ile değerlendirilen diz fonksiyonlarının tüm alt parametrelerinde de gelişme lehine anlamlı farklar bulunmuştur (Tablo 4.21).

Tablo 4.21. PNF-1 grubunda KOOS ölçeği ile değerlendirilen diz fonksiyonlarının tedavi öncesi ve sonrası ölçüm sonuçlarının karşılaştırılması.

Tekrarlı Germeler Grubu	Tedavi Öncesi	Tedavi Sonrası	Wilcoxon Testi	
			z	p
Diz Fonksiyonları (KOOS)	Ortanca (1.-3.Çeyrek)	Ortanca (1.-3.Çeyrek)		
Semptomlar (puan)	69,65 (54,46-87,5)	87,46 (85,71-95,54)	-2,408	0,016*
Ağrı (puan)	61,11 (47,22-86,11)	86,11 (83,33-95,14)	-2,608	0,009*
Fonksiyon (puan)	58,82 (42,65-91,18)	94,12 (94,12-99,27)	-3,066	0,002*
Spor ve Boş Zaman Aktiviteleri (puan)	40 (8,75-47,5)	60 (48,75-86,25)	-2,947	0,003*
Yaşam Kalitesi (puan)	40,63 (18,75-54,69)	76 (75-91,56)	-2,715	0,007*
Toplam (puan)	56,1 (39,88-84,3)	87,5 (84,5-92,45)	-3,066	0,002*

Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi kullanılarak elde edilen p değerleri, *p<0.05

PNF-1 grubunda postüral kontrol ve denge yönüyle gözler kapalı ölçüm sonuçları hariç tedavi öncesi ve sonrası ölçümleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark vardır (Tablo 4.22).

Tablo 4.22. PNF-1 grubunda denge ve postüral kontrol ölçüm sonuçlarının tedavi öncesi ve sonrası karşılaştırılması.

Tekrarlı Germeler Grubu	Tedavi Öncesi	Tedavi Sonrası	Wilcoxon Testi	
			z	p
Denge ve Postüral Kontrol	Ortanca (1.-3.Çeyrek)	Ortanca (1.-3.Çeyrek)		
Berg Denge Testi (puan)	54 (53-55)	55 (54,25-56)	-2,555	0,011*
Antero-Posterior (puan) (Gözler Açık)	0,55 (0,4-0,9)	0,45 (0,2-0,7)	-2,146	0,032*
Medio-Lateral (puan) (Gözler Açık)	0,65 (0,23-1,3)	0,3 (0,13-0,38)	-2,328	0,020*
Toplam (puan) (Gözler Açık)	1,05 (0,93-1,4)	0,6 (0,33-0,8)	-2,943	0,003*
Antero- Posterior (puan) (Gözler Kapalı)	1,15 (0,93-2,9)	1 (0,7-1,6)	-1,531	0,126
Medio-Lateral (puan) (Gözler Kapalı)	0,4 (0,33-1,18)	0,65 (0,2-1,1)	-0,354	0,724
Toplam (puan) (Gözler Kapalı)	2,15 (1,1-3,73)	1,25 (0,7-1,95)	-1,731	0,083*

Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi kullanılarak elde edilen p değerleri, *p<0.05

PNF-1 grubunda diz 30°, 45° ve 60° diz fleksiyon açılarında değerlendirilen diz eklem pozisyon hissi, tüm açılarda tedavi sonrası anlamlı gelişme göstermiş ve eklem pozisyon hissindeki sapma açıları tedavi sonrası anlamlı azalma olmuştur (Tablo 4.23).

Tablo 4.23. PNF-1 grubunda diz eklem pozisyon hissi ölçüm sonuçlarının tedavi öncesi ve sonrası ölçüm sonuçlarının karşılaştırılması..

Tekrarlı Germeler Grubu	Tedavi Öncesi	Tedavi Sonrası	Wilcoxon Testi	
			z	p
Diz Eklem Pozisyon Hissi Sapma Açıları (°)	Ortanca (1.-3.Çeyrek)	Ortanca (1.-3.Çeyrek)		
Hedef Açı 30°	2,5 (1,78-5)	2 (1-2,75)	-2,117	0,034*
Hedef Açı 45°	4,5 (1-6,28)	2 (1-2)	-2,613	0,009*
Hedef Açı 60°	7 (3,75-13,25)	2 (2-4,5)	-1,962	0,050*

Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi kullanılarak elde edilen p değerleri, *p<0.05

PNF-2 grubunda diz fleksiyon eklem hareket açıklığında tedavi sonrası, tedavi öncesine göre istatistiksel olarak anlamlı bir artış görülürken; diz ekstansiyon hareket açıklığında herhangi gelişmeye raslanmamıştır. (Tablo 4.24).

Tablo 4.24. PNF-2 Grubunda eklem hareket açıklığının tedavi öncesi ve sonrası ölçüm sonuçlarının karşılaştırılması.

Kombine İzotonik Kontraksiyonlar Grubu	Tedavi Öncesi	Tedavi Sonrası	Wilcoxon Testi	
			z	p
Eklem Hareket Açıklığı (°)	Ortanca (1.-3.Çeyrek)	Ortanca (1.-3.Çeyrek)		
Fleksiyon Hareket Açıklığı (°)	130 (115-130)	134 (125-140)	-2,400	0,016*
Ekstansiyon Hareket Açıklığı (°)	180 (179-180)	180 (180-180)	-1,000	0,317

Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi kullanılarak elde edilen p değerleri, *p<0.05

PNF-2 grubunda algılanan ağrı şiddeti yönünden istirahat sırasındaki ağrı hariç bütün boyutlarda tedavi öncesi ve sonrası ölçümleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklar vardır (Tablo 4.25).

Tablo 4.25. PNF-2 grubunda algılanan ağrı şiddetinin ve basınç ağrı eşiğinin tedavi öncesi ve sonrası ölçüm sonuçlarının karşılaştırılması.

Kombine İzotonik Kontraksiyonlar Grubu	Tedavi Öncesi	Tedavi Sonrası	Wilcoxon Testi	
			z	p
Algılanan Ağrı Şiddeti ve Basınç Ağrı Eşiği	Ortanca (1.-3.Çeyrek)	Ortanca (1.-3.Çeyrek)		
Aktivite Sırasında Ağrı Şiddeti (VAS: 0-10 cm)	5 (5-8)	2 (0-3)	-2,952	0,003*
İstirahat Sırasında Ağrı Şiddeti (VAS: 0-10 cm)	0 (0-2)	0 (0-0)	-1,355	0,176
Merdiven İnme Sırasında Ağrı Şiddeti (VAS: 0-10 cm)	4 (3-8)	0 (0-2)	-2,946	0,003*
Merdiven Çıkma Sırasında Ağrı Şiddeti (VAS: 0-10 cm)	5 (3-7)	1 (0-2)	-2,859	0,004*
Basınç-Ağrı Eşiği (Diz Eklemine Mediali) kg/cm ²	34 (24-42)	60,4 (48,6-87)	-2,701	0,007*
Basınç-Ağrı Eşiği (Diz Eklemine Lateral) kg/cm ²	44 (30-52)	70 (45-97)	-2,293	0,022*

Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi kullanılarak elde edilen p değerleri, *p<0.05

PNF-2 grubunda tedavi sonrası diz ekstansörlerinin hem 60°/sn, hem de 180°/sn hızlarda yapılan izokinetik kas kuvvet değerlendirmesinde peak torque oranı ve peak torque/ vücut ağırlığı oranlarında anlamlı gelişmeler olurken; diz fleksörlerinin peak torque ve peak torque/vücut ağırlığı oranında sadece hem 60°/sn hızda yapılan ölçüm değerlerinde anlamlı gelişmeler olmuştur. (Tablo 4.26).

Tablo 4.26. PNF-2 grubunda izokinetik kas kuvvetinin tedavi öncesi ve sonrası ölçüm sonuçlarının karşılaştırılması.

Kombine İzotonik Kontraksiyonlar Grubu	Tedavi Öncesi	Tedavi Sonrası	Wilcoxon Testi	
			z	p
İzokinetik Kas Kuvveti	Ortanca (1.-3.Çeyrek)	Ortanca (1.-3.Çeyrek)		
Diz Ekstansörleri Peak Torque Oranı (N/m) 60°/sn	80,2 (60,1-105,7)	109,7 (78,2-121,5)	-2,934	0,003*
Diz Ekstansörleri Peak Torque /Vücut Ağırlığı Oranı (PT/VA) (%) 60°/sn	84,6 (66,8-130,4)	110,5 (100-161,3)	-2,934	0,003*
Diz Fleksörleri Peak Torque Oranı (N/m) 60°/sn	44,8 (33,9-48,3)	40,2 (35,9-54)	-1,112	0,266
Diz Fleksörleri Peak Torque /Vücut Ağırlığı Oranı (PT/VA) (%) 60°/sn	48,4 (44,7-67,3)	55,3 (47,4-64)	-1,067	0,286
Diz Ekstansörleri Peak Torque Oranı (N/m) 180°/sn	50,6 (40,3-71,4)	69,3 (55,1-89,6)	-2,934	0,003*
Diz Ekstansörleri Peak Torque Vücut Ağırlığı Oranı (PT/VA) (%) 180°/sn	53,4 (40,3-78,3)	77,1 (70,9-115)	-2,934	0,003*
Diz Fleksörleri Peak Torque Oranı (N/m) 180°/sn	27,5 (20,6-37,5)	35,7 (32,7-41,7)	-2,936	0,003*
Diz Fleksörleri Peak Torque/Vücut Ağırlığı Oranı (PT/VA) (%) 180°/sn	34 (27,1-43,4)	41 (35,4-58,6)	-2,934	0,003*

Wilcoxon İşaretili Sıralar Testi kullanılarak elde edilen p değerleri, *p<0.05 PT: Peak Torque, VA: Vücut Ağırlığı

PNF-2 grubunda tedavi sonrası kassal enduransın tüm alt parametrelerinde gelişme yönünde istatistiksel olarak anlamlı farklar bulunmuştur (Tablo 4.27).

Tablo 4.27. PNF-2 kassal enduransın tedavi öncesi ve sonrası ölçüm sonuçlarının karşılaştırılması.

Kombine İzotonik Kontraksiyonlar Grubu	Tedavi Öncesi	Tedavi Sonrası	Wilcoxon Testi	
			z	p
Kassal Endurans	Ortanca (1.-3.Çeyrek)	Ortanca (1.-3.Çeyrek)		
Diz fleksiyonu sırasında toplam iş (J) 180°	257 (140,2-458,7)	400,3 (148,4-555,3)	-2,490	0,013*
Diz ekstansiyonu sırasında toplam iş (J) 180°	887,4 (344,4-1081,7)	999,9 (798,2-1404,5)	-2,402	0,016*
Diz fleksiyonu sırasında toplam iş (J) 60°	159 (81-213,4)	233,9 (128-358,9)	-2,934	0,003*
Diz ekstansiyonu sırasında toplam iş (J) 60°	238 (142,4-337)	344,6 (212-528)	-2,934	0,003*

Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi kullanılarak elde edilen p değerleri, *p<0.05

PNF-2 grubunda tedavi sonrasında tedavi öncesine göre fonksiyonel performansın tüm alt parametrelerinde istatistiksel olarak gelişmeler olduğu bulunmuştur (Tablo 4.28).

Tablo 4.28. PNF-2 grubunda fonksiyonel performansın tedavi öncesi ve sonrası ölçüm değerlerinin karşılaştırılması.

Kombine İzotonik Kontraksiyon Grubu	Tedavi Öncesi	Tedavi Sonrası	Wilcoxon Testi	
			z	p
Fonksiyonel Performans	Ortanca (1.-3.Çeyrek)	Ortanca (1.-3.Çeyrek)		
Sürekli Kalk Yürü Testi (sn)	7,42 (7-9,7)	6,23 (5,41-6,5)	-2,756	0,006*
Basamak Tırmanma Testi (sn)	11,23 (9,63-16)	8,3 (6,63-8,6)	-2,934	0,003*
Altı Dakika Yürüme Testi (m)	437,5 (425-500)	550 (487-570)	-2,936	0,003*

Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi kullanılarak elde edilen p değerleri, *p<0.05

PNF-2 grubunda WOMAC ölçeği ile değerlendirilen diz fonksiyonlarında tutukluk alt parametresi hariç, bütün alt parametrelerde önce-sonra ölçümleri arasında istatistiksel olarak anlamlı gelişmeler olduğu bulunmuştur (Tablo 4.29).

Tablo 4.29. PNF-2 grubunda WOMAC ölçeği ile ölçülen diz fonksiyonlarının tedavi öncesi ve sonrası ölçüm değerlerinin karşılaştırılması.

Kombine İzotonik Kontraksiyon Grubu	Tedavi Öncesi	Tedavi Sonrası	Wilcoxon Testi	
			z	p
Diz Fonksiyonları (WOMAC)	Ortanca (1.-3.Çeyrek)	Ortanca (1.-3.Çeyrek)		
Ağrı (puan)	10 (7-12)	3 (2-5)	-2,809	0,005*
Tutukluk (puan)	0 (0-2)	0 (0-1)	-1,300	0,194
Fonksiyon (puan)	25 (17-32)	10 (7-17)	-2,938	0,003*
Toplam (puan)	35 (28-46)	12 (10-23)	-2,943	0,003*

Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi kullanılarak elde edilen p değerleri, *p<0.05

PNF-2 grubunda KOOS ölçeğine göre değerlendirilen diz fonksiyonlarında yaşam kalitesi alt başlığı hariç, bütün alt başlıklarda tedavi sonrası anlamlı gelişmeler olduğu görülmüştür (Tablo 4.30).

Tablo 4.30. PNF-2 grubunda KOOS ölçeğine göre diz fonksiyonlarının tedavi öncesi ve sonrası ölçüm değerlerinin karşılaştırılması.

Kombine İzotonik Kontraksiyonlar Grubu	Tedavi Öncesi	Tedavi Sonrası	Wilcoxon Testi	
			z	p
KOOS (0-100 puan)	Ortanca (1.-3.Çeyrek)	Ortanca (1.-3.Çeyrek)		
Semptomlar (puan)	71,43 (67,86-75)	92,86 (78,57-92,86)	-2,825	0,005*
Ağrı (puan)	63,89 (61,11-77,78)	88,89 (72,22-91,67)	-2,585	0,010*
Fonksiyon (puan)	73,53 (51,47-79,41)	89,71 (83,82-92,65)	-2,675	0,007*
Spor ve Boş Zaman Aktiviteleri (puan)	55 (25-65)	60 (55-80)	-2,558	0,011*
Yaşam Kalitesi (puan)	50 (25-56,25)	68,75 (45,75-75)	-1,891	0,059*
Toplam (puan)	64,9 (48,8-72,6)	85,1 (78,7-86)	-2,937	0,003*

Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi kullanılarak elde edilen p değerleri, *p<0.05

PNF-2 grubunda tedavi sonrasında tedavi öncesine göre dengede anlamlı bir gelişme olduğu görülmüştür. Postüral kontrolde ise gözler açık olarak yapılan tüm ölçüm sonuçlarında anlamlı gelişmeler olurken, gözler kapalı olarak yapılan ölçümlerin hiçbirinde bir değişiklik olmamıştır. (Tablo 4.31).

Tablo 4.31. PNF-2 grubunda denge ve postüral kontrolün tedavi öncesi ve sonrası ölçüm değerlerinin karşılaştırılması.

Kombine İzotonik Kontraksiyonlar Grubu	Tedavi Öncesi	Tedavi Sonrası	Wilcoxon Testi	
			z	p
Denge ve Postüral Kontrol	Ortanca (1.-3.Çeyrek)	Ortanca (1.-3.Çeyrek)		
Berg Denge Testi (Puan)	54 (52-55)	56 (55-56)	-2,536	0,011*
Antero-Posterior (Puan) (Gözler Açık)	0,6 (0,4-1,1)	0,4 (0,2-0,6)	-2,201	0,028*
Medio-Lateral (Puan) (Gözler Açık)	0,5 (0,3-1)	0,3 (0,3-0,4)	-1,703	0,089*
Toplam (Puan) (Gözler Açık)	0,7 (0,4-1,6)	0,6 (0,4-0,9)	-2,120	0,034*
Antero- Posterior (Puan) (Gözler Kapalı)	1 (0,6-1,2)	0,9 (0,6-1)	-0,491	0,623
Medio-Lateral (Puan) (Gözler Kapalı)	1,1 (0,6-1,4)	0,4 (0,2-1,2)	-1,540	0,123
Toplam (Puan) (Gözler Kapalı)	1,7 (1-1,9)	1,1 (0,8-1,6)	-1,355	0,176

Wilcoxon İşaretili Sıralar Testi kullanılarak elde edilen p değerleri, *p<0.05

PNF-2 grubunda tedavi sonrası tüm açılarda değerlendirilen diz eklem pozisyon hissi tedavi öncesine göre istatistiksel olarak anlamlı gelişme göstermiş ve eklem pozisyon hissinde tedavi öncesi olan hata payları tedavi sonrası anlamlı düzeyde azalmıştır (Tablo 4.32.).

Tablo 4.32. PNF-2 grubunda diz eklem pozisyon hissini tedavi öncesi ve sonrası ölçüm değerlerinin karşılaştırılması.

Kombine İzotonik Kontraksiyonlar Grubu	Tedavi Öncesi	Tedavi Sonrası	Wilcoxon Testi	
			z	p
Diz Eklem Pozisyon Hissi Sapma Açılı (°)	Ortanca (1.-3.Çeyrek)	Ortanca (1.-3.Çeyrek)		
Hedef Aç 30 °	3 (1-9)	1 (0-4)	-2,716	0,007*
Hedef Aç 45 °	5 (2-7)	1 (0-1)	-2,677	0,007*
Hedef Aç 60 °	7 (3-12)	2 (0-5)	-2,812	0,005*

Wilcoxon İşaretili Sıralar Testi kullanılarak elde edilen p değerleri, *p<0.05

Klasik Fizyoterapi Grubunda fleksiyon eklem hareket açıklığında tedavi sonrasında tedavi öncesine göre istatistiksel olarak anlamlı düzeyde bir artış olurken, ekstansiyon hareket açıklığı boyutunda önce-sonra ölçümleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farka raslanmamıştır (Tablo 4.33).

Tablo 4.33. Klasik Fizyoterapi Grubunda eklem hareket açıklığının tedavi öncesi-sonrası ölçümlerinin karşılaştırılması.

Klasik Fizyoterapi Grubu	Tedavi Öncesi	Tedavi Sonrası	Wilcoxon Testi	
			z	p
Eklem Hareket Açıklığı	Ortanca (1.-3.Çeyrek)	Ortanca (1.-3.Çeyrek)		
Diz Fleksiyon Eklem Hareket Açıklığı (°)	117,5 (103,75-130)	129 (120-135)	-2,814	0,005*
Diz Ekstansiyon Eklem Hareket Açıklığı (°)	180 (179,25-180)	180 (180-180)	-1,000	0,317

Wilcoxon İşaretili Sıralar Testi kullanılarak elde edilen p değerleri, *p<0.05

Klasik Fizyoterapi Grubunda algılanan ağrı şiddeti yönüyle aktivite, istirahat, merdiven inme ve merdiven çıkma sırasında ağrı şiddeti boyutlarında önce-sonra ölçümleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark vardır (Tablo 4.34).

Tablo 4.34. Klasik Fizyoterapi Grubunda algılanan ağrı şiddeti ve basınç- ağrı eşiğinin tedavi öncesi ve sonrası ölçüm değerlerinin karşılaştırılması.

Klasik Fizyoterapi Grubu	Tedavi Öncesi	Tedavi Sonrası	Wilcoxon Testi	
			z	p
Ağrı Şiddeti ve Basınç- Ağrı Eşiği	Ortanca (1.-3.Çeyrek)	Ortanca (1.-3.Çeyrek)		
Aktivite Sırasında Ağrı Şiddeti (0-10 cm)	7 (3,25-8,75)	3,5 (1,25-5)	-2,814	0,005*
İstirahat Sırasında Ağrı Şiddeti (0-10 cm)	1 (0-4,75)	0 (0-0)	-2,226	0,026*
Merdiven İnme Sırasında Ağrı Şiddeti (0-10 cm)	5,5 (2,25-7)	3 (1-5)	-2,820	0,005*
Merdiven Çıkma Sırasında Ağrı Şiddeti (0-10 cm)	4,5 (2-7)	3,5 (1,25-5)	-2,124	0,034*
Basınç-Ağrı Eşiği kg/cm² (Diz Eklemının Mediali)	37,7 (27,13-51,15)	46,65 (30,5-58,75)	-1,888	0,059*
Basınç-Ağrı Eşiği kg/cm² (Diz Eklemının Laterali)	47,5 (36,75-61)	55,5 (37,5-64,75)	-1,785	0,074*

Wilcoxon İşaretili Sıralar Testi kullanılarak elde edilen p değerleri, *p<0.05

Klasik Fizyoterapi Grubunda izokinetik kas kuvvetinin tüm hızlarda yapılan ölçümlerinde tedavi sonrası tedavi öncesine göre istatistiksel olarak anlamlı gelişmeler olmuştur (Tablo 4.35).

Tablo 4.35. Klasik Fizyoterapi Grubunda izokinetik kas kuvvetinin tedavi öncesi ve sonrası ölçüm değerlerinin karşılaştırılması.

Klasik Fizyoterapi Grubu	Tedavi Öncesi	Tedavi Sonrası	Wilcoxon Testi	
			z	p
İzokinetik Kas Kuvveti	Ortanca	Ortanca		
	(1.-3.Çeyrek)	(1.-3.Çeyrek)		
Diz Ekstansörleri Peak Torque Oranı (N/m) 60°/sn	87,6 (42,05-108,48)	112 (56,4-117,18)	-2,937	0,003*
Diz Ekstansörleri Peak Torque/ Vücut Ağırlığı Oranı (PT/VA) (%) 60°/sn	116,6 (51,25-141,85)	132,05 (71,95-149,5)	-2,512	0,012*
Diz Fleksörleri Peak Torque Oranı (N/m) 60°/sn	38,85 (22,28-49,88)	46 (38,35-55,55)	-2,936	0,003*
Diz Fleksörleri Peak Torque/Vücut Ağırlığı Oranı (PT/VA) (%) 60°/sn	49 (25,78-57,6)	56,5 (46,6-63)	-2,788	0,005*
Diz Ekstansörleri Peak Torque Oranı (N/m) 180°/sn	59,6 (32,7-80,78)	75,1 (34,55-89,45)	-2,807	0,005*
Diz Ekstansörleri Peak Torque/ Vücut Ağırlığı Oranı (PT/VA) (%) 180°/sn	56,75 (28,15-98,9)	67 (31,65-106,18)	-2,805	0,005*
Diz Fleksörleri Peak Torque Oranı (N/m) 180°/sn	23,15 (14,5-33,8)	27,25 (23,13-40,5)	-2,936	0,003*
Diz Fleksörleri Peak Torque/ Vücut Ağırlığı Oranı (PT/VA) (%) 180°/sn	30,45 (16,98-40,8)	33,95 (26,8-46)	-2,805	0,005*

Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi kullanılarak elde edilen p değerleri, *p<0.05

Klasik Fizyoterapi Grubunda kassal enduransın tüm alt başlıklarında tedavi öncesine göre tedavi sonrasında istatistiksel olarak anlamlı farklar ortaya çıkmıştır. (Tablo 4.36).

Tablo 4.36. Klasik Fizyoterapi Grubunda kassal enduransın tedavi öncesi ve sonrası ölçüm değerlerinin karşılaştırılması.

Klasik Fizyoterapi Grubu	Tedavi Öncesi	Tedavi Sonrası	Wilcoxon Testi	
			z	p
Kassal Endurans	Ortanca	Ortanca		
	(1.-3.Çeyrek)	(1.-3.Çeyrek)		
Diz fleksiyonu sırasında toplam iş (J) 180°	177,2 (76,65-311,75)	181 (87,4-268,82)	-2,120	0,034*
Diz ekstansiyonu sırasında toplam iş (J) 180°	752,3 (365,1-992,8)	755,55 (394,27-997,07)	-3,062	0,002*
Diz fleksiyonu sırasında toplam iş (J) 60°	152,9 (73,45-154,75)	156,9 (86,05-159)	-3,083	0,002*
Diz ekstansiyonu sırasında toplam iş (J) 60°	348,93 (203,05-423,2)	357,3 (227,2-431,63)	-3,072	0,002*

Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi kullanılarak elde edilen p değerleri, *p<0.05; J:Joule

Klasik Fizyoterapi Grubunda fonksiyonel performansın tüm alt parametrelerinde tedavi sonrası tedavi öncesine göre istatistiksel olarak anlamlı farklar bulunmuştur ve bu farklılara göre fonksiyonel performansta tedavi sonrası anlamlı gelişmeler olmuştur (Tablo 4.37).

Tablo 4.37. Klasik Fizyoterapi Grubunda fonksiyonel performansın tedavi öncesi ve sonrası ölçüm değerlerinin karşılaştırılması.

Klasik Fizyoterapi Grubu	Tedavi Öncesi	Tedavi Sonrası	Wilcoxon Testi	
			Z	p
Fonksiyonel Performans	Ortanca (1.-3.Çeyrek)	Ortanca (1.-3.Çeyrek)		
Sürekli Kalk Yürü Testi (sn)	8,01 (6,81-9,25)	7,18 (6,4-8,49)	-2,825	0,005*
Basamak Tırmanma Testi (sn)	9,64 (7,43-12,62)	8,6 (6,93-11,02)	-2,936	0,003*
Altı Dakika Yürüme Testi (m)	367,5 (339,5-471,88)	415 (352,5-484)	-2,521	0,012*

Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi kullanılarak elde edilen p değerleri, *p<0.05

Klasik Fizyoterapi Grubunda WOMAC ölçeği ile değerlendirilen diz fonksiyonlarında tutukluk alt parametresi hariç, diğer alt parametrelerde ve toplam puanda tedavi sonrası gelişmeyi gösteren anlamlı yönde farklar bulunmuştur (Tablo 4.38).

