



TÜRKİYE CUMHURİYETİ
MARMARA ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**TOTAL DİZ ARTROPLASTİSİ SONRASI ERKEN DÖNEM
NÖROMUSKÜLER ELEKTRİKSEL STİMÜLASYON
UYGULAMASININ SON DURUM ÜZERİNE ETKİSİ**

NURCİHAN ÇİFTÇİ
YÜKSEK LİSANS TEZİ

FİZİKSEL TIP VE REHABİLİTASYON ANABİLİM DALI
ORTOPEDİK REHABİLİTASYON
TEZLİ YÜKSEK LİSANS

TEZ DANIŞMANI
Prof. Dr. İLKER YAĞCI

2021-İSTANBUL

ONAY



BEYAN

Bu tez çalışmasının kendi çalışmam olduğunu, tezin planlanmasından yazımına kadar bütün safhalarda etik dışı davranışımın olmadığını, bu tezdeki bütün bilgileri akademik ve etik kurallar içinde elde ettiğimi, bu tez çalışmasıyla elde edilmeyen bütün bilgi ve yorumlara kaynak gösterdiğimi ve bu kaynakları da kaynaklar listesine aldığımı, yine bu tezin çalışılması ve yazımı sırasında patent ve telif haklarını ihlal edici bir davranışımın olmadığını beyan ederim.

Fzt. Nurcihan Çiftci

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans eğitimim süresince değerli bilgi, birikim ve tecrübeleri ile bana yol gösteren, beni ihtiyaç duyduğum her konuda sabır ve özveri ile destekleyen; tezimin hazırlanma sürecinde de emeğini, yardımını ve desteğini esirgemeyen değerli tez danışmanım Prof. Dr. İlker YAĞCI'ya,

Eğitim gördüğüm süre içerisinde kendilerinden çok şey öğrendiğim başta anabilim dalı başkanımız Prof. Dr. Hakan GÜNDÜZ olmak üzere değerli hocalarım Prof. Dr. Gülseren Derya AKYÜZ, Prof. Dr. Evrim KARADAĞ SAYGI ve Prof. Dr. Mehmet Tuncay DURUÖZ'e,

Hem çalışma hayatında hem de tez hazırlık sürecinde yardımını hiçbir zaman esirgemeyen saygıdeğer meslektaşım, kıymetli ağabeyim Fzt. Necip CEYLAN ve ortopedik rehabilitasyon ekibindeki tüm değerli fizyoterapist arkadaşlarıma,

Varlığıyla kendimi şanslı hissettiren, bana her konuda olduğu gibi bu süreçte de destek olan, değerli tıp bilgilerini ve fikirlerini paylaşan sevgili eşime,

Bugünlere gelmemde büyük emekleri olan, fedakarlık ve özveriyle tüm hayatım boyunca desteklerini esirgemeyen, hep yanımda olan canım aileme,

Hayatımın her alanında enerji kaynağım olan evlatlarım; oğlum Alp'e ve kızım Bilge'ye,

Tez çalışmama gönüllü olarak katılan ve çalışmamın gerçekleştirilmesine yardımcı olan tüm katılımcılara,

Teşekkürlerimi sunarım...

İÇİNDEKİLER

ONAY.....	i
BEYAN.....	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
İÇİNDEKİLER.....	iv
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	vii
TABLolar LİSTESİ.....	viii
KISALTMALAR ve SİMGELER LİSTESİ.....	ix
1.ÖZET.....	1
2.ABSTRACT.....	2
3.GİRİŞ ve AMAÇ.....	3
4.GENEL BİLGİLER.....	5
4.1.Diz eklemi anatomisi.....	5
4.1.1.Kemikler.....	5
4.1.2.Menisküsler.....	6
4.1.3.Eklem kapsülü.....	6
4.1.4.Kıkırdak yapısı.....	7
4.1.5.Bağlar.....	7
4.1.6.Bursalar.....	9
4.1.7.Kaslar.....	10
4.2.Osteoartrit tanımı.....	11
4.3.Risk faktörleri.....	11
4.3.1.Yaş.....	11
4.3.2.Cinsiyet.....	12
4.3.3.Genetik.....	12
4.3.4.Obezite.....	12
4.3.5.Meslek.....	12

4.3.6.Mekanik etkiler.....	12
4.3.7.Fiziksel aktivite düzeyi.....	12
4.3.8.Laksite.....	12
4.3.9.Propriosepsiyon bozukluğu ve kas güçsüzlüğü.....	13
4.4.Osteoartritin sınıflandırılması.....	13
4.4.1.Spesifik özelliklerine göre.....	13
4.4.2.Tutulan ekleme göre.....	13
4.4.3.Etyolojik sınıflandırma.....	14
4.5.Osteoartritte patogenez.....	16
4.6.Diz osteoartriti(Gonartroz).....	17
4.7.Diz OA tanı kriterleri.....	17
4.7.1.Klinik tanı kriterleri.....	17
4.7.2.Klinik laboratuvar ve radyolojik tanı kriterleri.....	17
4.8.Osteoartritin radyolojik sınıflandırılması.....	18
4.8.1.Kellgren ve Lawrance Derecelendirmesi.....	18
4.9.Klinik belirti ve semptomlar.....	18
4.9.1.Ağrı.....	18
4.9.2.Eklem sertliği ve eklem hareket açıklığı kaybı.....	19
4.9.3.Ödem.....	19
4.9.4.Deformite ve subluksasyon.....	19
4.9.5.Kas kuvveti ve fonksiyon kaybı.....	19
4.10.Diz osteoartritinde tedavi yaklaşımları.....	20
4.10.1.Eğitim ve koruyucu önlemler.....	20
4.10.2.Medikal tedavi.....	22
4.10.3.Fizik tedavi ve rehabilitasyon uygulamaları.....	22
4.10.4.Egzersiz.....	27
4.10.5.Cerrahi tedavi.....	29