Tablo 4.38. Klasik Fizyoterapi Grubunda WOMAC ölçeği ile değerlendirilen diz fonksiyonlarında tedavi öncesi ve sonrası ölçüm değerlerinin karşılaştırılması.

Klasik Fizyoterapi Grubu	Tedavi Öncesi	Tedavi Sonrası	Wilcoxon Testi	
			z	p
Diz Fonksiyonları (WOMAC)	Ortanca (1.-3.Çeyrek)	Ortanca (1.-3.Çeyrek)		
Ağrı (puan)	6,5 (5-10)	5 (2,25-6,75)	-2,848	0,004*
Tutukluk (puan)	3 (0-4)	2 (0-4)	-1,633	0,102
Fonksiyon (puan)	28 (24-44,75)	20 (17-32)	-3,068	0,002*
Toplam (puan)	37,5 (33-49,5)	26 (23-40)	-2,937	0,003*

Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi kullanılarak elde edilen p değerleri, *p<0.05

Klasik Fizyoterapi Grubunda KOOS ölçeği ile değerlendirilen diz fonksiyonlarında semptomlar alt parametresinde herhangi bir farka rastlanmaz iken, ağrı, fonksiyon, yaşam kalitesi, spor ve boş zaman aktiviteleri alt parametrelerinde ve toplam puanda istatistiksel olarak anlamlı farklar bulunmuştur (Tablo 4.39).

Tablo 4.39. Klasik Fizyoterapi Grubunda KOOS ölçeği ile değerlendirilen diz fonksiyonlarının tedavi öncesi ve sonrası ölçüm değerlerinin karşılaştırılması.

Klasik Fizyoterapi Grubu	Tedavi Öncesi	Tedavi Sonrası	Wilcoxon Testi	
			z	p
Diz Fonksiyonları (KOOS)	Ortanca (1.-3.Çeyrek)	Ortanca (1.-3.Çeyrek)		
Semptomlar (puan)	67,86 (57,14-77,09)	78,57 (57,14-100)	-1,281	0,200
Ağrı (puan)	73,61 (53,47-77,9)	88,89 (83,99-93,05)	-3,065	0,002*
Fonksiyon (puan)	55,89 (45,59-70,59)	83,82 (75,74-89,71)	-3,069	0,002*
Spor ve Boş Zaman Aktiviteleri (puan)	42,5 (35-63,75)	77,5 (41,25-90)	-2,536	0,011*
Yaşam Kalitesi (puan)	56,25 (37,5-65,63)	75 (63,4-75)	-3,084	0,002*
Toplam (puan)	66,1 (48,2-70,83)	82,3 (68,93-90,5)	-2,818	0,005*

Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi kullanılarak elde edilen p değerleri, *p<0.05

Klasik Fizyoterapi Grubunda tedavi sonrası, Berg Denge Test sonuçlarında tedavi öncesine göre anlamlı bir fark ortaya çıkarken; gözler açık ve kapalı olarak yapılan postural kontrol ölçümlerinde istatistiksel olarak anlamlı bir farka raslanmamıştır (Tablo 4.40).

Tablo 4.40. Klasik Fizyoterapi Grubunda tedavi öncesi ve sonrası denge ve postüral kontrol ölçüm sonuçlarının karşılaştırılması.

Klasik Fizyoterapi Grubu	Tedavi Öncesi	Tedavi Sonrası	Wilcoxon Testi	
			z	p
Denge ve Postüral Kontrol	Ortanca (1.-3.Çeyrek)	Ortanca (1.-3.Çeyrek)		
Berg Denge Testi (puan)	53 (52,25-54,75)	55 (53-55)	-2,724	0,006*
Antero-Posterior (puan) (Gözler Açık)	0,8 (0,4-1,55)	0,7 (0,45-1,83)	-0,281	0,778
Medio-Lateral (puan) (Gözler Açık)	0,3 (0,13-0,3)	0,25 (0,2-0,75)	-1,186	0,236
Toplam (puan) (Gözler Açık)	0,9 (0,4-1,68)	0,8 (0,48-2,15)	-0,524	0,600
Antero- Posterior (puan) (Gözler Kapalı)	1,7 (0,8-2,25)	1,55 (0,7-2,25)	-0,736	0,461
Medio-Lateral (puan) (Gözler Kapalı)	1,1 (0,53-1,38)	0,6 (0,5-1,1)	-1,841	0,066
Toplam (puan) (Gözler Kapalı)	2,15 (1,4-2,8)	1,85 (1-2,5)	-0,736	0,461

Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi kullanılarak elde edilen p değerleri, *p<0.05

Klasik Fizyoterapi Grubunda tedavi sonrası diz eklem pozisyon hissinin sadece 45° de yapılan ölçümlerinde tedavi öncesine göre istatistiksel olarak anlamlı fark ortaya çıkmıştır; diğer açılarda yapılan ölçüm değerlerinde ise anlamlı bir farka raslanmamıştır (Tablo 4.41).

Tablo 4.41. Klasik Fizyoterapi Grubunda diz eklem pozisyon hissi ölçümlerinin tedavi öncesi ve sonrası karşılaştırması.

Diz Eklem Pozisyon Hissi	Tedavi Öncesi	Tedavi Sonrası	Wilcoxon Testi	
			z	p
Sapma Açıları (°)	Ortanca (1.-3.Çeyrek)	Ortanca (1.-3.Çeyrek)		
Hedef Açı 30 °	3,5 (2-6)	3,5 (1-7)	-0,423	0,672
Hedef Açı 45 °	5 (2,5-11)	4 (0,25-5,75)	-2,025	0,043*
Hedef Açı 60	4 (3-7,75)	5 (1,5-11)	-0,179	0,858

Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi kullanılarak elde edilen p değerleri, *p<0.05

4.3. Tedavi Öncesi-Sonrası Ölçümler Arasındaki Farklar/Değişimler

Yönünden Grupların Karşılaştırılması (Farkların Gruplar Arası Karşılaştırması)

Son olarak ilgili değişkenler için ölçülen farklar/değişimler yönüyle gruplar karşılaştırılmıştır.

Tedavi sonrası tedavi öncesine göre eklem hareket açıklığında olan değişimler açısından gruplar arasında herhangi bir farka raslanmamıştır (Tablo 4.42).

Tablo 4.42. Eklem hareket açıklığında tedavi öncesi ve sonrası değişimlerin gruplar arası karşılaştırılması.

Gruplar	Tekrarlı Germeler Grubu	Kombine İzotonik Kontraksiyonlar Grubu	Klasik Fizyoterapi Grubu	Kruskal-Wallis Testi	
				Ki-kare	p
Eklem Hareket Açıklığı	Ortanca (1.-3. Çeyrek)	Ortanca (1.-3. Çeyrek)	Ortanca (1.-3. Çeyrek)		
Fleksiyon Hareket Açıklığı (°)	6 (5-19,5)	10 (4-15)	7,5 (3,5-19)	0,524	0,769
Ekstansiyon Hareket Açıklığı (°)	0 (0-0)	0 (0-0)	0 (0-0)	0,021	0,989

Kruskal-Wallis İşaretli Sıralar Testi kullanılarak elde edilen p değerleri, p<0.05; (Ki-kare Testi ile doğrulanmıştır)

Algılanan ağrı şiddetinde ve basınç-ağrı eşiğinde tedavi sonrası olan değişimler yönünden gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farka raslanmamıştır (Tablo 4.43).

Tablo 4.43. Ağrı şiddeti ve basınç ağrı eşiğinde tedavi sonrası olan değişimlerin gruplar arası karşılaştırılması.

Gruplar	Tekrarlı Germeler Grubu	Kombine İzotonik Kontraksiyonlar Grubu	Klasik Fizyoterapi Grubu	Kruskal-Wallis Testi	
				Ki-kare	p
Ağrı Şiddeti ve Basınç Ağrı Eşiği	Ortanca (1.-3. Çeyrek)	Ortanca (1.-3. Çeyrek)	Ortanca (1.-3. Çeyrek)		
Aktivite Sırasında (0-10 cm)	-5 (-6,5—3)	-5 (-7—3)	-3,5 (-4,5—1,5)	3,38 1	0,18 4
İstirahat Sırasında (0-10 cm)	-1 (-2,5-0)	0 (-2-0)	-1 (-2,5-0)	0,88 9	0,64 1
Merdiven İnmede (0-10 cm)	-4 (-5—2)	-3 (-5—2)	-2 (-3,5—1)	4,07 0	0,13 1
Merdiven Çıkmada (0-10 cm)	-2 (-5,5-0)	-3 (-5—3)	-1 (-2—0,5)	5,25 8	0,07 2
Basınç-Ağrı Eşiği (Diz Eklem Mediali) (kg/cm²)	11,7 (4,15-40)	18 (2-46)	6,75 (0,5-8,95)	3,44 2	0,17 9
Basınç-Ağrı Eşiği (Diz Eklem Lateralı) (kg/cm²)	7,5 (4-44,5)	18 (0-44)	4 (0,5-8)	2,79 0	0,24 8

Kruskal-Wallis İşaretili Sıralar Testi kullanılarak elde edilen p değerleri, $p < 0,05$; (Ki-kare Testi ile doğrulanmıştır)

Tedavi sonrası izokinetik kas kuvvet değerlendirmesinde diz ekstansörlerinin $60^{\circ}/sn$ hızda yapılan hem peak torque oranında hem de peak torque/ vücut ağırlığı oranında görülen değişimler yönünden gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar olduğu bulunmuştur. İkili karşılaştırmalara göre, PNF-2 Grubunda tedavi sonrası bu alt parametrelerde olan değişimlerin, Klasik Fizyoterapi Grubundaki değişimlere göre anlamlı düzeyde daha yüksek olduğu sonucuna varılmıştır (Tablo 4.44).

İzokinetik kas kuvveti değişimleri yönüyle diz ekstansiyon peak torque oranı $180^{\circ}/sn$ boyutunda gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık vardır. İkili karşılaştırmalarda hem PNF-1 Grubu, hem de PNF-2 Grubundaki değişimlerin, Klasik Fizyoterapi Grubundaki değişimlere göre daha yüksek olduğu bulunmuştur (Tablo 4.44).

İzokinetik kas kuvveti değişimleri yönüyle 180⁰/sn hızda, diz ekstansiyon peak torque/ vücut ağırlığı oranında gruplar arasında fark bulunmuştur. Grupların ikili karşılaştırmalarında PNF-2 Grubunda tedavi sonrası olan değişimler, Klasik Fizyoterapi Grubundaki değişimlere göre anlamlı olarak yüksek bulunmuştur (Tablo 4.44).

Gruplar arasında izokinetik kas kuvveti parametrelerinden 180⁰/sn hızda açığa çıkan diz fleksiyon peak torque oranında tedavi sonrası olan değişimler yönünden istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmuştur. İkili karşılaştırmalar sonucuna göre bu farklılığı yaratanın PNF-1 Grubundan kaynaklandığı; PNF-1 Grubunda tedavi sonrası olan değişimin, hem PNF-2 Grubu hem de Klasik Fizyoterapi Grubundaki değişimlere göre anlamlı düzeyde daha düşük olduğu bulunmuştur (Tablo 4.44.).

İzokinetik kas kuvveti değerlendirmesinde 180⁰/sn hızda diz fleksiyon peak torque/vücut ağırlığı oranında tedavi sonrasında tedavi öncesine göre olan değişimler yönünden gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık olduğu görülmüştür. Daha sonra yapılan ikili karşılaştırmalarda PNF-2 Grubundaki değişimlerin, PNF-1 Grubundaki değişimlere göre anlamlı düzeyde yüksek olduğu bulunmuştur (Tablo 4.44).

Tablo 4.44, Tablo 4.45, Tablo 4.46, Tablo 4.48, Tablo 4.49 ve Tablo 4.50 de üçlü karşılaştırmalarda farklılık yaratan grubun üç gruptan hangisi olduğunu anlamak ve/veya gruplar arasında farklılık olup olmadığını anlayabilmek için ortanca çeyrekleri niteleyen a,b,c simgeleri kullanılmıştır. Örneğin a,a,b simgeleri b ile nitelendirilen ortanca çeyreğin a ile nitelendirilen ortanca çeyrekten istatistiksel olarak farklı olduğunu ortaya koyar. Başka bir örnek olarak: a,b,c simgeleri her üç grupta da istatistiksel olarak anlamlı farklılık olduğunu ortaya koyar.

Tablo 4.44. Tedavi sonrası izokinetik kas kuvvetinde olan değişimlerinin gruplar arası karşılaştırılması.

Gruplar	Tekrarlı Germeler Grubu	Kombine İzotonik Kontraksiyonlar Grubu	Klasik Fizyoterapi Grubu	Kruskal-Wallis Testi	
				Ki-kare	P
İzokinetik Kas Kuvveti	Ortanca (1.-3. Çeyrek)	Ortanca (1.-3. Çeyrek)	Ortanca (1.-3. Çeyrek)		
Diz Ekstansörleri Peak Torque Oranı (N/m) 60°/sn	18,1 (10-28,5) ^{a,b}	25 (15,3-41,5) ^a	9,1 (8,55-17) ^b	6,839	0,033*
Diz Ekstansörleri Peak Torque/Vücut Ağırlığı Oranı (PT/VA) (%) 60°/sn	22,95 (12,75-28,05) ^{a,b}	25 (15,4-33,2) ^a	8,1 (6,7-17,65) ^b	8,437	0,015*
Diz Fleksörleri Peak Torque Oranı (N/m) 60°/sn	10,5 (2,05-13,2)	5,7 (-4,8-9,1)	7,7 (4,7-13,1)	2,838	0,242
Diz Fleksörleri Peak Torque/Vücut Ağırlığı Oranı (PT/VA) (%) 60°/sn	11,25 (2-17,95)	6,9 (-5,6-10,3)	7,55 (4,9-12)	1,980	0,372
Diz Ekstansörleri Peak Torque Oranı (N/m) 180°/sn	11,95 (5,5-24) ^a	19,2 (7,6-36,8) ^a	3,35 (1,3-9,85) ^b	8,556	0,014*
Diz Ekstansörleri Peak Torque/Vücut Ağırlığı Oranı (PT/VA) (%) 180°/sn	12,2 (6,45-23,2) ^{a,b}	31 (8,8-36,8) ^a	5,5 (1,45-13,5) ^b	8,254	0,016*
Diz Fleksörleri Peak Torque Oranı (N/m) 180°/sn	2,3 (-1,9-7,05) ^a	7,3 (5,5-12,1) ^b	6,85 (3,65-9,6) ^b	6,550	0,038*
Diz Fleksörleri Peak Torque/ Vücut Ağırlığı Oranı (PT/VA) (%) 180°/sn	1,8 (-3,95-8,2) ^a	11 (7-19,3) ^b	7,2 (3,95-12) ^{a,b}	7,544	0,023*

Kruskal-Wallis İşaretli Sıralar Testi kullanılarak elde edilen p değerleri, *p<0.05; (Ki-kare Testi ile de doğrulanmıştır); PT: Peak Torque, VA: Vücut Ağırlığı; a-b-c: üçlü karşılaştırmalarda farklılık yaratan grubu belirlemek için kullanılan simge.

Fonksiyonel performansı değerlendiren “Sürelî Kalk-Yürü” testinde tedavi sonrası olan değişimler açısından gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmuştur. İkili karşılaştırmalar sonucuna göre bu farkın PNF-2 Grubu lehine olduğu ve PNF-2 Grubunda olan değişimler, Klasik Tedavi Grubunda olan değişimlere göre anlamlı düzeyde daha düşük (mutlak değer olarak büyük) bulunmuştur (Tablo 4.45).

Fonksiyonel performansı değerlendirildiği “Basamak Tırmanma Testi” nde de tedavi sonrası olan değişimler yönünden gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olduğu ve ikili karşılaştırmalarda 3 grubun da birbirine göre olan farklarının istatistiksel olarak anlamlı olduğu bulunmuştur. En düşük farkın (mutlak değer olarak en yüksek) PNF-2 Grubunda, en yüksek farkın (mutlak değer olarak en düşük) ise Klasik Fizyoterapi Grubunda olduğu görülmüştür. (Tablo 4.45).

Fonksiyonel performansın değerlendirildiği “6 dakikalık Yürüme Testi” inde de tedavi sonrası tedavi öncesine göre olan değişimler açısından gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmuştur. İkili karşılaştırmalar sonucuna göre bu farkın PNF-2 Grubu lehine olduğu ve PNF-2 Grubunda olan değişimlerin, Klasik Fizyoterapi grubundaki değişimlere göre daha yüksek olduğu bulunmuştur (Tablo 4.45).

Tablo 4.45. Tedavi sonrası fonksiyonel performansta olan değişimlerinin gruplar arası karşılaştırılması.

Gruplar	Tekrarlı Germeler Grubu	Kombine İzotonik Kontraksiyonlar Grubu	Klasik Fizyoterapi Grubu	Kruskal-Wallis Testi	
				Ki-kare	p
Fonksiyonel Performans	Ortanca (1.-3. Çeyrek)	Ortanca (1.-3. Çeyrek)	Ortanca (1.-3. Çeyrek)		
Sürelî Kalk Yürü Testi (sn)	-1,05 (-1,5-0,71) ^{a,b}	-1,97 (-3,3-0,93) ^a	-0,66 (-1,11-0,28) ^b	7,467	0,024*
Basamak Tırmanma Testi (sn)	-2,27 (-3,01-1,81) ^a	-4,15 (-7,45-2,87) ^b	-0,59 (-1,38-0,19) ^c	18,121	<,001**
Altı Dakika Yürüme Testi (m)	37,5 (19,25-52,75) ^{a,b}	87 (25-100) ^a	14,5 (0-46) ^b	6,932	0,031*

Kruskal-Wallis İşaretli Sıralar Testi kullanılarak elde edilen p değerleri, *p<0.05, **p<0,01; (Ki-kare Testi ile de doğrulanmıştır), a-b-c: üçlü karşılaştırmalarda farklılık yaratan grubu belirlemek için kullanılan simge.

WOMAC ölçeğine göre değerlendirilen diz fonksiyonlarının alt parametresi olan ağrıda tedavi sonrası olan değişimlerin gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık gösterdiği bulunmuştur. Grupların ikili karşılaştırmalarında hem PNF-1 Grubundaki, hem de PNF-2 Grubundaki değişimlerin Klasik Fizyoterapi Grubundaki değişimlere göre anlamlı olarak daha düşük (mutlak değer olarak daha yüksek) olduğu bulunmuştur (Tablo 4.46).

Tablo 4.46. Tedavi sonrası WOMAC' a göre değerlendirilen diz fonksiyonlarındaki değişimlerin gruplar arası karşılaştırılması.

Gruplar	Tekrarlı Germeler Grubu	Kombine İzotonik Kontraksiyonlar Grubu	Klasik Fizyoterapi Grubu	Kruskal-Wallis Testi	
				Ki-kare	P
Diz Fonksiyonları (WOMAC)	Ortanca (1.-3. Çeyrek)	Ortanca (1.-3. Çeyrek)	Ortanca (1.-3. Çeyrek)		
Ağrı (puan)	-3 (-4,5-2,5) ^a	-7 (-9-1) ^a	-1 (-3-1) ^b	8,408	0,015*
Tutukluluk (puan)	-1,5 (-3,5-0)	0 (-2-0)	0 (-1-0)	1,042	0,594
Fonksiyon (puan)	-10,5 (-12-6,5)	-13 (-19-5)	-11 (-13-5,5)	1,311	0,519
Toplam (puan)	-15 (-21-11)	-22 (-26-5)	-11 (-15,5-6,5)	4,254	0,119

Kruskal-Wallis İşaretili Sıralar Testi kullanılarak elde edilen p değerleri, *p<0.05; (Ki-kare Testi ile doğrulanmıştır), a-b-c: üçlü karşılaştırmalarda farklılık yaratan grubu belirlemek için kullanılan simge.

KOOS ölçeği ile yapılan diz fonksiyonlarının değerlendirmesinde, tedavi sonrası grupların diz fonksiyonlarında olan değişimlerinin gruplar arası karşılaştırılmasında, hiçbir boyutta anlamlı bir farka raslanmamıştır (Tablo 4.47).

Tablo 4.47. Tedavi sonrası KOOS ölçeğine göre diz fonksiyonlarında olan değişimin gruplar arası karşılaştırılması.

Gruplar	Tekrarlı Germeler Grubu	Kombine İzotonik Kontraksiyonlar Grubu	Klasik Fizyoterapi Grubu	Kruskal-Wallis Testi	
				Ki-kare	P
Diz Fonksiyonları (KOOS)	Ortanca (1.-3. Çeyrek)	Ortanca (1.-3. Çeyrek)	Ortanca (1.-3. Çeyrek)		
Semptomlar (puan)	19,64 (-0,05-32,14)	21,43 (17,86-28,57)	3,97 (-8,93-41,08)	0,718	0,698
Ağrı (puan)	27,78 (1,39-36,11)	25 (13,89-30,56)	16,67 (7,94-18,06)	0,486	0,784
Fonksiyon (puan)	35,3 (8,11-50,74)	16,18 (1,47-35,29)	16,62 (13,23-44,12)	1,913	0,384
Spor ve Boş Zaman Aktiviteleri (puan)	35 (5-55)	35 (5-35)	5 (0-45)	2,823	0,244
Yaşam Kalitesi (puan)	37,5 (14,38-56,75)	18,75 (0-56,25)	15,63 (6,25-18,75)	2,400	0,301
Toplam (puan)	33,2 (4,6-43,4)	20,9 (5,4-26,34)	15 (3-31,5)	1,459	0,482

Kruskal-Wallis İşaretili Sıralar Testi kullanılarak elde edilen p değerleri, p<0.05; (Ki-kare Testi ile doğrulanmıştır)

Tedavi sonrası dengede olan değişimler açısından gruplar birbirleri ile karşılaştırıldığında, gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farka raslanmamış

ve denge parametresinde olan değişimler yönünden gruplar birbirine benzer bulunmuştur.

Postüral kontrolde tedavi sonrası olan değişimler yönünden gözler açık medio-lateral ölçümlerde gruplar arasında anlamlı farklılık bulunmuştur. İkili karşılaştırmalar sonucunda bu farklılığın PNF-1 Grubundan kaynaklandığı ve mediolateral ölçümlerde tedavi sonrası PNF-1 grubunda olan değişimin, Klasik Tedavi Grubundaki değişime göre anlamlı olarak daha düşük (mutlak değer olarak daha yüksek) bulunmuştur (Tablo 4.48).

Gözler açık denge ve postüral kontrolde toplam puan yönünden tedavi sonrası olan değişimler açısından gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmuştur. İkili karşılaştırmalarda, hem PNF-1 grubundaki, hem de PNF-2 Grubundaki değişimlerin Klasik Fizyoterapi Grubundaki değişimlere göre anlamlı düzeyde daha düşük (mutlak değer olarak daha yüksek) olduğu bulunmuştur (Tablo 4.48).

Tablo 4.48. Tedavi sonrası denge ve postüral kontrolde olan değişimlerin gruplar arası karşılaştırılması.

Gruplar	Tekrarlı Germeler Grubu	Kombine İzotonik Kontraksiyonlar Grubu	Klasik Fizyoterapi Grubu	Kruskal-Wallis Testi	
				Ki-kare	P
Denge ve Postüral Kontrol	Ortanca (1.-3. Çeyrek)	Ortanca (1.-3. Çeyrek)	Ortanca (1.-3. Çeyrek)		
Berg Denge Testi (puan)	1 (0-2)	1 (0-3)	1 (0,5-2)	0,577	0,749
Antero-Posterior (puan) (Gözler Açık)	-0,3 (-0,45--0,05)	-0,3 (-0,6-0)	0 (-0,2-0,3)	3,967	0,138
Medio-Lateral (puan) (Gözler Açık)	-0,35 (-1--0,05) ^a	0 (-0,7-0) ^{a,b}	0 (0-0,1) ^b	7,859	0,020*
Toplam (puan) (Gözler Açık)	-0,6 (-0,7--0,2) ^a	-0,2 (-1-0) ^a	0 (0-0,3) ^b	8,903	0,012*
Antero-Posterior (puan) (Gözler Kapalı)	-0,55 (-1,25-0,1)	0 (-0,3-0,1)	0 (-0,35-0)	2,421	0,298
Medio-Lateral (puan) (Gözler Kapalı)	-0,1 (-0,8-0,6)	-0,2 (-0,7-0)	0 (-0,2-0)	0,338	0,844
Toplam (puan) (Gözler Kapalı)	-0,9 (-1,89-0,2)	-0,2 (-0,7-0)	0 (-0,5-0)	1,968	0,374

Kruskal-Wallis İşaretli Sıralar Testi kullanılarak elde edilen p değerleri, *p<0.05 ; (Ki-kare Testi ile de doğrulanmıştır), a-b-c: üçlü karşılaştırmalarda farklılık yaratan grubu belirlemek için kullanılan simge.

Tedavi sonrası diz eklem pozisyon hissinde olan değişimler yönünden gruplar birbirleri ile karşılaştırıldığında, hedef açının 60 ° olduğu ölçümlerde gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olduğu, buna karşılık hedef açının 30° ve 45° olduğu ölçümlerdeki değişimlerde ise hiçbir farklılığın olmadığı sonucuna varılmıştır. Yapılan ikili karşılaştırmalarda hedef açının 60° olduğu ölçümlerde PNF-2 Grubundaki değişimin, Klasik Fizyoterapi Grubundaki değişime göre anlamlı olarak daha düşük (mutlak derece daha yüksek) bulunmuştur (Tablo 4.49).

Tablo 4.49. Tedavi sonrası diz eklem pozisyon hissinde olan değişimlerin gruplar arası karşılaştırılması.

Diz Eklem Pozisyon Hissi	Tekrarlı Germeler Grubu	Kombine İzotonik Kontraksiyonlar Grubu	Klasik Fizyoterapi Grubu	Kruskal-Wallis Testi	
				Ki-kare	p
Sapma Açıları (°)	Ortanca (1.-3. Çeyrek)	Ortanca (1.-3. Çeyrek)	Ortanca (1.-3. Çeyrek)		
Hedef Aç 30 °	-1 (-2-0,35)	-1 (-5-1)	-0,5 (-1,5-0)	2,644	0,267
Hedef Aç 45 °	-3 (-4,35-1)	-2 (-6-1)	-1 (-4,5-0)	1,436	0,488
Hedef Aç 60 °	-3 (-9,5-1) ^{a,b}	-5 (-7-1) ^a	0 (-2-1) ^b	8,054	0,018*

Kruskal-Wallis İşaretli Sıralar Testi kullanılarak elde edilen p değerleri, *p<0.05; (Ki-kare Testi ile de doğrulanmıştır), a-b-c: üçlü karşılaştırmalarda farklılık yaratan grubu belirlemek için kullanılan simge.

Kassal endurans değerlendirmesinde, hem diz fleksiyon sırasındaki, hem de diz ekstansiyon sırasındaki toplam işte tedavi sonrası olan değişimler yönünden gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar bulunmuştur. İkili karşılaştırmalar sonucuna göre de hem PNF-1 Grubunda hem de PNF-2 Grubundaki diz feksiyon ve diz ekstansiyon sırasındaki işte olan değişimler, Klasik Tedavi Grubundaki değişime göre anlamlı olarak daha büyük bulunmuştur (Tablo 4.50).

Tablo 4.50. Tedavi sonrası kassal enduransta olan değişimlerin gruplar arası karşılaştırılması.

Gruplar	Tekrarlı Germeler Grubu	Kombine İzotonik Kontraksiyonlar Grubu	Klasik Fizyoterapi Grubu	Kruskal-Wallis Testi	
				χ ²	p
Kassal Endurans	Ortanca (1.-3. Çeyrek)	Ortanca (1.-3. Çeyrek)	Ortanca (1.-3. Çeyrek)		
Diz fleksiyonu sırasında toplam iş (J) 180°	65,75 (40-139,55) ^a	73,4 (4,1-238,5) ^a	4,99 (2,7-7,45) ^b	14,51	<0,001**
Diz ekstansiyonu sırasında toplam iş (J) 180°	289,8 (183,55-435) ^a	134,4 (4-397,4) ^a	4,83 (3,15-6,6) ^b	15,57	<0,001**

Kruskal-Wallis İşaretli Sıralar Testi kullanılarak elde edilen p değerleri, *p<0.05; J: Joule, a-b-c: üçlü karşılaştırmalarda farklılık yaratan grubu belirlemek için kullanılan simge.

5. TARTIŞMA

Evre 1 ve Evre 2 diz osteoartriti (OA) olan hastalarda farklı 'Proprioseptif Nöromüsküler Fasilitasyon' (PNF) tekniklerini içeren fizyoterapi ve rehabilitasyon programının ve klasik fizyoterapi programının hastaların ağrı, propriyosepsiyon, postüral kontrol, kas kuvveti, kassal endurans, eklem hareket açıklığı, diz fonksiyonları ve dizle ilgili fonksiyonel performansları üzerine olan etkilerini karşılaştırmalı olarak incelemek amacı ile yapılan bu çalışmaya iki farklı PNF yönteminin kullanıldığı iki grup ve klasik fizyoterapinin uygulandığı bir grup alınmıştır. 6 haftalık tedavi sonrası elde edilen verilerin grup içi karşılaştırmasında, her üç grupta yer alan hastalarda ağrıda azalma; diz fleksiyon hareket açıklıklarında, diz ekstansör kas kuvvetinde, kassal endurans, diz fonksiyonlarında ve fonksiyonel performansında artış; 45° diz fleksiyonunda değerlendirilen eklem pozisyon hissinde ve “Berg Denge Ölçeği” ile değerlendirilen denge parametresinde gelişme olduğu gözlenmiştir.

Gruplar arası karşılaştırmalarda, eklem hareket açıklığı ve ağrı parametresi açısından gruplar arasında herhangi bir farka raslanmamıştır. Buna karşılık, her iki PNF grubundaki hastaların, klasik fizyoterapi programı uygulanan hastalara göre diz ekstansör kas kuvveti, kassal endurans, eklem pozisyon hissi, diz fonksiyonları, fonksiyonel performans ve postüral kontrol yönünden daha üstün olduğu bulunmuştur. Ancak PNF gruplarının klasik fizyoterapiye olan bu üstünlüğünün büyük bir kısmının, “Kombine İzotonik Kontraksiyonlar” tekniği kullanılan PNF-2 grubundan kaynaklandığı görülmüştür. PNF teknikleri birbiri ile karşılaştırıldığında, PNF-2 grubunun , diz fleksör kas kuvveti ve fonksiyonel performans yönünden PNF-1 grubuna göre daha üstün olduğu sonucuna varılmıştır.

PNF teknikleri, sporcularda, nörolojik hastalıklarda ve ortopedik hastalıklarda alt ekstremitte rehabilitasyonunda özellikle esnekliği artırmak ve performansı geliştirmek amacı ile yaygın olarak kullanılmaktadır (123-125). Literatürde PNF egzersizlerinin, alt ekstremitte rehabilitasyonundaki kullanım amacı çoğunlukla limitasyonu açma ve esnekliği artırma üzerinedir (24, 124, 126, 127). Esnekliği artırma amaçlı kullanılan PNF teknikleri içerisinden de, özellikle “Kas Gevşe” ve “Tut Gevşe” tekniklerinin, klasik germe ve ballistik germe egzersizleri ile olan karşılaştırmalı etkinliğini inceleyen çalışmalar daha yaygındır (25, 124, 125, 128,

129). Alt ekstremite rehabilitasyonunda PNF tekniklerinin kas kuvvetini, dengeyi ve proprioepsyonu geliştirmek amacı ile kullanımını ise daha limitlidir (31, 32, 130)

PNF egzersizlerinin, manuel maksimal direnç ile kasları kuvvetlendirmesi, özel tekniklerle kassal koordinasyonun artırması, fonksiyonel hareket paternlerini içermesi, proprioseptif sistemleri uyarması gibi özellikleri nedeni ile diz OA'da görülen bir çok probleme çözüm getirebileceği düşünölmektedir (20, 21, 131).

PNF'teki "Tekrarlı Germeler" tekniği ve "Kombine İzotonik Kontraksiyonlar" tekniği kas kuvvetini geliştirmek amacı ile kullanılan tekniklerdendir (27, 32). "Kombine İzotonik Kontraksiyonlar" tekniği daha güncel bir tekniktir ve bu tekniğin kullanımı ile ilgili çok sınırlı sayıda çalışma vardır (132, 133). Literatürde, bu iki kuvvetlendirme tekniğinin alt ekstremite rehabilitasyonundaki etkilerini karşılaştırmalı olarak inceleyen herhangi bir çalışmaya rastlanmamıştır. Bu nedenle bu çalışmada, literatürde OA rehabilitasyonunda çok yaygın olarak kullanılmayan PNF yöntemi ve bu yöntemde daha güncel bir teknik olan "Kombine İzotonik Kontraksiyonlar" tekniği kullanılarak bu yöntemin alt ekstremitedeki etkilerinin sonuçları randomize kontrollü bir çalışma ile verilmiştir.

Bu çalışma, erken evre diz OA'lı hastalarda PNF yöntemlerinin klasik fizyoterapi programına göre olan üstünlüklerini ortaya koymasını ve farklı PNF tekniklerinin diz OA'lı hastalar üzerindeki etkilerini karşılaştırmalı olarak göstermesi açısında ; bu alanda sınırlı sayıda çalışma içeren literatüre önemli katkı sağlayacaktır.

Yaş

Diz OA'da en önemli risk faktörü yaştır ve yaşla birlikte özellikle diz gibi ağırlık taşıyan eklemlerde OA insidansı artar (49). Literatürde diz OA'i üzerine yapılmış olan çalışmalara bakıldığında, hastaların yaş ortalamasının 55-60 yıl arasında olduğu görölmekte ve genellikle OA'nın tüm evrelerini içermektedir (12, 13, 57, 98). Erken evre diz OA'lı hastalar üzerinde yapılan çalışmalarda ise hastaların yaşları 45-65 yıl arasında (ortalama: 51,90±7,04 yaş) değişmektedir (80, 134). Diz osteoartritine eşlik eden bazı yumuşak doku problemlerinin (menisküs dejenerasyonu, menisküs yırtığı, bağ yaralanması) görölme sıklığı da yaşla birlikte artmaktadır (49). Bu nedenle erken evre diz OA'lı hastalar üzerinde yapmış olduğumuz çalışmanın sonuçlarının OA'ya eşlik eden yumuşak doku problemlerinden etkilenmemesi için, ileri yaştaki

hastalar çalışmaya dahil edilmemiş ve çalışmaya 47-62 yaş aralığındaki hastalar alınmıştır.

5.1. Cinsiyet

OA'yı etkileyen çok fazla risk faktör olmasına rağmen diz OA'nın 50 yaş üstü kadınlarda görülme sıklığı, erkeklere göre daha fazladır. Kadın hastalarda hissedilen ağrı ve semptomların da erkeklere oranla daha fazla olduğu bildirilmektedir (52). Bizim çalışmamıza katılan erkek hasta sayısı da kadın hastalara göre oldukça azdır. Kadın hastalar ile erkek hastaları birbiri ile karşılaştırarak tartışabilecek kadar erkek hasta sayısına ulaşamadığımız için, çalışmamızda cinsiyete özgü herhangi bir değerlendirme veya karşılaştırma yapılamamıştır.

5.2. Vücut Kitle İndeksi

Diz OA'lı hastalardaki yüksek vücut kitle indeksi (VKİ), diz eklemine binen yüklenmeyi ve OA'nın ilerlemesini artıran önemli etkenlerden birisidir. Özellikle obez bireylerde plantar yük dağılımındaki değişikliklere bağlı olarak kas kuvvet dengesi, vücut biomekaniğinde olumsuz değişikliklere yol açmaktadır. Obezite ile eklem üzerine binen yüklenmeler artmakta, semptomlar ağırlaşarak OA'nın ilerleme süreci hızlanmaktadır (135). Bu biyomekanik özellik nedeniyle obesitenin veya yüksek vücut kitle indeksinin çalışmanın sonuçlarını etkilememesi için, VKİ, 35 ve üzeri hastalar çalışmaya dahil edilmemiştir.

5.3. Osteoartrit Evresi

Dizde OA'in şiddeti, kıkırdak dokuda meydana gelen değişikliklere göre Kelgren ve Lawrence sınıflamasına göre derecelendirilir. Evre 1 ve 2 diz OA'nın sınıflamasında radyografik olarak eklem aralığında belirgin bir daralma yoktur; ancak görülen tek değişiklik osteofitlerdir. Osteofitlere yumuşak doku yaralanmaları da eşlik edebilir. OA'da görülen en önemli semptom ağrı ve hareket kısıtlılığı olmasına rağmen, bu evredeki hastalarda ağrı genellikle aktivite ile ilişkilidir. Sürekli ve şiddetli bir ağrı söz konusu değildir (1, 72). Kıkırdak dokudaki harabiyet de ileri derecede olmadığı için eklem hareket açıklığında çok büyük bir kayıp olmaz; ancak dönemsel olarak kas spazmına veya yüklenmeye bağlı olarak eklem hareket limitasyonunda bir

miktar veya geçici artışlar söz konusu olabilir (5).

İleri evre OA'da eşlik eden bağ ve menisküs problemleri nedeni ile diagonal hareket paternlerini içeren aktivite veya egzersizler uygun görülmez (42, 43). Şiddetli ağrı durumunda da dirençli egzersizlerin hasta tarafından tolere edilmesi mümkün değildir. Evre 1 ve Evre 2 OA'lı hastalarda ağrı seviyesinin yüksek olmaması; OA'ya eşlik eden ciddi bir bağ, menisküs veya instabilite probleminin olmaması; eklem hareket açıklığındaki limitasyonun fazla olmaması nedeni ile bu evredeki hasta grubunun fizyoterapi ve rehabilitasyonunda PNF gibi dirençli ve diagonal hareket paternlerinin tolere edebileceği düşünülmektedir (7, 56). Bu nedenle, PNF uygulamasının hastalarımızda ağrı veya kas spazmı gibi istenmeyen durumlara yol açmaması ve uygulamada fizyoterapistin herhangi bir modifikasyona gitmeden her hastada tüm tekniği, tam patern içinde emniyetle uygulanabilmesi için bizim çalışmamıza erken evre (Evre 1 ve 2) diz OA'lı hastalar alınmıştır.

5.4. Ağrı ve Eklem Hareket Açıklığı

Diz ekleminde görülen dejeneratif değişikliklere bağlı olarak en sık görülen semptomlar ağrı ve eklem hareket açıklığındaki azalmadır (5). Erken evre diz OA'da, dejenerasyonun sadece kıkırdak dokuyu içermesi ve kıkırdak dokunun inervasyonunun olmaması nedeniyle, bu evre hastalardaki ağrı duyusu kemik kaynaklı değildir (36, 37). Bu nedenle erken evre diz OA'da ağrı duyusunun çok şiddetli olması beklenen bir sonuç değildir.

Çalışmamızdaki veriler incelendiğinde her 3 gruptaki hastaların istirahat sırasındaki ağrı düzeylerinin, aktivite sırasındaki ağrıya göre çok daha düşük olduğu gözlenmiştir. Tedavi sonrası "Klasik Fizyoterapi Grubu" ve PNF-1 grubunda istirahat sırasında hissedilen ağrıda anlamlı bir azalma olurken, PNF-2 grubunda istirahat sırasında hissedilen ağrıda herhangi bir değişiklik olmamıştır. Her iki PNF grubunda kullanılan hareket paternleri aynı olduğu halde PNF-2 grubunda tedavi sonrası istirahat ağrısında herhangi bir değişikliğin olmaması PNF-2 grubunda kullanılan tekniğin konsentrik kontraksiyonlara ek olarak eksentrik kontraksiyonlar içermesinden kaynaklanabilir. Bilindiği gibi eksentrik kontraksiyonlar, gecikmiş kas ağrısına yol açan ve konsentrik kontraksiyonlara karşı kas-tendon kavşağında daha büyük yüklenmeye yol açan bir kontraksiyon tipidir (121). OA'lı hastaların kaslarında

olan zayıflıklar ve kas-tendon bileşkelerindeki dejenerasyonlar ve değişik düzeydeki hasarlar gözönüne alınacak olursa, eksentrik kontraksiyonlara olan toleranslarının sağlıklı bireylere göre daha düşük olacağı da açıktır (4, 5, 37). Bu nedenle PNF-2 grubumuzdaki hastalarda eksentrik kontraksiyonlar uygulama sonrası bir miktar ağrıya yol açmış olabileceği için, tedavi sonrası ağrıda anlamlı bir değişiklik ortaya çıkmamış olabilir. Literatürde OA'lı hastalarda egzersiz ve PNF uygulanan hastalarda ağrıda anlamlı azalma olduğu bildirilmiştir (127, 136) Ancak bu çalışmalarda uygulanan PNF yöntemi ve tekniği bizim kullandığımız teknikten farklı olduğu ve bizim kullandığımız “Kombine İzotonik Kontraksiyonlar” tekniği kullanılmadığı, dolayısı ile eksentrik kontraksiyonlar içermediği için literatürdeki sonuçlar bizim sonuçlarımızdan farklı çıkmış olabilir.

OA'lı hastalarda erken evrede hastaların aktivite sırasında ağrı seviyelerinin yüksek olmasının nedeni, eklemi zorlayan aktiviteler sırasında diz eklemine binen streslerin yüksek olması ve aktiviteye bağlı olarak oluşan kas spazmıdır. Merdiven aktiviteleri veya çömelme (squatting) aktivitesi sırasında diz eklemine gelen stresleri ilk karşılayan patellofemoral eklem, daha sonra tibiofemoral eklemdir. Tibiofemoral eklemi koruyan bir eklem olan patellofemoral eklem, merdiven aktiviteleri sırasında daha fazla yüklenme olmaktadır (48). OA'lı hastaların tümünde hem patellofemoral, hem de tibiofemoral ekleme farklı düzeylerde dejeneratif değişiklikler olması ve aktivite ağrısının en çok çömelme ve merdiven aktiviteleri sırasında ortaya çıkması nedeniyle, bu çalışmada ağrı, sadece dinlenme ve aktivite sırasında değil, merdiven aktiviteleri sırasında da değerlendirilmiştir (35, 53). Merdiven aktiviteleri sırasında hissedilen ağrı düzeyi, tedavi öncesine göre tedavi sonrasında tüm gruplarda azalma göstermiştir. Bunun nedeni egzersiz uygulamalarının kas kuvvetini ve esnekliğini geliştirerek eklem binen yüklenmeleri azaltması ve aktiviteler sırasında hissedilen ağrı duyusunda azalmaya sebep olmasıdır (16, 21). Literatürde yapılan çalışmalarda da hem PNF uygulamalarının, hem de Quadriceps Femoris kas grubuna yönelik farklı kuvvetlendirme egzersizlerinin OA'da aktivite ağrı duyusunu azalttığı bildirilmiştir (26, 127, 137). Çalışmamızda da literatüre uygun olarak hastaların aktivite sırasında hissettikleri ağrı şiddeti tedavi öncesine göre tedavi sonrasında her üç grupta da azalma göstermiştir. Tedavi sonrası istirahat ağrısında herhangi bir değişiklik olmayan PNF-2 grubumuzda aktivite ağrısında anlamlı azalma olması, merdiven aktivitelerinin

eksentrik kontraksiyonlar içermesinden ve bu grubun PNF uygulaması ile bu tip kontraksiyon eğitimini almış olmasından kaynaklanabilir. Egzersiz uygulamalarının yanı sıra tüm tedavi gruplarına uyguladığımız sıcak uygulama da (Hot pack= sıcak yastık) hastaların ağrısında bir miktar azalma sağlamış olabilir. Sıcak uygulamanın ağrı duyusunu azalttığı, kapı kontrol teorisine göre kalın miyelinli sinir liflerini uyararak ağrı mesajını taşıyan ince miyelinli sinir lifleri baskıladığı bilinmektedir. Ayrıca sıcak uygulama, endorfin salınımını artırır; uygulama yapılan bölgede lokal kan akımını hızlandırır; kaslarda gevşeme ve rahatlama sağlar (88). Klasik Fizyoterapi grubundan farklı olarak her iki PNF grubunun uygulama tekniği içerisinde yer alan ‘‘Tut Gevşer’’ tekniği otojenik inhibisyon yolu ile uygulama yapılan kasta gevşemeye, dolayısı ile ağrıda azalmaya neden olur.

Literatürde PNF tekniğinin eklem hareket açıklığı ve ağrı üzerine olan etkisini inceleyen çalışmalarda, PNF’in fizyolojik temeli ile ilgili bilgiler için EMG kullanılmıştır. Ferber ve arkadaşlarının yapmış olduğu EMG çalışmasında (138) PNF tekniklerinden ‘‘Kas-Gevşer Tekniği’’nin hamstring kas grubunun EMG aktivitesinde değişikliğe ve hareket açıklığında artışa yol açtığı bulunmuştur. Kas inhibisyonunda, Hoffman refleksinin (H refleksi) rol oynadığı bilinmektedir. Tüm germe egzersizleri sırasında H refleksinde bir azalma görülürken, aktif PNF egzersizleri sırasında antagonist kasın veya kasların motor nöron havuzunda oluşan impuls birikimi bu kaslarda daha büyük kasılma cevabına neden olmakta ve dolayısı ile agonist kasta daha büyük bir inhibisyona ve eklem hareket açıklığında daha büyük bir artışa yol açmaktadır. PNF yöntemi ile diğer germe tiplerine göre hareket açıklığında daha fazla artış olmasının sebebi, resiprokal inhibisyonudur. Bu nörofizyolojik prensibe dayalı PNF uygulaması ile antagonist kasın aktivasyonu veya kasın kasılma cevabı artar; bu nedenle PNF teknikleri ile eklem hareket açıklığında diğer germe tiplerine göre daha büyük kazanç sağlanır.

Bizim değerlendirme sonuçlarımıza göre eklem hareket açıklığında tedavi sonrası tüm tedavi gruplarında anlamlı gelişmeler görülmüş; ancak PNF eğitimi alan gruplarda, Klasik Fizyoterapi Grubuna göre eklem hareket açıklığı yönünden herhangi bir üstünlük sağlanmamıştır. Bu sonuç, çalışmaya alınan tüm gruplardaki hastalarda eklem hareket açıklığı limitasyonunun fazla olmaması ve PNF’te kullandığımız tekniklerin de eklem hareket açıklığını artırmaya değil; daha çok kasları

kuvvetlendirmeye yönelik olmasından kaynaklanabilir.

Moore ve arkadaşlarının yapmış olduğu bir EMG çalışmasında da istemli bir kontraksiyonu takiben H refleksi amplitüdünün belirgin oranda düştüğü gösterilmiştir (139). H refleksindeki görülen bu düşme, PNF'in gevşetme tekniği olarak da kullanılabilmesinin önemli bir kanıtıdır. Bizim çalışmamızda PNF'in bu gevşetme özelliğini veya etkisini inceleyecek herhangi bir değerlendirme yapılmamıştır. Ancak, gonyometre ile değerlendirilen eklem hareket açıklığı ve tedavi sonrası eklem hareket açıklığındaki artış; PNF'in gevşeme etkisini gösteren bir gösterge olarak kabul edilebilir. Ancak çalışmamızda sadece PNF gruplarında değil, klasik fizyoterapi grubunda da tedavi sonrası anlamlı gelişme olmuş ve grupların tedavi sonrası eklem hareket açıklığında olan kazançları açısından aralarında anlamlı bir farka raslanmamıştır. Hareket açıklığındaki kazanç açısından PNF yönteminin klasik fizyoterapi yönteminden daha üstün olmaması, kullanılan PNF tekniklerinin daha çok kuvvetlendirme amaçlı tekniklerden seçilmesi; kas gevşetme amaçlı uygulanan “Tut Gevşe” tekniğinin de seçtiğimiz PNF programı içindeki tekrar sayısının ve uygulama süresinin yetersiz kalması nedenlerinden olabilir. Mitchell ve arkadaşlarının yapmış olduğu bir çalışmada da (140), 18 olguya PNF ile “Kas Gevşe” tekniği uygulanmış ve tekniğin hemen ardından yapılan EMG’de hamstring kas grubunda daha yüksek oranda gevşemeyi gösteren veriler bulunmuştur. Bu çalışmada, diğer çalışmalardan farklı olarak PNF'in altında yatan resiprokal inhibisyon ve otojenik inhibisyon mekanizması desteklenmemiş ve bizim çalışmamıza uygun olarak PNF yönteminin kaslarda ek bir gevşeme etkisi sağlamadığı görüşünü savunmuştur. Tekrar etmek gerekirse bizim çalışmamızda kullandığımız PNF teknikleri ve yöntemleri, literatürde yapılmış olan bu çalışmalardan farklı olarak kasları kuvvetlendirme amaçlı kullanılan teknikler olduğu için ve programa dahil edilen “Tut Gevşe” tekniğinin tekrar sayısı ve süresi klasik fizyoterapi programına üstünlük sağlaması için yetersiz kalmıştır. Ayrıca bizim klasik fizyoterapi programı için seçtiğimiz egzersizler de oldukça yoğun ve iyi seçilmiş egzersizler olduğu için böyle bir sonuç çıkmış olabilir.

Lazarou ve arkadaşlarının myofasial ağrı sendromu olan hastalar üzerinde yapmış oldukları çalışmada (141), 32 hastanın trapezius kasına “Kas Gevşe” PNF tekniğini uygulanmıştır. Algılanan ağrı seviyesinde ve basınç ile ilişkili ağrı şiddetindeki azalma, kontrol grubunda yer alan hastalara göre daha fazla bulunmuştur.

Ağrıda oluşan azalma uygulanan PNF ile germe tekniğine bağlı olarak kas tonusunun normalleşmesine, bölgeye giden kan akımındaki artışa bağlanmıştır. Bu çalışma ve buna benzer bir çok çalışmanın aksine, çalışmamızda ağrı duyusunda oluşan azalma açısından yapılan hiç bir değerlendirmede gruplar arasında herhangi bir farklılığa rastlanmamıştır (18, 127). Bu sonucun ortaya çıkmasının nedeni, tercih edilen hasta grubunun erken evre diz OA olması sebebi ile, ağrı şiddetinin sayısal olarak anlamlı farklılık oluşturmayacak kadar düşük düzeyde olması ve ağrının sürekli olmaması olabilir.

PNF-1, PNF-2 ve klasik fizyoterapi grubunda, tedavi öncesine göre diz fleksiyon hareket açıklığı artmıştır. Ekstansiyon hareket açıklığı ise değişmemiştir. Vücutta fleksör refleksi, ekstansör reflekse göre daha aktiftir. Diz ekleminde de dejeneratif değişikliklere cevap olarak fleksör kaslarda spazm ortaya çıkar. Fleksör kas spazmı ve ekstansör kas inhibisyonu diz ekleminde limitasyona yol açan başlıca nedenlerdendir (58). OA'da kıkırdak dejenerasyonu, yük dağılımdaki eşitsizlik ve yüklenmeye bağlı olarak eklem iç dengesinin bozulması, inflamatuvar reaksiyonlara (reaktif synovit) ve bunun sonucunda efüzyona yol açmaktadır. Efüzyon da dizde ekstansiyon limitasyonuna neden olmaktadır. Ekstansiyon limitasyonu ve dizin sabit fleksiyon postürü, patellofemoral eklem reaksiyon kuvvetlerinde de artışa yol açmaktadır. Fleksiyon hareketinin ilerleyen açılarında, ağrıya bağlı eklem hareket kısıtlılığı oluşmaktadır. Ekleminde oluşan dejenerasyon kaynaklı eklem aralığının daralması, biomekanik maladaptasyonlar, eşlik eden yumuşak doku yaralanmaları da, diz ekleminde fleksiyon limitasyonuna yol açan diğer nedenlerdendir. Çalışmamızda yer alan veriler incelendiğinde de hastalarımızın diz fleksiyon hareket açıklığının azaldığı, buna karşılık ekstansiyon hareket açıklığının ise etkilenmediği görülmüştür. Bu nedenle çalışmamızda hastaların fleksiyon hareket açıklıkları tüm gruplarda gelişme gösterirken, ekstansiyon hareket açıklığında herhangi bir değişikliğe rastlanmamıştır.

Soundarya ve arkadaşlarının yapmış olduğu karşılaştırmalı bir çalışmada (127), PNF ile germe uygulanan 30 hastanın hamstring kas grubunun esnekliği gonyometre ile, ağrı duyusu ise görsel analog skalası ile değerlendirilmiştir. PNF ile uygulanan germe egzersizinin, statik germe egzersizlerine göre ağrıyı azaltmada ve esnekliği geliştirmede daha etkili olduğu bulunmuştur. Bizim çalışmamızda ise,

Klasik Fizyoterapi Grubu dahil, her iki PNF Grubunda tedavi öncesine göre tedavi sonrasında diz fleksiyon hareket açıklığında anlamlı artışlar sağlanmıştır; ancak gruplar birbirleri ile karşılaştırıldığında aradaki fark çıkmamıştır. Literatürdeki çalışmaların bir çoğunun aksine (38,103,121) çalışmamızdaki her iki PNF grubu, diz eklem hareket açıklığını artırma yönünden klasik germe egzersizleri içeren klasik fizyoterapi grubuna göre anlamlı bir üstünlük sağlamamıştır. Hareket açıklığındaki limitasyonu gidermek ve esnekliği artırmak için PNF tekniklerinden “Kas Gevşe” ve “Tut Gevşe” yöntemleri kullanılmaktadır. Çalışmamızda kullanılan her iki PNF yönteminde de “Tut Gevşe” tekniği kullanılmıştır, çalışmada kullanılan diğer teknikler ise esnekliği artırmaktan ziyade kaslarda kuvvetlendirme ve enduransı geliştirmeyi amaçlar. Bu sebeple de teknikler arasında farklılık görülmemiş olabilir.

Literatürdeki çalışmaların bir çoğu PNF ile germe yönteminin ağrı ve hareket açıklığında daha başarılı olduğunu savunsa da (38, 106, 125) PNF ile germenin etkinliğinin incelendiği bir sistematik derleme çalışmasında (2019), PNF tekniği ile germe yapılan çalışmalarının kanıt düzeyinin düşük olduğu, bu nedenle “PNF ile germe yöntemi esnekliği artırmada diğer yöntemlere göre daha başarılıdır”, sonucuna varmanın doğru olmayacağı ileri sürülmüştür. Bu sistematik derlemede, literatürde yapılan çalışmaların bir çoğunda PNF’in çok kısa süreli veya tek seanslık anlık etkisine bakıldığı ve bu anlık etkinin de geçici yumuşak doku deformasyonuna bağlı olarak oluşabileceği bildirilmiştir (28) . Bizim çalışmamızda ise literatürdeki bu çalışmalardan farklı olarak PNF’in anlık etkisi değil, birçok tekniğin birarada kullanıldığı ve yaklaşık 90 dakika süre ile 6 haftalık uygulama sonrası etkiye bakıldığı için sonuçlarımızı onların çalışması ile karşılaştırmak mümkün değildir.

Literatürde germenin etkinliğinin, dozaja, uygulama frekansına ve durasyonuna bağlı olarak değişebileceği bildirilmiştir. Aynı sistematik derlemede (28), PNF ile germe yönteminin hastalar üzerinde hiç bir olumsuz etkisine rastlanmadığına da vurgu yapılmıştır. Bizim çalışmamızda da PNF uygulanan gruplardaki hiçbir hastada PNF sonrası ağrı, efüzyon veya kas spazmı gibi herhangi bir komplikasyona veya olumsuz etkiye raslanmamıştır.

5.5. Kas Kuvveti ve Kassal Endurans

PNF teknikleri, nörofizyolojik mekanizmaları kullanarak diz OA'da hareket sırasında görülebilecek bir çok probleme çözüm sunar. Hareketin zayıfladığı yerlerde hareketi kolaylaştırmak amacı ile kas içiğinin uyarılması; periferel reseptörlerin tekrarlı olarak uyarılması ile kontraksiyon kuvvetinin artırılması; el temasları; aproksimasyon ve distraksiyon uygulamaları ve sözel uyarı ile bozulmuş hareket algısının düzenlenmesi; spazmda harekete engel olan kasların otojenik inhibisyon ile gevşetilerek hareketin kolaylaştırılması; resiprokal inhibisyon ile hedef kasın daha fazla kuvvet üretebilmesi; eksentrik kuvvetlendirme ile diz eklemının kontrolünün tekrar kazanılması; fonksiyonel hareket paternleri ile hastanın aktivitelere hazırlanması; fizyoterapist kontrolünde verilen dirençli egzersiz eğitiminin yaralanma riskini azaltması ve hastanın motivasyonunu artırması PNF ile yapılan uygulamanın kazanımlarından bazılarıdır. Bu kazanımların elde edilebilmesi için PNF uygulaması sırasında hasta için en uygun tekniklerin seçimi oldukça önemlidir. PNF tekniklerinin tedavideki kullanım amaçları çok çeşitlidir. Çok sayıda çalışmada, PNF yöntemi kas esnekliğini artırma ve eklem hareket açıklığını artırma amacı ile kullanılmaktadır. Esnekliği artırma amacı ile yapılan çalışmalarda “Kas Gevşe”, “Tut Gevşe” ve “Ritmik Stabilizasyon Teknikleri” yaygın olarak kullanılmaktadır (24, 32, 127). Literatürde PNF egzersizlerinin kas kuvveti ve enduransı geliştime amacı ile kullanımı ise daha azdır (32, 132, 142). PNF tekniklerini inceleyen bir sistematik derleme çalışmasında “Tekrarlı Germeler” tekniği ile “Kombine İzotonik Kontraksiyonlar” tekniğininin OA'lı hastalar üzerindeki etkinliğini karşılaştıran bir çalışmaya rastlanmadığı bildirilmiştir (32). Literatürdeki bu eksiklikten yola çıkarak, çalışmamızda kuvvetlendirme amaçlı kullanılan iki farklı PNF tekniği biribiri ile ve klasik fizyoterapi ve rehabilitasyon yöntemi ile, erken evre diz OA üzerine olan etkileri açısından karşılaştırılmıştır. Erken evre diz OA'lı hastalarda üç farklı fizyoterapi yönteminin etkinliğini karşılaştıran çalışmamızda, PNF yöntemi içeren tedavi gruplarında kasları kuvvetlendirme amaçlı “Tekrarlı Germeler” tekniği (PNF1 grubu) ve “Kombine İzotonik Kontraksiyonlar Tekniği” (PNF2 grubu) olmak üzere iki farklı PNF tekniği kullanılmıştır. “Tekrarlı Germeler” tekniği, ilgili kasın reseptörlerini tekrarlı bir şekilde stimüle ederek kasta ateşlenen motor ünite sayısını artırır. Harekete izin vermeyen veya hareketi açığa çıkaramayan zayıf kasları ise

germe refleksi kullanarak uyarır; buna bağlı olarak kas kuvvetinde artışa yol açar. Çalışmamızda kuvvetlendirme amaçlı kullanılan diğer bir teknik olan, “Kombine İzotonik Kontraksiyonlar” tekniği ise “Tekrarlı Germeler” tekniğinin fizyolojik mekanizmalarını da kullanarak, kas kuvvetinin hem konsentrik, hem izometrik, hem de eksentrik olarak gelişmesini sağlar. Çalışmamızda, kuvvetlendirme amaçlı uygulanan tekniklerin öncesinde diz fleksör kaslarına uygulanan, “Tut Gevşe” tekniği, hareketi kısıtlayan antagonist kaslarda otojenik inhibisyona yol açarak esnekliği artırır (99).

Bu çalışmada klasik fizyoterapi yönteminin ve her iki PNF yönteminin kas kuvvetine olan etkisini değerlendirmek için izokinetik sistem kullanılmıştır. Konsentrik kas kuvveti farklı açısal hızlarda değerlendirilmiştir. Bir kasın konsentrik kuvvet üretme yeteneği, düşük hızlarda en yüksektir ve test hızının artması ile lineer olarak azalır. İzokinetik test sırasında kas kuvvetinin değerlendirilmesinde düşük açısal hız, kassal enduransın değerlendirilmesinde ise yüksek açısal hızlar kullanılır (57, 105). Bizim çalışmamızda da literatüre uygun olarak kas kuvveti hem 60 °/sn de, hem de 180 °/sn de değerlendirilmiştir. Kassal enduransın ölçümü ise, yine literatüre uygun olarak 180 °/sn de yapılmıştır.

Yaptığımız çalışmanın sonucunda, PNF-1 Grubunda 60 °/sn hızda ölçülen izokinetik kas değerlendirmesinde, tedavi sonrası hem diz ekstansörleri, hem de diz fleksörlerinde anlamlı gelişme olurken; 180 °/sn hızda yapılan değerlendirmede sadece diz ekstansörlerinin kas kuvvetinde anlamlı artışlar olmuştur. PNF-2 grubunda ise tersine 60 °/sn hızda sadece diz ekstansörlerinin izokinetik kas kuvvetinde artış olurken; 180 °/sn hızda yapılan değerlendirmede hem diz ekstansörlerinin, hem de diz fleksörlerinin kas kuvvetinde artış olduğu gözlenmiştir. Klasik Fizyoterapi Grubunda ise tüm hızlardaki ölçümlerde hem diz fleksörleri hem de diz ekstansörlerinde önemli gelişmeler olmuştur.

Lazarou ve arkadaşlarının akut ayak bileği burkulması olan hastalarda PNF tekniklerinin ayak bileği çevresi kas kuvveti üzerine olan etkisini değerlendirdiği çalışmasında (2017), 20 hasta randomize olarak iki gruba ayrılmış ve kas kuvveti bizim çalışmamızda olduğu gibi izokinetik sistem ile değerlendirilmiştir. Lazarou ve arkadaşlarının çalışmasında PNF yöntemi ile tedavi alan grup, “Ritmik Stabilizasyon” ve “Kombine İzotonik Kontraksiyonlar” tekniği kullanılarak tedavi

edilmiştir. PNF eğitimi, denge eğitimi ve proprioseptif egzersizler içeren (farklı zeminler üzerinde gözler açık ve kapalı egzersizler) başka bir tedavi programı ile kıyaslanmıştır. Çalışmamıza benzer olarak, PNF eğitiminde sırtüstü yatış pozisyonunda tam patern kullanılmıştır. Kas kuvveti de çalışmamıza benzer olarak izokinetik sistem ile değerlendirilmiştir. 8 haftalık eğitimin sonucunda her iki grupta da gelişme görülmüştür; ancak PNF grubu ile diğer proprioseptif tedavi protokolü arasında kas kuvveti açısından farklılık bulunamamıştır (141). Bizim çalışmamızda ise PNF yöntemi ile tedavi edilen her iki grupta da diz ekstansör kas kuvveti, Klasik Fizyoterapi Grubuna göre daha fazla gelişmiştir (141). Lazaru ve arkadaşlarının çalışmasında PNF uygulanan hasta grubunun (ayakbileği burkulması) bizim çalışmamızdaki hasta grubundan (erken evre OA) farklı olması; onların çalıştıkları hastalığın akut iken bizim çalıştığımız hastalığın kronik bir hastalık olması; ayrıca PNF yöntemi ile karşılaştırılan tedavi yönteminin içeriğinin bizim çalışmamızdan farklı olması nedeni ile sonuçlarımızın da farklı olması kaçınılmazdır. Ayrıca, çalışmamızın tedavi protokolünde uygulanan PNF içerikli fizyoterapi programının onların tedavi programından daha yoğun ve daha uzun süreli (ortalama 1 saat) bir program olması ve kullandığımız PNF paternlerinin çeşitliliği sebebi ile de bizim çalışmamızın sonuçları onların sonuçlarından farklı olabilir.

“Tekrarlı Germeler” tekniği içeren PNF yöntemi ve “Kombine İzotonik Kontraksiyonlar” tekniği içeren PNF yönteminin birbiri ile ve klasik fizyoterapi yöntemi ile karşılaştırıldığı çalışmamızda, izokinetik diz ekstansör kas kuvveti tedavi öncesine göre tedavi sonrasında tüm gruplarda gelişme göstermiştir. Gruplar arası karşılaştırmalarda diz ekstansör kas kuvvetini geliştirme açısından her iki PNF yöntemi de, klasik fizyoterapi yöntemine göre daha etkili bulunmuştur. Tedavi sonrası PNF-2 Grubunda hem 60 °/sn, hem de 180°/sn hızda yapılan ölçümlerde diz ekstansörlerinin kas kuvvetindeki değişimlerin klasik fizyoterapiden, daha üstün olduğu görülmüştür.

PNF yöntemi ile diz ekstansör kaslarına uygulanan yoğun proprioseptif girdi, fizyoterapistin verdiği maksimal direnç, kasların ko-kontraksiyonu, özellikle tüm paternler sırasında aynı anda bir çok kas grubunun dirence karşı birlikte çalışması sayesinde, PNF yönteminin diz ekstansör kas kuvvetinde klasik fizyoterapi yönteminden daha büyük bir kuvvet artışına yol açtığı düşünülmektedir.

PNF yönteminin diz ekstansör kas kuvveti üzerine olan etkisini inceleyen diğer bir çalışmada ise (122), 12 haftalık eğitimin Quadriceps Femoris kas kuvvetini geliştirmede, vücut geliştirmeye (bodybuilding) göre daha başarılı olduğu bulunmuştur. Bu çalışmada da görüldüğü gibi eğitim süresi ve içeriği uzun tutulduğu zaman PNF eğitimi dirençli egzersiz eğitimine göre daha başarılı olabilir. Bu çalışmanın sonuçları da bizim çalışmamızı destekler niteliktedir. PNF yöntemi, dirençli bir egzersiz eğitimi olmasının yanısıra, hem periferik nöral yapıların hem de üst merkezlere ait nöral yolların stimülasyonu ile kasın kasılma cevabının ve motor kontrolün en üst düzeyde olmasını sağlaması ve nöromusküler eğitim yapması nedeniyle, kortikal düzeyde kas yanıtlarını ve vücut farkındalığını artıran bir egzersizdir. Sinerjistik etki ile kuvvetli kaslardan zayıf kaslara kuvvet yayılımı yapması, verdiği duyuşal girdiler ile nöromusküler yanıtı ve kasın ateşleme cevabını artırması ve kasların kortikal sahadaki temsilini artırması nedeniyle, hastada yorgunluğa yol açmadan daha güçlü, daha koordine, net ve ağrısız hareketlerin ortaya çıkmasını sağlar. Deri, kas, tendon ve eklemdaki reseptörlerin uyarılması ile daha fazla motor ünitenin ateşlenmesine ve daha fazla kas kuvveti açığa çıkmasına sebep olur.

Çalışmamızda diz fleksörlerinin kas kuvveti, tedavi sonrasında tedavi öncesine göre PNF-2 grubunda ve klasik fizyoterapi yöntemi uygulanan grupta gelişmiştir. 180°/sn hızda yapılan ölçümlerde diz fleksörlerinin izokinetik kas kuvvetindeki en büyük artışın PNF-2 olduğu, gruplar içersinde en dezavantajlı grubun ise PNF-1 Grubu olduğu sonucuna varılmıştır. PNF-1 grubunda yer alan hastaların diz fleksörlerinin kas kuvvetleri, PNF-2 grubunda yer alan ve Klasik Fizyoterapi grubunda yer alan hastalara göre daha az gelişme göstermiştir. Klasik fizyoterapi yönteminin ayakta yapılan egzersizleri içermesi ve bir anlamda vücut ağırlığı ile dirençli kas eğitimi sağlamış olması; mini çömelme ve ağırlık aktarma (lunge) egzersizleri gibi kapalı kinetik zincir ve aynı zamanda proprioseptif özellikli egzersizleri içermesi, diz fleksörlerinin kas kuvvetini artırması açısından “Tekrarlı Germeler” tekniği ile tedavi edilen PNF yöntemine göre daha büyük bir avantaj sağlamış olabilir. Kullandığımız PNF yöntemlerinin ayakta egzersizler içermemesi ve seçilen hareket paternleri sebebi ile diz fleksörlerinin kas kuvvetini geliştirmede yetersiz kalmış olabilir. Yatma ve oturma pozisyonunda uygulanan PNF teknikleri sırasında yerçekimi, diz fleksiyon hareketine

yardımcı, diz ekstansiyon hareketini ise zorlaştırıcı bir rol oynamaktadır. Hamstring kas grubunun ağırlıklı olarak çalıştığı ekstansiyon-abdüksiyon-internal rotasyon paterni ve ekstansiyon-adduksiyon-eksternal rotasyon paternleri sırasında yerçekimi hareketi kolaylaştırarak, kas kuvvetini artırmak adına dezavantaj oluşturmaktadır. Quadriceps Femoris kas kuvvetinin ağırlıklı olarak çalıştığı fleksiyon-abdüksiyon-internal rotasyon paterni ve fleksiyon-addüksiyon-eksternal rotasyon paternleri sırasında ise fizyoterapistin vücut biomekaniklerini kullanarak verebileceği direnç ve yerçekimi göz önüne alındığında, Quadriceps Femoris kas kuvvetini artırmak adına avantaj oluşturmaktadır. Sonuç olarak yatış pozisyonundaki PNF yöntemlerinin, kas kuvvetini artırmak açısından Quadriceps Femoris kas kuvvetini artırmak adına avantajlı, ancak hamstringler (diz fleksörleri) adına dezavantajlı olduğu düşünülebilir.

PNF-2 grubu, PNF-1 grubu ile aynı PNF paternlerini içermesine rağmen, diz fleksörlerinin kas kuvvetini geliştirme açısından PNF-1 grubuna göre daha başarılı bulunmuştur. Çünkü, “Kombine İzotonik Kontraksiyonlar” tekniği, hem konsentrik, hem eksentrik, hem de izometrik kasılmalar içermektedir ve aynı zamanda “Tekrarlı Germeler” tekniğini de içermesi nedeniyle bu tekniğin tüm fizyolojik mekanizmalarını da kullanmaktadır. “Kombine İzotonik Kontraksiyon” tekniğinde “Tekrarlı Germeler” tekniğinde olduğu gibi konsentrik kasılma cevabını artırmak için germelerden de faydalanılır. Ayrıca, “Kombine İzotonik Kontraksiyonlar” tekniğinde kasların senkronize olarak konsentrik, eksentrik ve izometrik kasılması, kortikal cevapların artışına yol açarak konsentrik kas cevabı ve kuvvetinde de daha büyük artışa yol açabilir. Bu nedenle “Kombine İzotonik Kontraksiyon” tekniği diz fleksör kas kuvvetini artırma açısından “Tekrarlı Germeler” tekniğine göre daha başarılı olmuş olabilir. Aslında bu iki PNF tekniği arasındaki en büyük fark, “Kombine İzotonik Kontraksiyon” tekniğinin diğerinde olmayan eksentrik kas kasılması içermesi veya eksentrik kuvvetlendirme yapmasıdır. Konsentrik egzersiz programına eksentrik egzersizler eklendiği zaman, kas kuvvetinde daha fazla artış elde edildiği önceki çalışmalarda bildirilmiştir (121). Aynı zamanda güncel literatür, kas kuvvetini maksimum düzeyde artırmak için konsentrik, eksentrik ve izometrik egzersizlerin kombine olarak uygulanmasını önermektedir (121, 143, 144).

PNF tekniklerinden “Kas Gevşe” tekniğinin uzun dönem kas kuvveti üzerine olan etkisini inceleyen Higgs ve arkadaşlarının (2009) çalışmasında ise, 4 haftalık

eğitimin sonucunda Quadriceps Femoris kas grubunun esnekliğinin arttığı, ancak izokinetik kas kuvvetinde bir değişiklik olmadığı bildirilmiştir (145). Bizim çalışmamızda ise, bu çalışmadan farklı olarak her iki PNF grubunda diz ekstansör kas kuvvetinde gelişmeler olmuştur. Higgs ve arkadaşlarının çalışmasında ise, kuvvetlendirme amaçlı PNF tekniği kullanılmamıştır ve “Kas Gevşe” tekniği kas kuvvetini artırma amaçlı bir teknik değildir. Bu nedenle bu tekniğin uygulandığı bir çalışmada bizim çalışmamızda olduğu gibi kas kuvvetinde anlamlı bir artış beklenemez ve bu çalışmadan farklı olarak PNF tekniklerinden kuvvetlendirmeye yönelik tekniklerin kullanıldığı bizim çalışmamızın sonuçları ile karşılaştırılmaz. Uyguladığımız PNF eğitiminin süresinin bu çalışmadaki eğitim süresinden daha uzun olması (6 hafta) ve seçilen teknikler, paternler ve tekrar sayıları açısından daha farklı bir program uygulamış olmamız nedeniyle bizim sonuçlarımızı onların sonuçlarından farklıdır.

Pereira ve arkadaşlarının yapmış olduğu çalışmada ise (133), 14 yaşlı düşme riski olan birey üzerinde, 10 haftalık PNF eğitimi uygulanmıştır. PNF yönteminin, diz ekstansör ve fleksör kas kuvvetleri ve denge üzerine olan etkileri incelenmiştir. İzometrik olarak değerlendirilen kas kuvveti sonuçlarına göre, diz ekstansör kas kuvvetinde konvansiyonel programa göre anlamlı gelişme görülürken; diz fleksör kas kuvvetinde herhangi bir farklılığa raslanmamıştır. Bu çalışmanın sonuçları bizim çalışmamızın sonuçlarını desteklemektedir. Bu çalışmada bu sonucun, nöromusküler kazanımlardan bağımsız olarak, ölçümlerin PNF egzersiz paternleri ile olan uyumsuzluğundan kaynaklı olduğu için böyle bir sonucun çıkabileceği öngörülmüştür. Diz ekstansör kas kuvvetinin PNF eğitiminden olumlu etkilenmesinin nedenini nöromusküler mekanizmalar ile açıklamak gerekirse, bu durum PNF ile kas ko-aktivasyondaki azalmaya bağlı olarak (resiprokal inhibisyon) kas kuvvetinin artışına bağlanabilir. Bazı durumlarda kuvvet artışı, periferal yolların dışında supraspinal nöral adaptasyon sayesinde de gelişebilir. PNF egzersizlerinin proprioseptif cevabı geliştirmesine bağlı olarak, korteks seviyesindeki nörol uyarılma eşiği yükselmiş olabilir. Diğer bir teori de, proprioseptiyondaki ve dengedeki artışa bağlı olarak diz ekstansör kas kuvvetinin gelişmesidir.

Rhyu ve arkadaşlarının yapmış olduğu çalışmada ise (146) 28 sağlıklı birey iki gruba ayrılmıştır. Deney grubunun alt ekstremite kaslarına elastik bantlar

kullanılarak (dirençli izotonik) 6 hafta süre ile PNF eğitimi verilmiştir. Kontrol grubunda yer alan bireylere ise hiçbir egzersiz programı verilmemiştir. Hem deney, hem de kontrol grubundaki hastaların kalça abduktör kas kuvvetinde herhangi bir gelişme olmamıştır. Bu sonuç için, PNF eğitiminin normal sağlıklı bireylerin kaslarının kuvvetlendirilmesinde yetersiz kalabileceği, ancak dirençli egzersiz eğitim programlarının içerisinde yer alabileceği yorumunda bulunulmuştur. Bu çalışmada uygulanan PNF programının içeriği ve yoğunluğu da bizimki ile çok farklıdır ve sonuçlarımız da birbirini desteklememektedir. Görüldüğü gibi hem PNF eğitiminin karşılaştırıldığı tedavi grubu hem de PNF eğitimin içeriği ve süresi kas kuvvet değerleri ile ilgili çok farklı sonuçlara ulaşmamıza sebep olmaktadır. Literatürdeki yayınların sonuçlarının farklılığı da bundan kaynaklanmış olabilir.

Diz OA'lı hastalar üzerinde farklı egzersiz programlarının etkinliğini inceleyen bir çalışmada, rehabilitasyon programı içerisinde alt ekstremitte PNF paternleri yarım patern olarak kullanılmış ve PNF tekniklerinin uygulandığı grup izokinetik egzersiz yapan grup ile karşılaştırılmıştır. Her iki egzersiz programının da hastaların ağrısını azalttığı, kas kuvvetini ve dengesini geliştirdiği, diz ekleminin propriosepsiyonunu ve fonksiyonunu geliştirdiği bulunmuş ve egzersiz programları arasında herhangi bir üstünlük saptanmamıştır (147). Bu çalışmada bizim çalışmamızdan farklı olarak PNF paternleri yarım patern olarak uygulanmış ve izokinetik egzersiz eğitimi alan grup ile karşılaştırılmıştır. Sonucunda ise, bizim çalışmamızda olduğu gibi PNF eğitimi ile kas kuvvetinin geliştiği; ancak bizim çalışmamızdan farklı olarak PNF yönteminin diğer yöneme göre üstünlük sağlayamadığı gösterilmiştir.

Çalışmamızda grupların kassal endurans sonuçlarına bakıldığında, tedavi öncesine göre tedavi sonrasında diz fleksörlerinin kassal enduransının bütün gruplarda gelişme gösterdiği; diz ekstansörlerinin kassal enduransının ise sadece PNF gruplarında gelişme gösterdiği bulunmuştur. Gruplar birbirleri ile karşılaştırıldığında PNF uygulanan grupların, hem diz ekstansör hem de diz fleksörlerinin kassal enduransı açısından klasik fizyoterapi programına göre üstün olduğu bulunmuştur. PNF eğitiminin, kas kuvvetinin yanı sıra kassal enduransı da geliştirdiği sonucuna varılmıştır.

Literatürde PNF eğitiminin, OA'lı hastaların kassal endüransı üzerine olan etkilerini inceleyen herhangi bir çalışmaya rastlanmadığı için sonuçlarımız diğer hastalar üzerinde yapılan çalışmalar ile tartışılmıştır.

Kofotolis ve arkadaşlarının (148) çalışmasında 24 erkek birey üzerinde PNF eğitiminin izokinetik eğitime karşı vastus lateralis kasının kesitsel alanı üzerindeki etkisine bakılmıştır. PNF eğitimi sağ alt ekstremitede maksimal dirence karşı 3 set 30 tekrar ile yapılmıştır. İzokinetik eğitim ise izokinetik dinamometre ile 180°/sn ve 90°/sn hızlarda verilmiştir. 8 hafta süren eğitim sonucunda, PNF uygulanan gruptaki bireylerin kaslarında tip 2 liflerin alt gruplarında değişiklik olduğu; Tip II a liflerinin arttığı, Tip II b liflerin ise azaldığı bulunmuştur. İzokinetik eğitim alan bireylerin de Tip II kas liflerinde değişiklikler olduğu; ancak PNF grubundaki bireylerden farklı olarak Tip II 2 a liflerinde azalma olurken, Tip II b liflerinde artış olduğu görülmüştür. Çalışmamızdan farklı olarak bu çalışmada PNF eğitiminin kassal endüranstan ziyade kas kuvvetini geliştirdiği sonucuna varılmıştır. Bu sonuç, fizyoterapistin eli ile verdiği direncin hızı ile, izokinetik sistemde tercih edilen hız arasındaki farklılığa bağlı oluşmuş olabilir. PNF eğitimi bir sürü sinerjistik kasta kuvvet üretimine yol açmaktadır. Bu da dinamometre ile yapılan ölçüm sırasında eklemde daha iyi stabilize olmasını sağlamaktadır(148). Bu çalışmada kas kuvvet artışı sonuçları bizim çalışmamızı desteklerken, PNF'in kassal endüransı geliştirmemiş olması bizim çalışmamızın sonuçlarımızdan farklı bulunmuştur. Kassal endürans açısından böyle bir farklılığın çıkmasının sebebi, farklı teknik seçiminden kaynaklanmış olabilir.

Kronik bel ağrısı olan hastalarda PNF egzersizlerinin pelvis kas endüransına, esnekliğine ve fonksiyonuna olan etkisinin incelendiği bir çalışmada (142) 83 kadın, "Ritmik Stabilizasyon" Grubu, "Kombine İzotonik Kontraksiyonlar" Grubu ve Kontrol Grubu olarak 3 gruba ayrılmıştır. Bu gruplara verilen tedavi sonrası hastalar 4. ve 8. haftalarda statik ve dinamik kas endüransı yönünden değerlendirilmiştir. Tedavi sonrası 4. haftada tüm gruplarda gövde fleksör ve ekstansör kas endüransında belirgin bir artış görülmüştür. Bizim çalışmamıza benzer teknik olarak "Kombine İzotonik Kontraksiyonlar" tekniği içeren bir PNF programı uygulanmış olan bu çalışmada, sonuçlar da bizim çalışmamızın sonuçları ile uyumludur. Benzer olarak bu çalışmada da, eğitim programı sonucunda kas kuvvetinde önemli artışlar görülmüştür. Kas kuvvetlendirme amaçlı, PNF ile yapılan tedavi protokollerinde egzersizin

yoğunluğu ile ilgili net bir görüş olmasa da, yorgunluk sınırına kadar yapılan düşük yoğunluklu egzersizlerin, yüksek yoğunluklu egzersizlere benzer olarak kasta hipertrofi oluşturduğu ve iskelet kasında yüksek yoğunluklu egzersizler ile benzer adaptasyonlar geliştirdiği bilinmektedir (142). PNF tekniklerinin içerisinde kasları kuvvetlendirmeyi ve endüransı geliştirmeyi hedefleyen “Ritmik Stabilizasyon”, “Yavaş-Zıt”, “Tekrarlayan-Germeler”, “Kombine İzotonik Kontraksiyonlar”, “Tut-Gevşe Aktif Hareket”, “Ritmik Başlatma” gibi çok fazla teknik vardır. Bizim çalışmamızda diz OA’da “Kombine İzotonik Kontraksiyonlar” ve “Tekrarlı Germeler” tekniğinin etkisi karşılaştırmalı olarak incelenmiş ve sonucunda PNF-2 grubu diz fleksör ve ekstansör kas kuvvetini geliştirme açısından daha başarılı bulunmuştur. Kassal endürans açısından ise her iki PNF tekniği de, klasik fizyoterapi yöntemine göre daha üstün bulunmuştur. Bununla birlikte incelediğimiz çalışmalarda kuvvetlendirme ve endüransı geliştirmeye yönelik PNF tekniklerinde, patern seçimi, seçilen tekrar sayısı ve eğitimin yoğunluğu ile ilgili herhangi bir öneriye veya detaylı bir açıklamaya rastlanmamıştır. İncelediğimiz çalışmalarda düşük yoğunluklu PNF eğitimi ile yüksek yoğunluklu PNF eğitiminin kaslarda nasıl etkiler oluşturabileğine yönelik olarak da herhangi bir çalışmaya rastlanmamıştır. Bu nedenle bu konuda sadece kendi çalışmamızın sonuçlarına göre yorum yapılmış; ancak başka bir çalışmanın sonuçları ile tartışma olanağı bulunamamıştır.

5.6. Diz Fonksiyonları

PNF’in diz OA ‘lı hastalar üzerinde olan etkinliğini inceleyen sınırlı sayıda çalışma vardır. PNF egzersizlerinin diz OA’da fonksiyon ve performans üzerine olan etkisini inceleyen bu çalışmalar “Kas Gevşe” ve “Tut Gevşe” tekniği üzerine araştırma yapmışlardır (18, 127, 136). Bizim çalışmamızda ise “Tekrarlı Germeler” tekniği ve “Kombine İzotonik Kontraksiyonlar” tekniği kullanılmıştır. Çalışmamızdaki tüm gruplarda WOMAC ve KOOS anketleri ile değerlendirilen diz fonksiyonları, WOMAC’ın tutukluk alt parametresi ile KOOS’un yaşam kalitesi ve semptomlar alt parametresi hariç, tedavi sonrası tedavi öncesine göre anlamlı gelişmeler göstermişlerdir. PNF-2 Grubunda tutukluk alt parametresi hariç, WOMAC ve KOOS’un tüm alt parametrelerinde anlamlı gelişmeler olmuştur. PNF-1 grubunda ise WOMAC’ın ve KOOS’un tüm alt parametrelerinde anlamlı gelişmeler olmuştur.

Bu durum, her iki PNF tekniği ile diz fonksiyonlarının hemen hemen tamamının geliştirilebileceğini göstermiştir. Bu durum, PNF teknikleri sırasında kullanılan hareket paternlerinin, fonksiyonel hareket paternleri olması; ayrıca kortikal haritada tüm alt ve üst ekstremite hareketlerinin izole hareketler yerine bu patern içinde temsil edilmesinden kaynaklanabilir. Ayrıca PNF sırasında deri üzerine verilen mekanik uyarılar (taping), dokunma, germe, işitsel uyarılar gibi bazı fasilitasyon yöntemlerinin kullanılması ile periferik organlar olarak bilinen birçok reseptörün uyarılması ve uzun dönemde PNF eğitiminin sağladığı sinerjistik yayılım ile kas iskelet sistemi üzerine ekstra kazanımlar sağlanmış olması da diz fonksiyonlarının tüm alt parametrelerini geliştirmede klasik fizyoterapi yöntemine göre daha büyük kazanç sağlamış olabilir.

Ancak tüm gruplar birbiri ile tedavi karşılaştırıldığında her iki PNF yöntemi sadece WOMAC'ın ağrı alt parametresinde klasik fizyoterapi yöntemine göre üstün bulunmuştur.

OA'lı hastalar üzerinde PNF'in konvansiyonel tedaviye göre etkinliğini inceleyen Gül ve arkadaşlarının çalışmasında (18) 30 OA'lı birey çalışmaya dahil edilmiştir. Bizim çalışmamızın değerlendirme yöntemlerine benzer olarak hastaların ağrı seviyeleri VAS ile, diz fonksiyonları ise WOMAC ile değerlendirilmiştir. Bizim çalışmamızın sonuçlarında olduğu gibi hem PNF, hem de konvansiyonel tedavi yöntemi ile hastaların ağrı düzeylerinde azalma ve fonksiyonel aktivite seviyelerinde artış görölmüştür. Ancak, bizim çalışmamızdan farklı olarak bu araştırmada iki fizyoterapi yöntemi birbirine üstünlük sağlayamamıştır. Bizim çalışmamızda ise WOMAC'ın ağrı alt parametresinde PNF yöntemleri, klasik fizyoterapi yöntemine göre daha üstün bulunmuştur. Gül ve ark.nın çalışmasında PNF eğitimi haftada 3 gün, 4 hafta süre ile uygulanmıştır; ancak eğitimin içeriği, tekrar sayısı ve paternler hakkında hiç bir bilgi verilmemiştir. O yüzden bu çalışmanın içeriği ve sonuçları, kendi çalışmamızın içeriği ve sonuçlarındaki farklılığı açısından detaylı olarak karşılaştırılamamıştır. Onların tedavi süresinin (4 hafta) bizim çalışmamızdan daha kısa olması nedeni ile bizim sonuçlarımıza ulaşamamış olabilirler. 4 hafta süren eğitim fonksiyonda gelişme elde edebilmek için yetersiz kalmış olabilir. Bizim çalışmamız üzerinden sonuçları yorumlayacak olursak, PNF teknikleri sırasında dokunma reseptörlerinin uyarılması, deri üzerine yapılan mekanik uyarılar (taping), ağrı ile ilgili kapı kontrol mekanizmasını harekete geçirmiş olabilir. Yine "Tekrarlı Germeler"

tekniki ile kas iğciğinin uyarılarak hareketlerin zorlanmadan ağrısız bir şekilde yapılması sağlanmış olabilir. Bu sayede WOMAC'ın ağrı alt parametresinde gelişme sağlanmış olabilir.

‘‘Kombine İzotonik Kontraksiyonlar Tekniği’’ ise kasları kuvvetlendirmenin yanı sıra stabiliteyi de geliştiri, çünkü eksantrik kontraksiyonlar stabilite için çok önemlidir. Hareketin kontrolünün artması fonksiyonların gelişmesi açısından da avantaj sağlamaktadır.

PNF ile germenin anlık etkisinin OA'da diz fonksiyonu üzerine olan etkisini inceleyen bir diğer çalışmada (149) diz fonksiyonları WOMAC ile değerlendirilmiştir. Bu çalışmada bizim çalışmamızdan farklı olarak PNF tekniklerinden sadece ‘‘Kas Gevşe’’ tekniği kullanılmıştır ve eğitimin anlık etkisine bakılmış; uzun dönem etkileri incelenmemiştir. Çalışmanın sonucunda, erken diz OA'da PNF egzersizleri standart germe egzersizlerine göre diz fonksiyonlarını geliştirmede daha başarılı bulunmuştur. Germenin, egzersizler sırasında yaralanma riskini azalttığı ve performansı geliştirmeye faydası olduğu bilinmektedir. Sağlıklı bireylerde herhangi bir egzersiz veya aktivitenin hemen öncesinde yapılan PNF ile germenin ise, vertikal sıçrama gibi performans ile ilişkili parametrelerde azalmaya yol açtığı düşünülmektedir. Bazı çalışmalarda egzersiz veya antrenman öncesi PNF ile germenin, kısa süre ile kas aktivasyonunu, maksimum üretilen kas kuvvetini, buna bağlı olarak genel performansı azalttığı bildirilmiştir (150-152). PNF uygulamasının fonksiyonu geliştirmesi, kas kuvvetindeki ve eklem hareket açıklığındaki artışa bağlı olarak gerçekleşir. Uzun süreli PNF uygulamalarında ise kas kuvvetindeki artışa bağlı olarak performansı da geliştirir. PNF uygulamalarının eklem hareket açıklığına bağlı olarak fonksiyonu geliştirmesi, otojenik inhibisyon, resiprokal inhibisyon, relaksasyon ve kapı kontrol teorisi olmak üzere 4 mekanizmaya dayandırılır (27). Çalışmamızda WOMAC ile değerlendirdiğimiz diz fonksiyonları, tüm alt parametreler yönünden gelişme göstermemiş ve PNF Gruplarındaki tutukluk ve fonksiyon alt parametrelerindeki gelişme, klasik fizyoterapi programına üstünlük sağlamamıştır. Çalışmamızda tüm gruplardaki diz OA'lı hastalarda WOMAC'ın tutukluk alt parametresi gelişme göstermemiştir. Hastalarda erken evre diz OA'nin, ileri evre OA kadar şiddetli tutukluk şikayetinin olmaması, tedavi öncesi tutukluk skorlarının istatistiksel olarak farklılık yaratamayacak kadar düşük değerde olması, bu sonucu

doğurmuş olabilir. Belki de diz fonksiyonlarının tüm parametrelerinde gelişme görebilmek için daha uzun süreli bir eğitim (12 hafta gibi) gerekebilir.

5.7. Fonksiyonel Performans

Çalışmamızda tüm gruplardaki OA hastalarının fonksiyonel performansı, tedavi sonrası tedavi öncesine göre anlamlı gelişme göstermiştir. Grupların birbiri ile karşılaştırmasında fonksiyonel performans testlerinden biri olan “Basamak Tırmanma Testi”nde tedavi sonrası olan değişiklikler açısından gruplar arasında anlamlı bir farklılık olduğu görülmüştür. Bu fark PNF grupları lehine olmuş ve PNF-2 grubu en büyük gelişmeyi gösteren grup olmuştur. Klasik fizyoterapi programı ise, tedavi sonrası diğer yöntemlere göre en düşük gelişme gösteren grup olmuştur. Basamak tırmanma fonksiyonu, farklı diz fleksiyon açıları sırasında diz ekleminde yüklenmeye sebep olan, diz eklem reaksiyon kuvvetlerinin ve eklem binen yüklenmenin yürüme fonksiyonuna göre daha fazla olduğu bir fonksiyondur. Basamak tırmanma fonksiyonu sırasında diz ekstansör ve fleksör kaslarında tekrarlayan, ardışık konsentrik ve eksentrik kasılmaları ile hareketin kontrolü sağlanır. Kas kuvvet yetersizliği veya koordinasyon yetersizliği eklem dinamik stabilitesini bozarak basamak tırmanma performansında bozulmaya yol açar. Fonksiyonel aktiviteler sırasında kaslar hem konsentrik, hem de eksentrik olarak çalışırlar. PNF’den “Kombine İzotonik Kontraksiyonlar” tekniğinde kasların koordine bir şekilde konsentrik ve eksentrik olarak çalışması, “ Basamak Testi”nde bu grup lehine bir fark oluşturmuş olabilir.

“Süreli Kalk-Yürü testi” ve “6 dk’lik Yürüme Test” sonuçlarına göre PNF teknikleri içeren tedavi yöntemleri, klasik fizyoterapi programına göre daha üstün bulunmuştur. Bu da PNF eğitiminin hem kasları kuvvetlendirdiği, hem de patenler içinde kasların doğru zamanda ve doğru şekilde kasılarak koordine hareket açığa çıkarmasını sağlamasından kaynaklanabilir. PNF yöntemi ile kasların zamanlamalı ve sıralı olarak kontrollü bir şekilde kasılması, hastaya kaslarını doğru bir şekilde kontrol etmesini, kompensatuvar mekanizmalar nedeni ile çalışmayan zayıf kaslarını çalıştırmasını, motor öğrenme yolu ile ilgili mekanizmaları aktifleştirmesini sağlar. PNF eğitimi içerisinde yer alan alt ekstremite paternleri, yürüme fonksiyonunu da taklit eder. PNF’te yürüme fonksiyonunu taklit eden alt ekstremite paternlerinin uygulanması ile, hastalara yürüme sırasında alt ekstremite kaslarının ko-kontraksiyonu

ve motor koordinasyonu ve yürüme sırasında kullanılan kasların doğru zamanlama içinde kullanımı öğretilmiş olur. Bu durum da yürüme, süreli kalkıp oturma gibi koordine hareket ve kas kuvveti gerektiren fonksiyonel performanstaki başarıyı artırır. Bununla birlikte PNF egzersizlerinin ilerleyici dirençli egzersizler olması ve fizyoterapistin maksimal direncine karşı kasların çalıştırılması, kassal enduransı da geliştirir. Bizim çalışmamızın sonuçlarında, PNF eğitimi alan grupta kassal enduransta da gelişme görülmüştür. Diz fleksör ve ekstansör kaslarının enduransında görülen bu gelişme de, özellikle “6 dk’lik Yürüme Test” sonuçlarında PNF grupları lehine görülen bu gelişmeyi açıklayabilir.

PNF’in diz OA’lı hastaların performansı üzerine olan etkisini inceleyen bir diğer çalışmada da (127) 15 diz OA’lı bir grup hastaya PNF ile germe egzersizleri uygulanmış ve statik germe uygulanan diğer grup ile karşılaştırılmıştır. Her iki grupta yer alan hastaların fonksiyonel performansları “Süreli Kalk Yürü Testi” ile değerlendirilmiştir. 6 seanslık tedavi sonucunda, PNF ile germe uygulanan grupta statik germe grubuna göre “Süreli Kalk Yürü Test” süresinin kısaldığı ve daha büyük bir gelişme olduğu görülmüştür. Bu da PNF ile OA’lı hastalarda hamstring esnekliğinin artma ve ağrı semptomlarında azalma ile performansta olan artışa bağlanmıştır. Bizim çalışmamızda kullanılan PNF teknikleri ve hedeflenen etkiler farklı olsa da, sonuçlarımız literatürdeki bu çalışmanın sonuçları ile benzer bulunmuştur. Çalışmamızda PNF-2 grubu, klasik fizyoterapi ve rehabilitasyon programına göre “Süreli Kalk Yürü Test” sonuçlarında daha fazla gelişmeye sebep olmuştur. Üç grup arasında en büyük farkı yaratan grubun “Kombine İzotonik Kontraksiyonlar” tekniği içeren PNF grubu olması, bu testte ayağa kalkma ve oturma sırasında quadriseps femoris kasının güçlü konsentrik ve eksentrik kontraksiyonlar gerektirmesi, bir tek “Kombine İzotonik Kontraksiyonlar” tekniğinin bu tip kontraksiyonlar içermesi ve bu grubun diz ekstansör kas kuvvetinin diğer gruplara göre daha fazla artırmış olmasından kaynaklanmış olabilir.

PNF’in performans üzerine olan etkisi Nelson ve arkadaşları (152) tarafından 33 kadın birey üzerinde incelenmiştir. PNF uygulanan ve ağırlık eğitimi uygulanan iki grup üzerinde bireylerin kas kuvveti ve atletik performansları incelenerek birbirleri ile karşılaştırılmıştır. Kas kuvvet artışı her iki grupta da benzer olmasına rağmen, PNF uygulanan grupta performans artışı daha fazla bulunmuştur. PNF yönteminin, kasları

daha özel ve daha yoğunlu olarak eğittiği; buna bağlı olarak da motor yeteneklerde daha fazla gelişme olduğu ileri sürülmüştür. “Irridiation teorisi”, “spatiotemporal sumasyon” ve “germe refleksi”nin de performanstaki gelişmenin sebeplerinden olduğu düşünülmüştür. Çalışmamızda hem “Basamak Tırmanma Testi”, hem “Sürekli Kalk-Yürü Testi” hem de “6 dk.lık Yürüme Test “ sonuçları bakımından “Kombine İzotonik Kontraksiyonlar” tekniği klasik fizyoterapi ve rehabilitasyon programına göre üstün bulunmuştur. “Kombine İzotonik Kontraksiyonlar” tekniğinin, diz ekstansör kas kuvvetini daha çok geliştirmesi sebebi ile de bu sonuç oluşmuş olabilir. “Basamak Tırmanma Test” sonuçlarımıza bakıldığında, her iki PNF tekniği klasik fizyoterapi ve rehabilitasyon tekniğine göre, PNF’ten “Kombine İzotonik Kontraksiyonlar” tekniği de “Tekrarlı Germeler” tekniğine göre daha üstün bulunmuştur. Basamak çıkma aktivitesinin hem konsentrik, hem eksentrik kontraksiyonlar içermesi, “Kombine İzotonik Kontraksiyonlar” tekniğinin de bu kasılma tiplerinin hepsini içeriyor olması, “Basamak Tırmanma Test” sonuçlarında en yüksek gelişmenin bu grupta elde edilmesini açıklayabilir.

5.8. Postüral Kontrol

Diz OA’da noromusküler kas yapılarının zayıflaması ile postüral kontrolde bozulma görülür ve bu durum dejeneratif değişikliğin ilerlemesi ile daha da hızlanır. Önceki çalışmalarda, erken evre diz OA’da diz adduksiyon momentinin arttığı, gluteus medius kas aktivasyonunun azaldığı, etkilenen taraf vastus lateralis ve vastus medialis kas aktivasyonunun arttığı tespit edilmiştir. Kasların ko-aktivasyonunda görülen azalmaya bağlı olarak nöromusküler cevaplarda da azalma olduğu ortaya konulmuştur. Bu nedenle, erken evre medial diz OA’da, hastaların azalmış kalça adduksiyon momentine karşılık kalça abduksiyon momentini artırdığı ve kalça ile ilişkili yeni yürüyüş stratejileri geliştirdiği görülmüştür (72, 153). Kaslarda meydana gelen bu nöromusküler adaptasyonlar da postüral kontrolde bozulmaya yol açarak, agonist ve antagonist kaslar arasındaki ko-aktivasyonda anormal artışlara yol açar. Kesin bir yargı olmasa da, bu çalışmadan yola çıkarak erken diz OA’da medio-lateral dengenin etkilendiği düşünülebilir. Literatürde erken evre diz OA’da dengenin etkilenimi ile ilişkili çalışmaların yetersiz olması nedeni ile, bu tez çalışması öncesinde yapmış olduğumuz bir çalışmada erken evre diz OA’lı hastalarda denge, sağlıklı kontrol grubu

ile karşılaştırılmış ve erken evre diz OA'lı hastalarda dengenin sağlıklı kontrollere göre etkilenip etkilenmediği incelenmiştir. Çalışmamızın sonucunda erken evre diz OA'lı hastalarda medio-lateral dengenin sağlıklı kontrol gruplarına göre bozulduğu ve medio-lateral dengenin kaybının da diz fonksiyonlarını olumsuz yönde etkilediği bulunmuştur (154). Postüral kontrolde, OA'nın erken evresinde ileri evreye göre önemli bir etkilenme görülme bile, erken evre OA'lı hastalarda ileri evreye gelmeden ve postüral kontrol bozulmadan önce yapılacak bazı egzersizler ile, özellikle yaşlılarda yüksek morbidite ve mortaliteye sahip olan denge kayıpları ve düşmeler gibi önemli komplikasyonların önüne geçilebilir. Bu çalışmada diz osteoartritli hastalarda farklı PNF egzersizlerinin ve klasik fizyoterapi yönteminin postüral kontrol üzerine olan etkileri, "Berg Denge Ölçeği" ve "Biodeks Denge ve Postural Kontrol Sistemi" kullanılarak değerlendirilmiş; "Berg Denge Ölçeği" ile yapılan ölçüm sonuçlarında tüm gruplarda tedavi sonrası dengede anlamlı gelişmeler görülmüştür. Gruplar arası karşılaştırmalarda ise grupların tedavi sonrası Berg Denge Ölçeğine göre değerlendirilen denge parametresindeki değişimler açısından aralarında herhangi farka raslanmamıştır. Andrade Mesquita ve arkadaşlarının yapmış olduğu bir çalışmada (96) PNF yöntemi ve pilates eğitiminin yaşlı kadınlarda "Berg Denge Ölçeği" ile değerlendirilen denge üzerine olan etkileri karşılaştırmalı olarak incelenmiştir. Çalışmanın sonucunda PNF yöntemi ile tedavi edilen yaşlı bireylerde dengedeki gelişim, kontrol grubuna göre göre daha üstün bulunmuştur. Bizim çalışmamızda ise "Berg Denge Ölçeği" sonuçları bakımından tedavi sonrası gruplar arasında bir farklılık oluşmamıştır. Bizim sonuçlarımızın, Mesquita ve arkadaşlarının yapmış olduğu çalışmanın sonuçlarından farklı çıkmasının nedeni, bizim hasta grubumuzun yaşlarının (45-65 yaş) onların hasta grubundan daha genç olması, OA'lı hasta grubumuzun erken evrede olması ve "Berg Denge Ölçeği"nin maddeleri içerisinde yer alan görevlerin bu yaş grubundaki hastalarımıza kolay gelmesinden kaynaklanabilir. Ayrıca, "Berg Denge Ölçeği" orijinal olarak daha çok ileri yaş grubundaki hastaların, daha ciddi veya nörolojik problemlere bağlı belirgin denge kayıplarını değerlendirmek üzere geliştirildiği için, bizim daha genç ve erken evre OA hasta grubumuzdaki hafif denge kayıplarını ölçebilecek ve tedavi sonrası olan değişimlerin gruplar arası karşılaştırmasındaki farkları gösterebilecek hassasiyette olmayabilir. Bu nedenle de bizim çalışmamızda Berg Denge Ölçeği ile yapılan

ölçümlerde gruplar arasında herhangi bir fark çıkmamış olabilir. Ancak, ileri evre ve daha yaşlı OA'lı hastalarda ölçeğin içerisinde yer alan maddeler hastalardaki denge kayıplarını değerlendirmek için daha uygun ve sonuçlar için daha belirleyici olabilir.

Bu savımızı destekleyen sonuçlar, denge ve postural kontrolü değerlendirdiğimiz diğer bir ölçüm yöntemi olan “Biodeks Denge Sistemi” ile ortaya konulmuştur. “Biodeks Denge Sistemi” ile değerlendirdiğimiz postüral kontrol test sonuçlarına göre, PNF eğitimi içeren iki grupta tedavi sonrası gözler kapalı pozisyonda değerlendirilen dengede herhangi bir gelişme olmamasına rağmen, gözler açık pozisyonda değerlendirilen dengede tedavi öncesine göre önemli gelişmeler görülmüştür. Ancak Klasik Fizyoterapi Grubunda tedavi sonrası dengede herhangi bir gelişme olmamıştır. PNF eğitiminin içerisinde yer alan fonksiyonel ve koordineli hareketler postüral kontrolün geliştirilmesine hizmet etmektedir. Kas kuvvetinin ve enduransının PNF grubunda daha çok gelişme göstermesi de, postüral kontrole katkı sağlamıştır; ancak postüral kontrol, kas kuvvetinin yanı sıra bir çok nöromusküler mekanizmanın da birlikte çalıştığı karmaşık bir süreçtir. Gruplar birbiri ile karşılaştırıldığında, PNF gruplarında gözler açık toplam denge puanı Klasik Fizyoterapi Grubuna göre daha iyi bulunmuştur. Gözler açık pozisyonda değerlendirilen toplam denge puanı PNF-1 grubunda ve PNF-2 grubunda, Klasik Fizyoterapi Grubuna göre daha üstün bulunmuştur. Gözler açık pozisyonda değerlendirilen medio-lateral denge ise PNF-1 Grubunda Klasik Fizyoterapi Grubuna göre daha başarılı bulunmuştur. PNF tekniği uygulanan grupta medio-lateral dengenin ve toplam denge puanının klasik fizyoterapi programına göre daha fazla gelişmesi, PNF eğitimi verilen grupta kalça çevresi kaslarının daha iyi geliştiğini ve tüm alt ekstremitte kaslarının aynı anda çalışmasının ortaya çıkardığı ko-kontraksiyonların postural kontrolü sağlamada klasik yöntemle göre daha etkili olduğunu düşündürebilir. PNF eğitimi nöromusküler yapıların reedükasyonunu sağlayan bütüncül bir tedavi yaklaşımıdır ve kasların koaktivasyonunu sağlar. OA'lı hastalarda azalmış somatosensoryel girdi, proprioseptif defisit ve kaslardaki azalmış kas aktivasyon cevabına bağlı azalmış olan postural kontrol, PNF uygulaması sonucu kas içiği, goldi tendon organı, eklem ve kas reseptörlerinin aynı anda uyarılması ile gelişme göstermiş olabilir. Çalışmamızda PNF gruplarında tedavi sonrası alt ekstremitte kas kuvvetindeki artışın da bu gruplardaki postüral kontrolde görülen gelişmenin diğer bir nedeni

olabileceği düşünülmüştür. PNF eğitimi verilen gruplarda diz ekstansör kas kuvvet kazancının Klasik Fizyoterapi Grubundan daha fazla olması ve özellikle diz ekstansörlerinin antigravite kası olarak vücudu dik tutmadaki, dolayısıyla postural kontroldeki rolü düşünülecek olursa, böyle bir sonuç beklenen bir sonuç olur. Ancak, çalışmamızda postural kontrolde oldukça önemli olan kalça çevresi ve Core grup kaslarının değerlendirilmemiş olması, bu konuda daha fazla yorum yapmamızı engellemektedir.

Dursun ve arkadaşlarının OA'lı hastalarda PNF ve izokinetik egzersiz uygulamalarının denge üzerine olan etkilerinin karşılaştırmalı olarak incelendiği bir tez çalışmasında (136) bir grup izokinetik kuvvetlendirme ile tedavi edilirken, diğer gruba yarım paternde PNF uygulaması yapılmıştır. Hastaların tedavi öncesi ve sonrası dengeleri SportKAT-3000 ile değerlendirilmiştir. Tedavi sonrası hastaların denegesinde görülen gelişmenin, alt ekstremitte kas kuvvetinde görülen artışa, ağrıdaki azalmaya ve proprioseptif duyuda görülen gelişmeye bağlı olabileceği ileri sürülmüştür. Tedavi sonrası PNF Grubunda gelişme görülmesine rağmen, izokinetik kuvvet eğitimine göre PNF eğitiminin dengenin gelişmesine ekstra bir avantaj sağlamadığı görülmüştür. Bizim çalışmamızda da PNF eğitimi verilen gruplarda diz ekstansör kas kuvvetinde gelişme ve buna bağlı olarak da dengede gelişme olduğu bulunmuştur.

Silva ve arkadaşlarının yapmış olduğu çalışmada ise (155) yaşlı kadınlar üzerinde PNF eğitiminin denge üzerine olan etkisi incelenmiştir. PNF eğitiminin içeriğinde, “Ritmik başlatma”, “Yavaş Zıt”, “Kas Gevşe” teknikleri kullanılmıştır. 4 hafta süren eğitimin sonucunda pedobarometrik verilere ve “Sürelî Kalk-Yürü” skorlarına göre yaşlı bireylerin statik ve dinamik dengelerinde gelişme olduğu görülmüştür. Bu çalışmada bizim çalışmamızda kullanılan tekniklerden farklı PNF teknikleri kullanılmış olsa bile, PNF eğitimi alan grupta bizim çalışmamıza benzer olarak dengede daha fazla gelişme olmuştur.

Andrade Mesquita ve arkadaşlarının yapmış olduğu çalışmada (96) ise PNF eğitimi ve pilates eğitiminin yaşlı kadınlarda denge üzerine olan etkileri karşılaştırmalı olarak incelenmiştir. “Berg Denge Ölçeği” sonuçlarına ve stabilometre ile yapılan ölçüm sonuçlarına göre PNF eğitimi statik ve dinamik dengede kontrol grubuna göre daha başarılı bulunmuştur. Aynı zamanda PNF Grubunda “Fonksiyonel Uzanma

Testi” ve “Sürekli Kalk-Yürü Test” puanları da Kontrol Grubuna göre daha iyi bulunmuştur. Pilates grubu ve PNF Grubu arasında ise istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık görülmemiştir. PNF Grubu, “Ritmik Başlatma” ve “Yavaş- Zıt” teknikleri kullanılmıştır. Bizim çalışmamızda da farklı PNF teknikleri kullanılmasına rağmen benzer sonuçlar elde edilmiştir. Tüm grupların “Berg Denge Testi” parametrelerinde anlamlı gelişmeler görülmüştür. Biodex Sistemi ile ölçülen postüral stabilite puanları açısından ise, sadece PNF gruplarında anlamlı gelişmeler olduğu bulunmuştur. Postural kontrolde gözler açık pozisyondaki toplam denge puanları, Klasik Fizyoterapi Grubuna Göre PNF Gruplarında daha iyi gelişme göstermiştir.

Pereira ve arkadaşlarının yapmış olduğu çalışmada ise (133) 14 düşme riski olan yaşlı bireye 10 hafta boyunca PNF eğitimi (ritmik başlatma, yavaş zıt, kas gevşek teknikleri) verilmiştir. Dengedeki değişim, “Berg Denge Ölçeği” ile değerlendirilmiş ve 10 haftalık tedavi sonucunda yaşlı bireylerin dengelerinde anlamlı gelişmeler görülmüştür. Yaşlı bireylerin dengesinde görülen bu gelişme, merkezi sinir sisteminin adaptasyonuna bağlanmıştır. PNF yöntemi bazı durumlarda, periferal yollardan bağımsız olarak supraspinal nöral adaptasyona katkı sağlayabilir. Kortekste daha yüksek nöral uyarılma, proprioseptif cevapta artışa yol açar. Bizim çalışmamız da da literatür ile uyumlu olarak PNF egzersizleri denge üzerine klasik yöntemle göre genel olarak daha etkili bulunmuştur. Denge üzerine olan bu etki PNF eğitiminin nöral yolları uyarması, daha fazla proprioseptif girdi vermesi ve bunun sonucunda eklem pozisyon hissini geliştirmiş olmasına bağlanabilir.

5.9. Eklem Pozisyon Hissi

Proprioseptif nöromusküler fasilasyon (PNF) eğitiminin temelinde eklem reseptörlerinin uyarılması, propriosepsiyonun geliştirilmesi yer almaktadır. Nörolojik mekanizmaların fasilite ya da inhibe edilmesi ile hareketlerin düzenlenmesi, kasların aktivasyonu veya inhibisyonu söz konusudur. PNF yönteminin fizyoterapistler arasında klinik pratikteki kullanımı yaygın olmasına ve bu yöntem ile kas, tendon ve eklemlerdeki reseptörlerin ve proprioseptif yolların yüksek oranda kullanımı söz konusu olmasına rağmen, literatürde PNF’in propriosepsiyon üzerine olan etkisini inceleyen çalışmalar oldukça azdır (31, 130, 141, 156). 2019 yılında yapılan bir sistematik derleme çalışmasında, PNF’in eklem pozisyonu üzerine olan etkisi ile ilgili

bilgilerin yetersiz olduğu bildirilmiştir (31). Bu nedenle, PNF ile ilgili yapmış olduğumuz bu çalışmada PNF'in eklem pozisyon hissi üzerine olan etkisini incelemek üzere, eklem pozisyon hissi de değerlendirme parametresi olarak seçilmiştir.

Çalışmamızda diz eklemının eklem pozisyon hissi, literatüre uygun olarak, 30°, 45° ve 60° olmak üzere üç farklı açıda değerlendirilmiştir (64, 106, 107). Diz eklemine (tibiofemoral eklem) gelen yükler öncelikli olarak patellafemoral eklem tarafından karşılanır ve stresler absorbe edilir; böylelikle diz eklemının günlük yaşam aktiviteleri sırasında aşırı yüklenmesi ve erken dejenerasyonu önlenmiş olur. Clark yaptığı çalışmada, tibiofemoral eklemde osteoartritik değişiklikleri olan hastalarda patellafemoral eklem dejenerasyonunun daha fazla olduğunu ve bu değişikliklerin daha erken dönemde ortaya çıktığını bildirmiştir (157). Tibiofemoral ve patellafemoral eklemler farklı biomekanik özelliklere sahip farklı komponentlere sahip olsalar da diz ekleminde ortaya çıkan hareketlerden sorumlu ve streslere karşı birlikte hareket eden eklemlerdir. Birlikte hareket ederken özellikle diz fleksiyon ve ekstansiyon hareketi sırasında, patellanın tibianın troklear oluşu içerisine, doğru zamanda ve doğru temasla yerleşimi ve koordine hareketi oldukça önemlidir (158). Normalde diz fleksiyona giderken, patellafemoral eklem troklear oluk ile olan teması 20°de başlar; 60° ye doğru gittikçe artar ve 90°de temas en yüksek seviyeye ulaşır. 90° de patellafemoral eklem troklear oluk ile maksimum düzeyde temasta olduğu için, diğer açılara göre daha fazla proprioseptif girdi oluşur ve eklem 90°de daha fazla uyarılabilir; bu nedenle bu açıdaki eklem pozisyon hissindeki hata payı diğer açılara göre daha düşüktür ve eklem pozisyon hissinde olan hataların değerlendirilmesinde tercih edilen bir açı değildir (159). Bu bilgi doğrultusunda çalışmamızda değerlendirme için, literatürdeki diğer çalışmalarda da olduğu gibi eklem pozisyon hissindeki hata payının daha fazla olabileceği 30°, 45° ve 60° tercih edilmiş; 90°de ise değerlendirme yapılmamıştır. Çalışmamızın sonucunda tedavi sonrası tedavi öncesine göre, 45° de değerlendirilen diz eklem pozisyon hissi üç tedavi grubundaki hastalarda da anlamlı gelişme göstermiştir. Her iki PNF grubunda 30° de değerlendirilen eklem pozisyon hissi, klasik fizyoterapi programı alan gruba göre daha fazla gelişme göstermiştir. Bu durum da, patella ile troklear oluşun birbiri ile olan ilişkisinin ve dolayısı ile proprioseptif girdinin çok daha az olduğu 30° lik diz fleksiyonunda PNF'in klasik fizyoterapi yöntemine göre daha üstün olduğunu ortaya koymuştur. Bu sonuca göre PNF, klasik

fizyoterapiye göre proprioseptif yolları daha fazla stimüle ederek, temasın çok daha az olduğu diz eklem açıları da gelişme göstermektedir. 60°de değerlendirilen eklem pozisyon hissi tedavi öncesine göre tedavi sonrasında üç grup arasında sadece PNF-2 Grubunda gelişme göstermiştir. 60°de değerlendirilen eklem pozisyon hissi, ikili karşılaştırmalarda da, PNF-2 grubunda, PNF-1 grubuna göre daha fazla gelişme göstermiştir. Bu da, PNF'in klasik fizyoterapiye göre proprioseptif girdinin daha az olduğu düşük açılarda daha üstün olduğunu; proprioseptif girdinin biraz daha iyi olduğu açılarda da PNF'ten özellikle "Kombine İzotonik Kontraksiyonlar" tekniğinin daha etkili olduğu sonucunu ortaya koymuştur.

Bizim çalışmamızda olduğu gibi, Dursun ve arkadaşlarının (136)) diz OA'lı hastalar üzerinde farklı egzersiz programlarının etkinliğini incelediği çalışmada da PNF-2 yöntemi, diz eklem pozisyon hissini gelişmesine katkı sağlamıştır; ancak izokinetik egzersiz grubuna göre herhangi bir üstünlük sağlamamıştır. Buna karşılık bizim çalışmamızda her iki PNF grubumuz da klasik egzersizlerin kullanıldığı gruba göre eklem pozisyon hissi açısından anlamlı bir üstünlük sağlamıştır. Dursun ve arkadaşlarının çalışmada, proprioseptif duyunun gelişmesinin, PNF eğitimi verilen grupta yer alan hastaların diz ile ilişkili ağrılarının azalmasına ve diz çevresi kas kuvvetinin artmasına bağlı olduğu bildirilmiştir. Hortobagyi ve arkadaşlarının (160)) yapmış olduğu çalışmada da diz ekstansiyon kas zayıflığının proprioseptif duyuyu olumsuz yönde etkilediği sonucuna varmışlardır. Bizim çalışmamızda da, PNF-2 grubundaki hastaların diz ekstansör kas kuvvetinin, diğer gruplara göre en fazla gelişmeyi gösteren grup olduğu sonucuna varılmıştır. Literatürdeki çalışmalara benzer olarak proprioseptiyondaki gelişme, kas kuvvetindeki gelişmeden etkilenmiş olabilir. Çalışmamızda 45° değerlendirilen diz eklem pozisyon hissi bütün gruplarda artış göstermiştir; bu sonuç da, tedavi sonrası tüm grupların diz ekstansör kas kuvvetinde oluşan artışa bağlı olduğu görüşünü desteklemektedir.. 45° de ve 30° patellar tendonun moment kolu 60° ye göre daha uzun olduğu için, sadece bu açıda oluşan değişiklikler, kas kuvvet artışına bağlanabilir. 30°de değerlendirilen eklem pozisyon hissini, PNF gruplarında klasik fizyoterapi yöntemine göre daha fazla gelişmiş olması ise, Klasik Fizyoterapi Grubuna göre PNF gruplarında diz ekstansör kas kuvvetinin daha fazla gelişmiş olmasından kaynaklandığı düşünülebilir. Ancak, proprioseptiyonu, kas kuvveti dışında etkileyen çok fazla komponent vardır; bu

nedenle proprioepsiyondaki gelişmeyi sadece kas kuvvetindeki gelişme ile açıklamak yetersiz kalır.

Bizim çalışmamızın eklem pozisyon hissi ile ilişkili sonuçlarının literatürdeki diğer çalışmalardan farklı olması, bizim her iki PNF grubuna yaptığımız uygulamanın patern çeşitliliği, teknik seçimi, yoğunluğu ve tekrar sayısının diğer çalışmalardan farklı olmasına bağlanabilir. Ayrıca literatürde yapılan birçok çalışmanın aksine, uygulamaların tüm hastalara aynı fizyoterapist tarafından yapılması da, el temaslarının ve direncin tüm hastalar için standart olmasını sağladığı için bizim sonuçlarımızın daha güçlü olmasını sağlamış ve onların farklı fizyoterapistler tarafından yapılan uygulamalarının sonucuna göre farklı sonuçlar almamıza neden olmuş olabilir. Diğer çalışmalarda (127, 136, 161) PNF yöntemi çoğunlukla yarım patern, sadece oturma pozisyonunda, kısa süreli ve az tekrarlı uygulanırken; bizim çalışmamızda proprioseptif girdi açısından daha etkili olabilecek tam paternler kullanılmış; ayrıca vücut farkındalığı ve vücudun uzayda farklı pozisyonlardaki pozisyon hissini uyaracak şekilde, PNF paternleri sırtüstü, yüzüstü ve oturma pozisyonunda çalışılmıştır. Literatürdeki bazı çalışmalarda, hastalar için standart bir PNF tekniğinin seçilmemiş olması, PNF grubu ile karşılaştırılacak kontrol grubunun olmaması veya kontrol gruplarına uygulanan yöntemin bizden farklı olması da, sonuçların da farklı çıkmasına yol açmış olabilir.

Literatürde gonartrozlu hastalarda patellafemoral eklem hareketlerinin incelenmiş olduğu bir çalışma, bizim çalışmamızın sonuçlarını yorumlama konusunda bize referans olmuştur. Bu çalışmada hasta grubu ile sağlıklı kontrol grubu karşılaştırıldığında, 60° fleksiyon dışındaki tüm test açılarında, hasta grubunun patellar tilt açılarının kontrol grubuna göre anlamlı derecede düşük olduğu (patellar tiltin arttığı) bulunmuştur. Patellafemoral eklem hareketinin stabilitesinin kontrolü, lateral retinakulum ve bağlarla sağlandığı için, 60 ° fleksiyon açısında patellar tiltin yüksek olması OA'lı hastalarda dokulardaki gerginliğe, özellikle de lateral retinakulumdaki gerginliğe bağlanmıştır (162). Diz osteoartritli hastalarda 60° diz fleksiyon açısında patellar tiltin yüksek olması, patellanın troklear oluk içerisine iyi yerleşmemesine, dolayısı ile 60°de yüksek olması gereken temasın azalmasına ve buna bağlı olarak proprioseptif girdinin de azalmasına yol açar. Bu nedenle patellar tiltin azaltılması ve patellar tilte yol açan yumuşak doku gerginliklerinin giderilmesi,

bu açıda ortaya çıkan eklem pozisyon hissindeki hatanın da azaltılmasını sağlayabilir. Bizim çalışmamızda da bu bilgiyi destekler nitelikte, 60°de değerlendirilen eklem pozisyon hissi, gruplar arasında farklılığı yaratan açı olmuş ve Erduran ve arkadaşlarının belirttiği gibi (162) 60° diz fleksiyonundaki diz eklem pozisyon hissinde, diz çevresi dokulardaki gerginliklerden kaynaklı belirgin bir fark yaratmış olabilir. Bu görüşten yola çıkarak, yumuşak dokulardan kaynaklı problem çözümlendiği takdirde, 60°de değerlendirilen diz eklem pozisyon hissi de gelişme gösterebilir. Çalışmamızda, gruplar birbiri ile karşılaştırıldığında, 60°de değerlendirilen diz eklem pozisyon hissi en fazla PNF-2 grubunda gelişme göstermiştir. Bu sonuca göre diz OA'da görülen yumuşak doku problemlerine en iyi çözüm, hem “Tut Gevşe”, hem “Tekrarlı Germeler”, hem de konsentrik, eksentrik ve izometrik kontraksiyonları bir arada içeren “Kombine İzotonik Kontraksiyonlar Tekniği” ile sağlanabilir. Böylelikle yumuşak doku gerginliklerini azaltarak, patellar tilti azaltarak ve teması artırarak eklem pozisyon hissi de artırılabilir.

Erden ve arkadaşlarının (106) bizim çalışmamıza benzer çalışmalarında ise, 60 ° de değerlendirilen diz eklem pozisyon hissini diz OA'lı hastalardaki ağrı seviyesi ile ilişkili olduğu görülmüştür. Erden ve arkadaşlarının çalışmasında ileri evre diz OA'lı hastalar değerlendirildiği için, ağrı seviyesi ile eklem pozisyon hissi arasında bir ilişki çıkmış olabilir. Ayrıca onların çalışması, bizim çalışmamızdan farklı olarak diz eklem pozisyon hissini farklı açılarda değerlendirildiği ve ağrı duyusu ile olan ilişkisinin araştırıldığı bir değerlendirme çalışmasıdır. Bizim çalışmamız ise 6 hafta süre ile uygulanan üç farklı fizyoterapi programının (2 farklı teknik uygulanan PNF grubu ve bir klasik fizyoterapi grubu) diz eklem pozisyon hissi üzerine olan etkinliğini ölçmek ve tedavi sonrası bu yöntemlerin eklem pozisyon hissinde yaptığı değişiklikleri grup içi ve gruplar arası karşılaştırmak için yapıldığından, onların değerlendirme çalışmasının sonuçlarını bizim sonuçlarımız ile karşılaştırmamız ve detaylı yorum yapmamız oldukça zordur. Ayrıca Erden ve arkadaşlarından farklı olarak bizim çalışmamızda erken evre OA'lı hastalar değerlendirildiği için de, bizim çalışmamızda ağrının propriosepsiyon üzerinde önemli bir etkisi olmayabilir. Bu nedenle, bizim çalışmamızda propriosepsiyonda görülen gelişme, ağrıdan ziyade, klasik fizyoterapiden farklı olarak PNF uygulaması ile daha yoğun proprioseptif girdi verilmesi, proprioseptif yolların daha fazla stimüle edilmesi ve dolayısı ile kaslara

verilen nöromusküler eğitim ile kas kuvvetini artırılmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Streepey ve arkadaşlarının Quadriceps ve Hamstring kaslarına PNF ile yaptıkları germe tekniğinin, sağlıklı bireylerde diz eklem pozisyonu üzerine olan anlık etkisinin incelediği bir çalışmada, PNF ile germe tekniği sonrası diz hareket hissini (kinestezi) azaldığı bildirilmiştir. Bu etkinin de germenin ardından kas kuvvetinin azalmasına bağlı olarak olduğu sonucuna varmışlardır. PNF tedavisi alan grupta hareketi başlatma sırasında yaşanan gecikmenin, bu hastaların kaslarındaki kas içiğinin gerilmesine bağlı olarak ortaya çıkabileceği düşünülmüştür (130). Bizim çalışmamızda ise proprioepsiyon diz hareket hissi ile değil, diz eklem pozisyon hissi ile değerlendirilmiştir. Ayrıca, çalışmamızda PNF'in anlık etkisi yerine, 6 hafta süre ile uygulama sonrası uzun dönem etkisi incelendiği için, bu çalışma ile karşılaştırma yapmamız mümkün değildir. Bizim çalışmamızın sonuçlarına göre, uzun süreli PNF eğitiminin eklem pozisyon hissine olumlu yönde etkileri vardır.

Sonuç olarak erken evre diz OA'lı hastalarda farklı iki PNF yönteminin birbirleri ve sadece klasik fizyoterapi yöntemi ile karşılaştırıldığı çalışmamızda her üç yöntemin ağrı, eklem hareket açıklığı, kas kuvveti, kassal endurans, proprioepsiyon (eklem pozisyon hissi), diz fonksiyonları, fonksiyonel performans ve denge ve postüral kontrol açısından olumlu etkilere sahip olduğu gözlenmiştir. PNF'in, kas kuvveti, kassal endurans, proprioepsiyon (eklem pozisyon hissi), diz fonksiyonları, fonksiyonel performans ve denge ve postüral kontrol açısından daha etkili olduğu bulunmuştur. PNF'te "Tekrarlı Germeler" tekniğini de içerisinde barındıran "Kombine İzotonik Kontraksiyonlar tekniğinin, erken evre diz OA'lı hastalarda proprioepsiyon (eklem pozisyon hissi), fonksiyonel performans, kas kuvveti ve dengeyi geliştirmede daha etkili olduğu sonucuna varılmıştır. Bu çalışma, PNF'de kuvvetlendirme amaçlı kullanılan teknikleri birbiri ile karşılaştırması, PNF'te daha yeni bir teknik olan ve henüz çok yaygın olarak kullanılmayan "Kombine İzotonik Kontraksiyonlar" tekniğini kullanması, PNF'in uzun dönem etkilerini incelemesi, özellikle literatürde hemen hemen hiç kullanılmamış olan proprioepsiyon ve kas kuvveti parametreleri üzerine olan etkiyi değerlendirmesi açısından literatüre katkı sağlamıştır. Ayrıca, literatürde üzerinde daha az çalışılan erken evre diz OA'lı hasta

grubunda yapılan bir çalışma olması nedeni ile literatüre koruyucu ve önleyici tedavi yönünde bir görüş kazandırması açısından orijinal bir çalışma olmuştur.

Çalışmanın giriş bölümünde vermiş olduğumuz hipotezlerin bir kısmı doğrulanmıştır; bir kısmı ise reddedilmiştir. Bunlar aşağıda detaylı olarak şu şekilde verilmiştir.

Hipotez 1: Diz osteoartriti olan bireylerin fizyoterapi ve rehabilitasyonunda, "Tekrarlı Germeler" içeren PNF tekniklerinden oluşan rehabilitasyon programı, ağrı, eklem hareket açıklığı, kas kuvveti, propriosepsiyon, postural kontrol, diz fonksiyonu ve diz performansının artırılması üzerine etkilidir.

Bu hipotez tamamen kabul edilmiştir.

Hipotez 2: Diz osteoartriti olan bireylerin fizyoterapi ve rehabilitasyonunda, "Kombine İzotonik Kontraksiyonlar" içeren PNF tekniklerinden oluşan rehabilitasyon programı, ağrı, eklem hareket açıklığı, kas kuvveti, propriosepsiyon, postüral kontrol, diz fonksiyonu ve diz performansının artırılması üzerine etkilidir.

Bu hipotez tamamen kabul edilmiştir.

Hipotez 3: Diz osteoartriti olan bireylerin fizyoterapi ve rehabilitasyonunda, "Tekrarlı Germeler" tekniğini içeren PNF tekniklerini veya "Kombine İzotonik Kontraksiyonlar" dan oluşan PNF tekniklerini içeren rehabilitasyon programları, klasik fizyoterapi programına göre kas kuvveti, propriosepsiyon, postüral kontrol, diz fonksiyonu ve diz performansının artırılması üzerine daha etkilidir.

Bu hipotez, sadece fonksiyonel performans için tamamen kabul edilmiştir. Ancak, kas kuvveti, propriosepsiyon, postüral kontrol ve diz fonksiyonunun bazı alt başlıklarında gelişme olurken, bazı alt başlıklarında gelişme olmadığı için, bu parametreler için hipotez kısmen kabul edilmiştir.

Hipotez 4: Diz osteoartriti olan bireylerin fizyoterapi ve rehabilitasyonunda, "Tekrarlı Germeler" tekniğini içeren PNF tekniği ile, "Kombine İzotonik Kontraksiyonlar" içeren PNF tekniği arasında kas kuvveti, propriosepsiyon, postüral kontrol ve diz performansının artırılması yönünden fark vardır.

Bu hipotezde sözü geçen parametrelerin tüm alt başlıklarında beklenen değişiklik olmadığı için, bu hipotez kısmen kabul edilmiştir.

Limitasyonlar

1.Çalışmadaki gruplarda yer alan hastaların kas kuvveti sadece konsentrik olarak değerlendirilmiştir. Çalışmanın planlanması aşamasında konsentrik kas kuvveti ile birlikte eksentrik kas kuvveti de değerlendirilmek istendiği halde, eksentrik kas kuvvetinin değerlendirmesi sırasında ve sonrasında oluşan ağrı (gecikmiş kas ağrısı) veya inflamuar cevap oluşma riski nedeni ile hastalar tarafından tolere edilemeyeceği düşünülmüş ve bu değerlendirmeyi yapmaktan vazgeçilmiştir. Eğer ölçülebilme imkanı olsaydı, PNF'in özellikle eksentrik kontraksiyonlar içeren "Kombine İzotonik Kontraksiyonlar Tekniğinin" eksentrik kas kuvveti üzerine olan etkisi de ortaya konabilirdi.

2.Hastaların eğitime olan devamı konusunda sorun yaşandığı için eğitim süresi 6 hafta ile sınırlandırılmıştır ve tedavinin daha uzun süreli etkisi değerlendirilememiştir.

6. SONUÇLAR

Erken evre diz osteoartritli hastalarda farklı proprioseptif nöromüsküler fasilitasyon tekniklerinin ve klasik fizyoterapi programının etkinliğinin karşılaştırılmalı olarak incelendiği çalışmamızda aşağıdaki sonuçlara ulaşılmıştır:

Klasik fizyoterapi ve rehabilitasyon yöntemi erken evre diz OA'lı hastaların ağrısını azaltmada, eklem hareket açıklığını, diz ekstansör ve diz fleksör kas kuvvetini ve kassal enduransı, fonksiyonel performansı, diz fonksiyonları ve 45°'de değerlendirilen diz eklem pozisyon hissi ve ‘‘Berg Denge Ölçeği’’ ile değerlendirilen postüral kontrolü geliştirmede etkili bulunmuştur. Ancak klasik fizyoterapi yöntemi, Biodeks Sistem ile değerlendirilen postüral kontrolde herhangi bir gelişme sağlamamıştır. Bu nedenle erken evre diz OA'lı hastaların postüral kontrollerinde kazanım elde edilmek istenildiğinde fayda sağlayabileceği düşünülen diğer tedavi yöntemleri tercih edilmelidir.

‘‘Tekrarlı Germeler’’ tekniği kullanılarak uygulanan PNF-1 yöntemi, diz OA'lı hastaların fleksiyon yönündeki eklem hareket açıklığını geliştirmiş, ağrılarını azaltmış, diz ekstansör kas kuvvetini, kassal enduransı, fonksiyonel performansı ve diz fonksiyonunu, postüral kontrolü, denge ve diz eklem pozisyon hissini katkı sağlamıştır. Ancak bu teknik diz fleksörlerinin kas kuvvetini geliştirmediği ve ekstansiyon yönündeki eklem hareket açıklığını artırmadığı için, bunların hedeflendiği durumlarda bu teknik uygulanırken farklı PNF patern seçimi yapılabilir ve hareketin yerçekimine karşı gerçekleştiği paternler tercih edilebilir. Ayakta ve paralel barda çalışılabilecek fonksiyonel PNF paternleri tercih edilebilir. Diz fleksiyon kas kuvvetinde artış elde etmek amacı ile bu tedavi yöntemine ek olarak klasik fizyoterapi ve rehabilitasyon yönteminde yer alan egzersizler de kullanılabilir.

‘‘Kombine İzotonik Kontraksiyonlar’’ tekniği kullanılarak uygulanan PNF-2 yöntemi, diz OA'lı hastaların diz fleksiyon ve ekstansiyon eklem hareket açıklıklarını, diz fleksör ve ekstansör kas kuvvetlerini artırmada, kassal fonksiyonel performansı, diz fonksiyonları, denge ve postüral kontrol, diz eklem pozisyon hissini geliştirmede oldukça etkili bulunmuştur. Bu nedenle bu PNF tekniğinin erken evre diz OA'lı hastalarda kullanımının klinik başarıyı artıracığı düşünülmüştür.

Uygulanan tedavi yöntemleri farklı olsa da fizyoterapi yöntemleri erken OA'lı hastaların ağrı şiddetinde azalmaya, kas kuvvetinde ve diz fonksiyonlarında artışa, kassal endurans, fonksiyonel performans ve eklem pozisyon hislerinde gelişmeye neden olmaktadır. Bu nedenle OA'lı hastaların erken evrede fizyoterapi programına alınmaları, daha sonra oluşacak ileri dejeneratif durumların önlenmesi veya hastalığa bağlı ortaya çıkabilecek komplikasyonların önlenmesi açısından önemlidir. Bu da fizyoterapinin koruyucu ve önleyici tedavideki rolünü göstermektedir.

Ağrı ve eklem hareket açıklığı açısından tedavi yöntemlerinin birbirlerine üstün olmadığı görülmüştür. Diz OA'lı hastaların tedavisinde bu iki parametre açısından her üç tedavi yönteminden birisi tercih edilebilir.

Diz ekstansörlerinin kas kuvvetini artırma açısından, her iki PNF yöntemi de klasik fizyoterapi yöntemine göre daha başarılı bulunmuştur. Bu sonuca göre diz fleksör kas kuvvetini geliştirmek için PNF'ten her iki PNF yönteminden biri kullanılabilir; ancak en yararlı teknik "Kombine İzotonik Kontraksiyonlar Tekniği" içeren PNF tekniğidir. Buna karşılık, diz fleksörlerinin kuvvetini artırmada "Tekrarlı Germeler" tekniği içeren PNF yönteminin en az fayda sağlayan teknik olduğu sonucuna varıldığı için, bu amaca yönelik olarak hastaya "Kombine İzotonik Kontraksiyonlar Tekniği" içeren PNF tekniği veya klasik fizyoterapi programı uygulanması daha yararlı olur.

Diz OA'lı hastalarda Fonksiyonel Performansı (özellikle Basamak Tırmanma Performansı) geliştirme açısından, "Kombine İzotonik Kontraksiyonlar Tekniği" içeren PNF-2 yöntemi en başarılı tedavi yöntemi olmuştur. Bu nedenle erken evre OA'lı hastalarda fonksiyonel performansı geliştirmek istendiği durumda ilk olarak "Kombine İzotonik Kontraksiyonlar Tekniği" içeren PNF yöntemi veya ikinci olarak "Tekrarlı Germeler" tekniği içeren PNF yöntemi tercih edilmelidir.

WOMAC ile ilişkili diz fonksiyonları açısından, erken evre OA'lı hastaların tedavisinde her iki PNF yöntemi de klasik fizyoterapi yöntemine göre daha üstün bulunmuştur ve diz fonksiyonlarının geliştirilmesi gerektiği durumlarda fizyoterapi ve rehabilitasyon programında PNF tekniklerinin kullanılmasının yararlı sonuçları olacağını göstermektedir. Ancak bu sonuç, KOOS ile değerlendirilen diz

fonksiyonunda doğrulanmamıştır. Bu durum belki de OA'lı hastaların diz fonksiyonlarını ölçmede WOMAC ölçeğinin KOOS'a göre daha hassas ölçüm yapmasından kaynaklanabilir.

Denge ve Postüral Kontrol açısından, gözler açık pozisyonda değerlendirilen mediolateral denge ve toplam denge açısından puanı açısından en fazla gelişme diğer parametrelerden farklı olarak “Tekrarlı Germeler” tekniği içeren PNF yöntemi ile sağlanmıştır. İkinci sırada “Kombine İzotonik Kontraksiyonlar tekniği içeren PNF yöntemi gelmektedir. Bu nedenle erken evre OA'lı hastalarda denge reaksiyonlarının geliştirilmek istendiği durumlarda ilk tercih “Tekrarlı Germeler” tekniği içeren PNF yöntemi olabilir.

60 °de değerlendirilen diz eklem pozisyon hissi “Kombine İzotonik Kontraksiyonlar” tekniği içeren PNF yönteminde en fazla gelişme göstermiştir. Diğer birçok parametrede olduğu gibi erken evre OA'lı hastalarda eklem pozisyon hissini geliştirmek için bu PNF tekniği tercih edilmelidir.

Kassal Endurans açısından PNF'ten hem “Tekrarlı Germeler” tekniği, hem “Kombine İzotonik Kontraksiyonlar” tekniği içeren PNF yöntemi klasik fizyoterapi ve rehabilitasyon yöntemine göre daha başarılı bulunmuştur. Bu sonuçlara göre, erken evre diz OA'lı hastaların kassal enduranslarını artırmak hedefleniyorsa, her iki PNF tekniğinden birinin tercih edilmesi daha etkili olacaktır.

Tüm parametreler göz önüne alındığında erken evre diz OA'lı hastaların fizyoterapi ve rehabilitasyonunda “Kombine İzotonik Kontraksiyonlar” tekniği içeren PNF yönteminin, diğer tekniklere ve klasik fizyoterapi ve rehabilitasyon programına göre üstün olduğu sonucu ortaya çıkmaktadır. Ancak bunun için, daha farklı tekniklerin, yarım veya tam paternlerin veya diğer eklemlerdeki OA'sı olan hastaların değerlendirildiği geniş serili ve uzun takipli çalışmalara ihtiyaç vardır.

Bu çalışmanın sonuçları, OA'lı hastalarda koruyucu fizyoterapinin olumlu etkilerini kanıta dayalı olarak ortaya koymakta ve erken rehabilitasyonun yararlarını göstermektedir. Diz OA'lı hastalarda özellikle OA'ya bağlı ağrı, kas zayıflıkları, denge, propriosepsiyon ve postural kontrol kaybına bağlı düşmeler gibi yüksek morbiditeye

sahip komplikasyonların önlenmesinde, hastaların erken evrede fizyoterapi ve rehabilitasyon programına alınmasının önemini göstermesi açısından bu çalışma, literatüre ve klinik pratiğe büyük katkı sağlayacaktır.

Bu çalışmanın sonuçları, fizyoterapi ve rehabilitasyonda çok önemli tekniklerden biri olan, ancak son zamanlarda yeni egzersiz tipleri veya aletlerinin piyasaya çıkması ile klinik kullanımını giderek azalmakta olan PNF tekniğinin klinik önemini ortaya koyması ve bu klinik etkinliği meslektaşlara yeniden hatırlatması yönünden oldukça önemlidir. Ayrıca yıllardan beri klinik pratikte sık kullanılan bir yöntem olmasına rağmen, üzerinde çok az bilimsel çalışma yapılmış olan bir tekniğin kanıta dayalı sonuçlarını göstermesi açısından da bu çalışma oldukça önemlidir.

Ayrıca literatürde PNF tekniklerini biribiri ile veya klasik fizyoterapi yöntemi ile karşılaştıran çalışmaların olmaması veya çok nadir olması nedeniyle de bu çalışmanın sonuçları klinisyenlere rehber niteliktedir.

Literatürde PNF ile yapılan çalışmaların hemen hemen tamamının fizyoterapistin uygulama kolaylığı açısından üst ekstremitayı içermesi, sağlıklı kişiler üzerinde uygulanması, akut etkiyi ölçmesi, en fazla iki veya üç parametreyi değerlendirmesi ve çoğunlukla tek seanslık program olması gibi özellikler taşıdığı için, bu çalışma literatüre yol gösterici özellik taşımaktadır. Diğer çalışmalardan farklı olarak bu çalışmanın alt ekstremitayı içermesi, OA'lı hastalar üzerinde uygulanması, birçok parametreyi değerlendirmesi, kronik etkiyi ölçmek için uzun süreli tedavi programına sahip olması, PNF tekniklerini biribiri ile ve klasik fizyoterapi ile karşılaştırması, bu konuda çalışan fizyoterapistlere ve araştırmacılara ışık tutacaktır.

Sonuç olarak erken evre diz OA'lı hastaların çok detaylı bir şekilde değerlendirildikten sonra yetersizliklerinin saptanması ve bu yetersizliklere uygun PNF teknik ve paternlerinin seçilmesi fizyoterapi ve rehabilitasyon programlarının etkinliğini artıracaktır.

7. KAYNAKLAR

1. Luyten FP, Denti M, Filardo G, Kon E, Engebretsen L. Definition and classification of early osteoarthritis of the knee. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*. 2012;20(3):401-6.
2. Doral MN, Dönmez G, Atay ÖA, Bozkurt M, Leblebicioğlu G, Üzümcügil A, et al. Dejeneratif eklem hastalıkları. *TOTBİD dergisi*. 2007;6:56-65.
3. Arden N, Blanco F, Cooper C, Guermazi A, Hayashi D, Hunter D, et al. *Atlas of osteoarthritis*: Springer; 2014.
4. Bilge A, Ulusoy RG, Üstebay S, Öztürk Ö. Osteoartrit. *Kafkas Tıp Bilimleri Dergisi*.8(1):133-42.
5. Felson DT. Osteoarthritis of the knee. *New England Journal of Medicine*. 2006;354(8):841-8.
6. Thomas RH, Resnick D, Alazraki NP, Daniel D, Greenfield R. Compartmental evaluation of osteoarthritis of the knee: a comparative study of available diagnostic modalities. *Radiology*. 1975;116(3):585-94.
7. Favero M, Ramonda R, Goldring MB, Goldring SR, Punzi L. Early knee osteoarthritis. *RMD Open*. 2015;1:e000062.
8. Brody LT. Aquatic Therapy for the Arthritic Knee. *Noyes' Knee Disorders: Surgery, Rehabilitation, Clinical Outcomes*: Elsevier; 2017. p. 956-68.
9. Eyigör S, Karapolat H, Ibisoglu U, Durmaz B. Does transcutaneous electrical nerve stimulation or therapeutic ultrasound increase the effectiveness of exercise for knee osteoarthritis: a randomized controlled study. *Ağrı*. 2008;20(1):32-40.
10. Vaz MA, Baroni BM, Geremia JM, Lanferdini FJ, Mayer A, Arampatzis A, et al. Neuromuscular electrical stimulation (NMES) reduces structural and functional losses of quadriceps muscle and improves health status in patients with knee osteoarthritis. *Journal of Orthopaedic Research*. 2013;31(4):511-6.
11. Zeng C, Yang T, Deng Z-H, Yang Y, Zhang Y, Lei G-H. Electrical stimulation for pain relief in knee osteoarthritis: systematic review and network meta-analysis. *Osteoarthritis and Cartilage*. 2015;23(2):189-202.
12. Kaya Mutlu E, Ercin E, Razak Ozdinler A, Ones N. A comparison of two manual physical therapy approaches and electrotherapy modalities for patients with knee osteoarthritis: A randomized three arm clinical trial. *Physiotherapy Theory and Practice*. 2018;34(8):600-12.
13. Moss P, Sluka K, Wright A. The initial effects of knee joint mobilization on osteoarthritic hyperalgesia. *Manual Therapy*. 2007;12(2):109-18.
14. Raja K, Dewan N. Efficacy of knee braces and foot orthoses in conservative management of knee osteoarthritis: a systematic review. *American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation*. 2011;90(3):247-62.
15. Li Y, Su Y, Chen S, Zhang Y, Zhang Z, Liu C, et al. The effects of resistance exercise in patients with knee osteoarthritis: a systematic review and meta-analysis. *Clinical Rehabilitation*. 2016;30(10):947-59.

16. Fransen M, McConnell S, Bell M. Therapeutic exercise for people with osteoarthritis of the hip or knee. A systematic review. *The Journal of Rheumatology*. 2002;29(8):1737-45.
17. Bennell KL, Kyriakides M, Metcalf B, Egerton T, Wrigley TV, Hodges PW, et al. Neuromuscular versus quadriceps strengthening exercise in patients with medial knee osteoarthritis and varus malalignment: a randomized controlled trial. *Arthritis & Rheumatology*. 2014;66(4):950-9.
18. Gul S, Khan DA, Rahman MU. Effectiveness of Proprioceptive Neuromuscular Facilitation versus Conventional Therapeutic Exercises in Knee Osteoarthritis. *Annals of Allied Health Sciences*. 2015;1(1):16-9.
19. Newberry SJ, FitzGerald J, SooHoo NF, Booth M, Marks J, Motala A, et al. Treatment of Osteoarthritis of the Knee: An Update Review. Rockville (MD): Agency for Healthcare Research and Quality (US). 2017.
20. Vad V, Hong HM, Zazzali M, Agi N, Basrai D. Exercise recommendations in athletes with early osteoarthritis of the knee. *Sports Medicine*. 2002;32(11):729-39.
21. Fransen M, McConnell S, Harmer AR, Van der Esch M, Simic M, Bennell KL. Exercise for osteoarthritis of the knee: a Cochrane systematic review. *Br J Sports Med*. 2015;49(24):1554-7.
22. Adler SS, Beckers D, Buck M. PNF in practice: an illustrated guide. Berlin, Germany: Springer Science & Business Media; 2007.
23. Westwater-Wood S, Adams N, Kerry R. The use of proprioceptive neuromuscular facilitation in physiotherapy practice. *Physical Therapy Reviews*. 2010;15(1):23-8.
24. Victoria GD, Carmen E-V, Alexandru S, Antoanela O, Florin C, Daniel D. The PNF (Proprioceptive Neuromuscular Facilitation) Stretching Technique-A Brief Review. *Ovidius University Annals, Series Physical Education & Sport/Science, Movement & Health*. 2013;13.
25. Tedla JS, Sangadala DR. Proprioceptive neuromuscular facilitation techniques in adhesive capsulitis: a systematic review and meta-analysis. *Journal of Musculoskeletal & Neuronal Interactions*. 2019;19(4):482.
26. Soundarya N. A comparative study on the effectiveness of PNF stretching versus static stretching on Pain and Hamstring flexibility in osteoarthritis knee patients. *International Journal of Research in Pharmaceutical Sciences*. 2019;10(3):1789-94.
27. Hindle K, Whitcomb T, Briggs W, Hong J. Proprioceptive neuromuscular facilitation (PNF): Its mechanisms and effects on range of motion and muscular function. *Journal of human kinetics*. 2012;31:105-13.
28. Wanderley D, Lemos A, Moretti E, Barros MMMB, Valença MM, de Oliveira DA. Efficacy of proprioceptive neuromuscular facilitation compared to other stretching modalities in range of motion gain in young healthy adults: A systematic review. *Physiotherapy Theory and Practice*. 2019;35(2):109-29.

29. Oğuz H, Çakırbay H, Yanık B. Tıbbi Rehabilitasyon. İstanbul: Nobel Tıp Kitabevi; 2015.
30. Anwer S, Alghadir A, Brismée J-M. Effect of home exercise program in patients with knee osteoarthritis: a systematic review and meta-analysis. *Journal of geriatric physical therapy*. 2016;39(1):38-48.
31. Takasaki H, Okubo Y, Okuyama SJJOSR. The Effect of Proprioceptive Neuromuscular Facilitation on Joint Position Sense: A Systematic Review. 2019;1(aop):1-10.
32. Shrestha Y. A systematic literature review on the use of proprioceptive neuromuscular facilitation in neuromuscular rehabilitation: Satakunta University of Applied Sciences; 2013.
33. Richard H. Freyberg RNH. The Netter Collection Of Medical Illustrations Kas-İskelet Sistemi: Nobel Kitabevi; 2009.
34. Sherman SL, Plackis AC, Nuelle CW. Patellofemoral anatomy and biomechanics. *Clinics in Sports Medicine*. 2014;33(3):389-401.
35. James DA. The Arthritic Knee. In: Giangarra CE, Manske RC, editors. *Clinical Orthopaedic Rehabilitation: A Team Approach*. 4 ed: Elsevier; 2017. p. 411-6.
36. Tarek M. Hegazi KEM, William B. Morrison. Imaging of Synovium and Cartilage of the Knee. 2011. In: *Insall & Scott Surgery of the Knee [Internet]*. Elsevier. 6. [183-96].
37. Ding C, Garner P, Cicuttini F, Scott F, Cooley H, Jones G. Knee cartilage defects: association with early radiographic osteoarthritis, decreased cartilage volume, increased joint surface area and type II collagen breakdown. *Osteoarthritis & Cartilage*. 2005;13(3):198-205.
38. Üçgül İ, Sultan A, Elibüyük U. Ekstraselüler Matris Yapısı Ve Görevleri. *Uludağ University Journal of The Faculty of Engineering*. 2018;23(1):295-310.
39. Cumhuriyet M, Yener N, Tuncel M. Temel Anatomi. Ankara, ODTÜ Geliştirme Vakfı Yayıncılık. 2001:287-91.
40. Sarıdoğan M. Tanıdan Tedaviye Osteoartrit. İstanbul: Nobel Tıp Kitabevi; 2007.
41. Köse Ö, Kalenderer Ö. Diz Muayenesi. Erişkinlerde Ortopedik Muayene Yöntemleri: Türk Ortopedi ve Travmatoloji Birliği Derneği; 2015.
42. Kohn D MB. Meniscus insertion anatomy as a basis for meniscus replacement: a morphological cadaveric study. *Arthroscopy*. 1995;11:96-103.
43. Beaufils P, Verdonk R. The Meniscus. Berlin: Springer Science & Business Media; 2010.
44. Şener G, Erbağcı F. Diz Eklemi. Kinezyoloji ve Biyomekanik. Ankara: Güneş Kitabevi; 2016.
45. Frederick F. Bouechel MJP. The Knee. Principles of Human Joint Replacement Design and Clinical Application: Springer; 2011.
46. Hallen L, Lindahl O. The “screw-home” movement in the knee-joint. *Acta Orthopaedica Scandinavica*. 1966;37(1):97-106.

47. Vedi V, Williams A, Tennant S, Spouse E, D.M. H, W. M. W. G. Meniscal movement. An in-vivo study using dynamic. *The Journal of Bone and Joint Surgery British volume*. 1999;1(81):37-41.
48. Şen T, Esmer AF, Tekdemir İ. Patellofemoral eklem anatomisi. *Türk Ortopedi ve Travmatoloji Derneği Birliği Dergisi*. 2012;11(4):265-8.
49. Blagojevic M, Jinks C, Jeffery A, Jordan K. Risk factors for onset of osteoarthritis of the knee in older adults: a systematic review and meta-analysis. *Osteoarthritis and Cartilage*. 2010;18(1):24-33.
50. Paradowski PT, Englund M, Lohmander LS, Roos EM. The effect of patient characteristics on variability in pain and function over two years in early knee osteoarthritis. *Health Quality of Life Outcomes*. 2005;3(1):59.
51. Ünver B. Dİz osteoartritli hastalarda klinik bulgular İle yaş, cinsiyet, vücut kütlesi ve radyolojik şiddet arasındaki ilişkinin incelenmesi. *Türk Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Dergisi*. 2015;26(2):59-66.
52. Srikanth VK, Fryer JL, Zhai G, Winzenberg TM, Hosmer D, Jones G. A meta-analysis of sex differences prevalence, incidence and severity of osteoarthritis. *Osteoarthritis and Cartilage*. 2005;13(9):769-81.
53. Messier SP. Osteoarthritis of the knee and associated factors of age and obesity: effects on gait. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. 1994;26(12):1446-52.
54. Sharma L, Hurwitz DE, Thonar EJM, Sum JA, Lenz ME, Dunlop DD, et al. Knee adduction moment, serum hyaluronan level, and disease severity in medial tibiofemoral osteoarthritis. *Arthritis & Rheumatism*. 1998;41(7):1233-40.
55. Madry H, Kon E, Condello V, Peretti GM, Steinwachs M, Seil R, et al. Early osteoarthritis of the knee. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2016;24(6):1753-62.
56. Fingleton C, Smart K, Moloney N, Fullen B, Doody C. Pain sensitization in people with knee osteoarthritis: a systematic review and meta-analysis. *Osteoarthritis and Cartilage*. 2015;23(7):1043-56.
57. Coudeyre E, Jegu A, Giustanini M, Marrel J, Edouard P, Pereira B. Isokinetic muscle strengthening for knee osteoarthritis: a systematic review of randomized controlled trials with meta-analysis. *Annals of Physical and Rehabilitation Medicine*. 2016;59(3):207-15.
58. Rice DA, McNair PJ. Quadriceps arthrogenic muscle inhibition: neural mechanisms and treatment perspectives. *Seminars in Arthritis and Rheumatism*. 2010;40(3):250-66.
59. Pereira MIR, Gomes PSC. Muscular strength and endurance tests: reliability and prediction of one repetition maximum-Review and new evidences. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*. 2003;9(5):325-35.
60. Katoh M, Hiragi Y, Uchida M. Validity of isometric muscle strength measurements of the lower limbs using a hand-held dynamometer and belt: a comparison with an isokinetic dynamometer. *Journal of Physical Therapy Science*. 2011;23(4):553-7.

61. Davies GJ, Durall CJ, Matheson JW, Wilder P. Isokinetic testing and exercise. *Orthopaedic Physical Therapy Secrets*: W.B. Mosby; 2000. p. 215-23.
62. Clark NC, Røijezon U, Treleaven J. Proprioception in musculoskeletal rehabilitation. Part 2: clinical assessment and intervention. *Manual Therapy*. 2015;20(3):378-87.
63. Barrett D, Cobb A, Bentley G. Joint proprioception in normal, osteoarthritic and replaced knees. *The Journal of Bone and Joint Surgery British volume*. 1991;73(1):53-6.
64. Krewer C, Van de Winckel A, Elangovan N, Aman JE, Konczak J. Commentary on: "Assessing proprioception: A critical review of methods" by Han et al. *Journal of Sport and Health Science*. 2016;5(1):91.
65. Han J, Waddington G, Adams R, Anson J, Liu Y. Assessing proprioception: a critical review of methods. *Journal of Sport and Health Science*. 2016;5(1):80-90.
66. Knoop J, Steultjens M, Van der Leeden M, Van der Esch M, Thorstensson C, Roorda L, et al. Proprioception in knee osteoarthritis: a narrative review. *Osteoarthritis and Cartilage*. 2011;19(4):381-8.
67. Hurley MV, Scott DL, Rees J, Newham DJ. Sensorimotor changes and functional performance in patients with knee osteoarthritis. *Annals of the Rheumatic Diseases*. 1997;56(11):641-8.
68. Hinman R, Bennell K, Metcalf B, Crossley K. Balance impairments in individuals with symptomatic knee osteoarthritis: a comparison with matched controls using clinical tests. *Rheumatology*. 2002;41(12):1388-94.
69. Khalaj N, Osman NAA, Mokhtar AH, Mehdikhani M, Abas WABW. Balance and risk of fall in individuals with bilateral mild and moderate knee osteoarthritis. *PloS one*. 2014;9(3):e92270.
70. Hassan B, Mockett S, Doherty M. Static postural sway, proprioception, and maximal voluntary quadriceps contraction in patients with knee osteoarthritis and normal control subjects. *Annals of the Rheumatic Diseases*. 2001;60(6):612-8.
71. Duffell LD, Southgate DF, Gulati V, McGregor AH. Balance and gait adaptations in patients with early knee osteoarthritis. *Gait & Posture*. 2014;39(4):1057-61.
72. Wright LJ, Zautra AJ, Going S. Adaptation to early knee osteoarthritis: the role of risk, resilience, and disease severity on pain and physical functioning. *Annals of Behavioral Medicine*. 2008;36(1):70-80.
73. Ding C, Jones G, Wluka AE, Cicuttini F. What can we learn about osteoarthritis by studying a healthy person against a person with early onset of disease? *Current Opinion in Rheumatology*. 2010;22(5):520-7.
74. Dobson F, Hinman R, Roos E, Abbott J, Stratford P, Davis A, et al. OARSI recommended performance-based tests to assess physical function in people with established hip and knee osteoarthritis. *Osteoarthritis and Cartilage*. 2013;21:S38-S9.

75. Kon E, Filardo G, Drobic M, Madry H, Jelic M, van Dijk N, et al. Non-surgical management of early knee osteoarthritis. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2012;20(3):436-49.
76. Meheux CJ, McCulloch PC, Lintner DM, Varner KE, Harris JD. Efficacy of Intra-articular Platelet-Rich Plasma Injections in Knee Osteoarthritis: A Systematic Review. *Arthroscopy.* 2016;32(3):495-505.
77. Sadabad HN, Behzadifar M, Arasteh F, Behzadifar M, Dehghan HR. Efficacy of Platelet-Rich Plasma versus Hyaluronic Acid for treatment of Knee Osteoarthritis: A systematic review and meta-analysis. *Electron Physician.* 2016;8(3):2115-22.
78. Laver L, Marom N, Dnyanesh L, Mei-Dan O, Espregueira-Mendes J, Gobbi A. PRP for Degenerative Cartilage Disease: A Systematic Review of Clinical Studies. *Cartilage.* 2017;8(4):341-64.
79. Elmali N, İnan M, Ertem K, Esenkaya İ, Ayan İ, Karakaplan M. Diz osteoartritinin artroskopik debridman ve intraartikuler hyaluronik asit ile tedavisi. *Artroplasti Artroskopik Cerrahi Dergisi.* 2002;13:131-5.
80. Başaran SH, Öneş HN, Peker G, Edipoğlu E, Avkan MC. Hafif ve orta derece gonartrozlu hastalarda yapılan artroskopik debridmanın hastaların yaşam kalitesine etkisi. *Bakırköy Tıp Dergisi.* 2011;7:20-1.
81. Scuderi RG, Tria Jr AJ. *Knee Arthroplasty Handbook Techniques in Total Knee and Revision Arthroplasty:* Springer; 2006.
82. Beaudreuil J, Bendaya S, Faucher M, Coudeyre E, Ribinik P, Revel M, et al. Clinical practice guidelines for rest orthosis, knee sleeves, and unloading knee braces in knee osteoarthritis. *Joint Bone Spine.* 2009;76(6):629-36.
83. Peeler J, Christian M, Cooper J, Leiter J, MacDonald P. Managing knee osteoarthritis: the effects of body weight supported physical activity on joint pain, function, and thigh muscle strength. *Clinical Journal of Sport Medicine.* 2015;25(6):518-23.
84. Dıraçoğlu D. Osteoartritte İntraartiküler Hyalüronik Asit Tedavisi. *Turkish Journal of Physical Medicine & Rehabilitation/Turkiye Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon Dergisi.* 2007;53(4).
85. Dai WL, Zhou AG, Zhang H, Zhang J. Efficacy of Platelet-Rich Plasma in the Treatment of Knee Osteoarthritis: A Meta-analysis of Randomized Controlled Trials. *Arthroscopy.* 2017;33(3):659-70 e1.
86. Filardo G, Kon E, Buda R, Timoncini A, Di Martino A, Cenacchi A, et al. Platelet-rich plasma intra-articular knee injections for the treatment of degenerative cartilage lesions and osteoarthritis. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2011;19(4):528-35.
87. Tietze DC, Geissler K, Borchers J. The effects of platelet-rich plasma in the treatment of large-joint osteoarthritis: a systematic review. *Phys Sportsmed.* 2014;42(2):27-37.
88. Denegar CR, Dougherty DR, Friedman JE, Schimizzi ME, Clark JE, Comstock BA, et al. Preferences for heat, cold, or contrast in patients with knee

- osteoarthritis affect treatment response. *Clinical Interventions in Aging*. 2010;5:199.
89. Brosseau L, Yonge K, Welch V, Marchand S, Judd M, Wells GA, et al. Thermotherapy for treatment of osteoarthritis. *Cochrane Database of Systematic Reviews*. 2003(4).
 90. de Oliveira Melo M, Aragão FA, Vaz MA. Neuromuscular electrical stimulation for muscle strengthening in elderly with knee osteoarthritis—a systematic review. *Complementary Therapies in Clinical Practice*. 2013;19(1):27-31.
 91. Nihal Şimşek NK. *Elektroterapiye Temel Prensipler ve Klinik Uygulamalar*. Ankara: Hipokrat Kitabevi; 2016.
 92. Karacan İ. *Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyonda Elektroterapi: Güneş Kitabevi*; 2003.
 93. Zhang C, Xie Y, Luo X, Ji Q, Lu C, He C, et al. Effects of therapeutic ultrasound on pain, physical functions and safety outcomes in patients with knee osteoarthritis: a systematic review and meta-analysis. *Clinical Rehabilitation*. 2016;30(10):960-71.
 94. French H, Brennan A, White B, Cusack T. Manual therapy for osteoarthritis of the hip or knee—a systematic review. *Manual Therapy*. 2011;16(2):109-17.
 95. Karaman A, Yuksel I, Kinikli GI, Caglar O. Do Pilates-based exercises following total knee arthroplasty improve postural control and quality of life? *Physiotherapy Theory and Practice*. 2017;33(4):289-95.
 96. de Andrade Mesquita LS, de Carvalho FT, de Andrade Freire LS, Neto OP, Zângaro RA. Effects of two exercise protocols on postural balance of elderly women: a randomized controlled trial. *BMC Geriatrics*. 2015;15(1):61.
 97. Diracoglu D, Aydin R, Baskent A, Celik A. Effects of kinesthesia and balance exercises in knee osteoarthritis. *JCR: Journal of Clinical Rheumatology*. 2005;11(6):303-10.
 98. Ageberg E, Link A, Roos EM. Feasibility of neuromuscular training in patients with severe hip or knee OA: the individualized goal-based NEMEX-TJR training program. *BMC Musculoskeletal Disorders*. 2010;11(1):126.
 99. Livanelioğlu A, Erden Z, Günel MK. *Proprioseptif Nöromusküler Fasilitasyon Teknikleri*. Ankara: Ankamat Matbaacılık; 2011.
 100. (<https://www.sealedenvelope.com/simple-randomiser/v1/lists>). Randomisation and online databases for clinical trials.; [
 101. Pocock SJ. *Clinical trials: a practical approach*: John Wiley & Sons; 2013.
 102. Gajdosik RL, Bohannon RW. Clinical measurement of range of motion: review of goniometry emphasizing reliability and validity. *Physical Therapy*. 1987;67(12):1867-72.
 103. Brosseau L, Balmer S, Tousignant M, O'Sullivan JP, Goudreault C, Goudreault M, et al. Intra- and intertester reliability and criterion validity of the parallelogram and universal goniometers for measuring maximum active knee

- flexion and extension of patients with knee restrictions. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*. 2001;82(3):396-402.
104. Brosseau L, Tousignant M, Budd J, Chartier N, Duciaume L, Plamondon S, et al. Intratester and intertester reliability and criterion validity of the parallelogram and universal goniometers for active knee flexion in healthy subjects. *Physiotherapy Research International*. 1997;2(3):150-66.
 105. Kannus P. Isokinetic evaluation of muscular performance. *International Journal of Sports Medicine*. 1994;15(S 1):S11-S8.
 106. Erden Z, Otman S, Atilla B, Tunay VB. Relationship between pain intensity and knee joint position sense in patients with severe osteoarthritis. *The Pain Clinic*. 2003;15(3):293-7.
 107. Taş S, Erden Z, Bek N. Diz Osteoartritli Hastalarda Farklı Esnek Bant Uygulamalarının Ağrı, İzokinetik Kas Kuvveti, Eklem Pozisyon Hissi ve Fiziksel Performans Üzerine Anlık Etkileri: Plasebo Kontrollü, Çift-Kör Çapraz Çalışma. *Türkiye Klinikleri Sağlık Bilimleri Dergisi*. 2016;1(1):16-23.
 108. Park J-Y, Lee J-C, Bae J-J, Cheon M-W. The effect of proprioceptive exercise on knee active articular position sense using Biodex System 3pro®. *Transactions on Electrical and Electronic Materials*. 2014;15(3):170-3.
 109. Sabirli N, Paker D, Buğdayci F, Ersoy S, Özel S. Knee Injury and Osteoarthritis Outcome Score: reliability and validation of the Turkish version. *Türkiye Klinikleri Sağlık Bilimleri Dergisi*. 2007;27(3):350-6.
 110. Tüzün E, Eker L, Aytar A, Daşkapan A, Bayramoğlu M. Acceptability, reliability, validity and responsiveness of the Turkish version of WOMAC osteoarthritis index. *Osteoarthritis and Cartilage*. 2005;13(1):28-33.
 111. Salaffi F, Leardini G, Canesi B, Mannoni A, Fioravanti A, Caporali Ro, et al. Reliability and validity of the Western Ontario and McMaster Universities (WOMAC) Osteoarthritis Index in Italian patients with osteoarthritis of the knee. *Osteoarthritis and Cartilage*. 2003;11(8):551-60.
 112. Alghadir A, Anwer S, Brismée J-M. The reliability and minimal detectable change of Timed Up and Go test in individuals with grade 1–3 knee osteoarthritis. *BMC Musculoskeletal Disorders*. 2015;16(1):174.
 113. Dobson F, Hinman RS, Roos EM, Abbott JH, Stratford P, Davis AM, et al. OARSI recommended performance-based tests to assess physical function in people diagnosed with hip or knee osteoarthritis. *Osteoarthritis and Cartilage*. 2013;21(8):1042-52.
 114. Ateef M, Kulandaivelan S, Tahseen S. Test–retest reliability and correlates of 6-minute walk test in patients with primary osteoarthritis of knees. *Indian Journal of Rheumatology*. 2016;11(4):192.
 115. Sahin F, Yilmaz F, Ozmaden A, Kotevoglul N, Sahin T, Kuran B. Reliability and validity of the Turkish version of the Berg Balance Scale. *Journal of Geriatric Physical Therapy*. 2008;31(1):32-7.
 116. Jogi P, Spaulding SJ, Zecevic AA, Overend TJ, Kramer JF. Comparison of the original and reduced versions of the Berg Balance Scale and the Western Ontario

- and McMaster Universities Osteoarthritis Index in patients following hip or knee arthroplasty. *Physiotherapy Canada*. 2011;63(1):107-14.
117. Downs S, Marquez J, Chiarelli P. The Berg Balance Scale has high intra-and inter-rater reliability but absolute reliability varies across the scale: a systematic review. *Journal of Physiotherapy*. 2013;59(2):93-9.
 118. Cachupe WJ, Shifflett B, Kahanov L, Wughalter EH. Reliability of biodex balance system measures. *Measurement in Physical Education Exercise Science*. 2001;5(2):97-108.
 119. Biodex Medical Systems I. Balance System SD Operation / Service Manuel.
 120. Dudley GA, Tesch P, Miller B, Buchanan P. Importance of eccentric actions in performance adaptations to resistance training. *Aviation, space, and environmental medicine*. 1991;62(6):543-50.
 121. Harput G. Kuvvet Eğitim Yaklaşımları. *Alt Ekstremitte Yaralanmalarında Rehabilitasyon* 2017;39.
 122. Cesário DF, Mendes GBdS, Uchôa ÉPBL, Veiga PHA. Proprioceptive neuromuscular facilitation and strength training to gain muscle strength in elderly women. *Revista Brasileira de Geriatria e Gerontologia*. 2014;17(1):67-77.
 123. Attito AA, El-Awady OE-E, Nicoleta CJOUA, Series Physical Education, Sport/Science M, Health. Effects of Proprioceptive Neuromuscular Facilitation (Pnf) Method on Functional Abilities For Gymnasts With Cruciate Ligament. 2018;18(1):10-7.
 124. Ghanbari A, Ebrahimian M, Mohamadi M, Najjar-Hasanpour AJIjop, therapy o. Comparing Hold Relax-Proprioceptive Neuromuscular Facilitation and Static Stretching Techniques in Management of Hamstring Tightness. 2013;7(1):126.
 125. Vaillant N. Comparing the effects of two proprioceptive neuromuscular facilitation stretching techniques and static stretching on active knee extension range of motion and vertical jump performance (Master Thesis): Lakehead University; 2018.
 126. Sharman MJ, Cresswell AG, Riek S. Proprioceptive neuromuscular facilitation stretching. *Sports medicine*. 2006;36(11):929-39.
 127. Soundarya N. A comparative study on the effectiveness of PNF stretching versus static stretching on Pain and Hamstring flexibility in osteoarthritis knee patients. *International Journal of Research in Pharmaceutical Sciences*. 2019;10(3):1789-94.
 128. Cayco CS, Labro AV, Gorgon EJR. Hold-relax and contract-relax stretching for hamstrings flexibility: A systematic review with meta-analysis. *Physical Therapy in Sport*. 2019;35:42-55.
 129. Sady SP, Wortman M, Blanke D. Flexibility training: ballistic, static or proprioceptive neuromuscular facilitation? *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*. 1982;63(6):261-3.

130. Streepey JW, Mock MJ, Riskowski JL, VanWye WR, Vitvitskiy BM, Mikesky AE. Effects of quadriceps and hamstrings proprioceptive neuromuscular facilitation stretching on knee movement sensation. *The Journal of Strength & Conditioning Research*. 2010;24(4):1037-42.
131. Thorstensson C, Henriksson M, von Porat A, Sjødahl C, Roos E. The effect of eight weeks of exercise on knee adduction moment in early knee osteoarthritis—a pilot study. *Osteoarthritis and Cartilage*. 2007;15(10):1163-70.
132. Jung DK, Chung Y. The effect of hip joint strengthening exercise using proprioceptive neuromuscular facilitation on balance, sit to stand and walking ability in a person with traumatic brain injury: a case report. *Physical Therapy Rehabilitation Science*. 2017;6(2):96-104.
133. Pereira MP, Gonçalves M. Proprioceptive neuromuscular facilitation improves balance and knee extensors strength of older fallers. *International Scholarly Research Network*. 2012;2012:7.
134. Baert IA, Mahmoudian A, Nieuwenhuys A, Jonkers I, Staes F, Luyten FP, et al. Proprioceptive accuracy in women with early and established knee osteoarthritis and its relation to functional ability, postural control, and muscle strength. *Clinical Rheumatology*. 2013;32(9):1365-74.
135. Pereira C, da Silva RA, de Oliveira MR, Souza RD, Borges RJ, Vieira ER. Effect of body mass index and fat mass on balance force platform measurements during a one-legged stance in older adults. *Aging clinical and experimental research*. 2018;30(5):441-7.
136. Dursun E. Düz Eklemİnde Osteoartritİ Olan Hastalarda Egzersİz Programinin Etkİnlİğİ (Uzmanlık Tezi): Hacettepe Üniversitesi; 2007.
137. Hassan B, Doherty S, Mockett S, Doherty M. Effect of pain reduction on postural sway, proprioception, and quadriceps strength in subjects with knee osteoarthritis. *Annals of the Rheumatic Diseases*. 2002;61(5):422-8.
138. Sebik A. Patellofemoral eklemın anatomisi ve biyomekanik özellikleri Patellofemoral eklemın anatomisi ve biyomekanik özellikleri Patellofemoral eklemın anatomisi ve biyomekanik özellikleri. *Acta Orthop Traumatol Turc*. 2004;29(5):351-6.
139. Moore MA, Kukulka CG. Depression of Hoffmann reflexes following voluntary contraction and implications for proprioceptive neuromuscular facilitation therapy. *Physical Therapy*. 1991;71(4):321-9.
140. Mitchell UH, Myrer JW, Hopkins JT, Hunter I, Feland JB, Hilton SC. Neurophysiological reflex mechanisms' lack of contribution to the success of PNF stretches. *Journal of Sport Rehabilitation*. 2009;18(3):343-57.
141. Lazarou L, Kofotolis N, Malliou P, Kellis E. Effects of two proprioceptive training programs on joint position sense, strength, activation and recurrent injuries after ankle sprains. *Isokinetics and Exercise Science*. 2017;25(4):289-300.
142. Kofotolis N, Kellis E. Effects of two 4-week proprioceptive neuromuscular facilitation programs on muscle endurance, flexibility, and functional

- performance in women with chronic low back pain. *Physical Therapy*. 2006;86(7):1001-12.
143. Roig M, O'Brien K, Kirk G, Murray R, McKinnon P, Shadgan B, et al. The effects of eccentric versus concentric resistance training on muscle strength and mass in healthy adults: a systematic review with meta-analysis. *British Journal of Sports Medicine*. 2009;43(8):556-68.
 144. Ünlü G, Çevikol C, Melekoglu T. Comparison of the Effects of Eccentric, Concentric, and Eccentric-Concentric Isotonic Resistance Training at Two Velocities on Strength and Muscle Hypertrophy. *The Journal of Strength & Conditioning Research*. 2020;34(2):337-44.
 145. Higgs F, Winter SL. The effect of a four-week proprioceptive neuromuscular facilitation stretching program on isokinetic torque production. *The Journal of Strength & Conditioning Research*. 2009;23(5):1442-7.
 146. Rhyu H-S, Kim S-H, Park H-S. The effects of band exercise using proprioceptive neuromuscular facilitation on muscular strength in lower extremity. *Journal of exercise rehabilitation*. 2015;11(1):36.
 147. Dursun E. Diz Ekleminde Osteoartriti Olan Hastalarda Egzersiz Programının Etkinliği (Uzmanlık Tezi). *Protez-Ortez Biomekanik Programı 2007*.
 148. Kofotolis N, Vrabas I, Vamvakoudis E, Papanikolaou A, Mandroukas K. Proprioceptive neuromuscular facilitation training induced alterations in muscle fibre type and cross sectional area. *British Journal of Sports Medicine*. 2005;39(3):e11-e.
 149. Nirmal K, Gupta UK, Singh VK. Prpprioceptive Neuromuscular Facilitation- An Innovative Approach to Treat Oasteoarthritis Knee Patients *International Journal of Scientific Research*. 2018;7(1).
 150. Bradley PS, Olsen PD, Portas MD. The effect of static, ballistic, and proprioceptive neuromuscular facilitation stretching on vertical jump performance. *Journal of Strength and Conditioning Research, The*. 2007;21(1):223.
 151. Mikolajec K, Waskiewicz Z, Maszczyk A, Bacik B, Kurek P. Effects of stretching and strength exercises on speed and power abilities in male basketball players. *Isokinetics and Exercise Science*. 2012;20(1):61-9.
 152. Nelson AG, Chambers RS, McGown CM, Penrose KW. Proprioceptive neuromuscular facilitation versus weight training for enhancement of muscular strength and athletic performance. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*. 1986;7(5):250-3.
 153. Duffell LD, Gulati V, Southgate DF, McGregor AH. Measuring body weight distribution during sit-to-stand in patients with early knee osteoarthritis. *Gait & Posture*. 2013;38(4):745-50.
 154. Gökşen A, Can F, Taş S, Korkusuz F. Erken Evre Diz Osteoartritli Hastalarda Postüral Stabilitenin Sağlıklı Bireyler ile Karşılaştırılması. *Türkiye Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Dergisi*. 2020;31(2):1-8.

155. Silva IA, Amorim JR, Carvalho FTd, Mesquita LSdA. Effect of a Proprioceptive Neuromuscular Facilitation (PNF) protocol on the postural balance of older women. *Fisioterapia e Pesquisa*. 2017;24(1):62-7.
156. Mahto PK, Malla SJIJoP, Therapy O. Effect of Two Proprioceptive Training Programs on Cervical Repositioning Sense on Subjects with Chronic Non Specific Neck Pain. 2019;13(2).
157. Clark AL. Osteoarthritis: what we have been missing in the patellofemoral joint. *Exercise and Sport Sciences Reviews*. 2008;36(1):30-7.
158. Soderberg GL. *Kinesiology: Scientific Basis of Human Motion*. Physical Therapy. 57: Oxford University Press; 1977. p. 221.
159. Kuru İ, Haberal B, Avcı Ç. Patellofemoral biyomekanik. *Türk Ortopedi ve Travmatoloji Birliği Derneği Dergisi*. 2012;11(4):274-80.
160. Hortobágyi T, Garry J, Holbert D, Devita P. Aberrations in the control of quadriceps muscle force in patients with knee osteoarthritis. *Arthritis Care & Research*. 2004;51(4):562-9.
161. Ferber R, Osternig L, Gravelle D. Effect of PNF stretch techniques on knee flexor muscle EMG activity in older adults. *Journal of Electromyography and Kinesiology*. 2002;12(5):391-7.
162. Erduran M, Akseki D, Karaoğlan O, Pınar H. Gonartrozlu hastalarda patellofemoral eklem dinamiği. *Eklem Hastalıkları ve Cerrahisi Dergisi*. 2009;20(1):18-24.