5.GEREÇ ve YÖNTEM.....	36
5.1.Güç analizi.....	36
5.2.Çalışmaya alınma kriterleri.....	37
5.3.Çalışmadan çıkarılma kriterleri.....	37
5.4.Yöntem.....	37
5.5.Çalışmada kullanılan değerlendirme parametreleri.....	38
5.5.1.Hasta değerlendirme formu.....	38
5.5.2.Ağrı değerlendirmesi.....	39
5.5.3.Eklem hareket açıklığı değerlendirmesi.....	39
5.5.4.Kas kuvveti değerlendirmesi.....	39
5.5.5.WOMAC.....	39
5.6.İstatistiksel analiz.....	40
6.BULGULAR.....	41
6.1.Demografik ve klinik özellikler.....	41
6.2.Diz eklem hareket açıklıklarının değerlendirilmesi.....	42
6.3.Yaşam kalitesinin değerlendirilmesi.....	45
6.4.Ağrı düzeyinin değerlendirilmesi.....	58
6.5.Kas kuvvetinin değerlendirilmesi.....	59
7. TARTIŞMA.....	60
8. SONUÇ.....	66
9. KAYNAKLAR.....	67

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1: Güç analizi.....	37
Şekil 2: Grupların diz fleksiyon açısı değişim grafiği.....	43
Şekil 3: Grupların diz ekstansiyon açısı değişim grafiği.....	45
Şekil 4: Grupların SF-36 enerji alt grubunun değişim grafiği.....	46
Şekil 5: Grupların SF-36 fiziksel fonksiyon alt grubunun değişim grafiği.....	47
Şekil 6: Grupların SF-36 ağrı alt grubunun değişim grafiği.....	48
Şekil 7: Grupların SF-36 genel sağlık alt grubunun değişim grafiği.....	49
Şekil 8: Grupların SF-36 fiziksel rol alt grubunun değişim grafiği.....	50
Şekil 9: Grupların SF-36 emosyonel rol alt grubunun değişim grafiği.....	51
Şekil 10: Grupların SF-36 sosyal fonksiyon alt grubunun değişim grafiği.....	52
Şekil 11: Grupların SF-36 mental değişim alt grubunun değişim grafiği.....	53
Şekil 12: Grupların WOMAC total skor değişim grafiği.....	54
Şekil 13: Grupların WOMAC ağrı alt grubu değişim grafiği.....	55
Şekil 14: Grupların WOMAC sertlik alt grubu değişim grafiği.....	56
Şekil 15: Grupların WOMAC dizabilite alt grubu değişim grafiği.....	57
Şekil 16: Grupların VAS skoru değişim grafiği.....	58

TABLÖLER LİSTESİ

Tablo 1. Gruplara göre boy, kilo ve VKİ ortalamaları.....	41
Tablo 2. Katılımcıların yaş ortalamaları.....	41
Tablo 3. Katılımcıların demografik bilgileri.....	42
Tablo 4. Grup içi ve gruplar arası diz fleksiyon açısının kıyaslanması.....	43
Tablo 5. Grup içi ve gruplar arası diz ekstansiyon açısının kıyaslanması.....	44
Tablo 6. Grup içi ve gruplar arası SF-36 enerji alt grubunun kıyaslanması.....	46
Tablo 7. Grup içi ve gruplar arası SF-36 fiziksel fonksiyon alt grubunun kıyaslanması.....	47
Tablo 8. Grup içi ve gruplar arası SF-36 ağrı alt grubunun kıyaslanması.....	48
Tablo 9. Grup içi ve gruplar arası SF-36 genel sağlık alt grubunun kıyaslanması....	49
Tablo 10. Grup içi ve gruplar arası SF-36 fiziksel rol alt grubunun kıyaslanması....	50
Tablo 11. Grup içi ve gruplar arası SF-36 emosyonel rol alt grubunun kıyaslanması.....	51
Tablo 12. Grup içi ve gruplar arası SF-36 sosyal fonksiyon alt grubunun kıyaslanması.....	52
Tablo 13. Grup içi ve gruplar arası SF-36 mental değişim alt grubunun kıyaslanması.....	53
Tablo 14. Grup içi ve gruplar arası WOMAC total skorlarının kıyaslanması.....	54
Tablo 15. Grup içi ve gruplar arası WOMAC ağrı alt grubunun kıyaslanması.....	55
Tablo 16. Grup içi ve gruplar arası WOMAC sertlik alt grubunun kıyaslanması.....	56
Tablo 17. Grup içi ve gruplar arası WOMAC dizabilite alt grubunun kıyaslanması..	57
Tablo 18. Grup içi ve gruplar arası VAS skoru kıyaslanması.....	58

KISALTMALAR VE SİMGELER LİSTESİ

ANOVA	Analysis of Variance
EHA	Eklem Hareket Açıklığı
CPM	Sürekli Pasif Hareket
IL-1	Interleukin-1
NMES	Nöromusküler Elektriksel Stimülasyon
NO	Nitrit Oksit
NSAİİ	Nonsteroid Antiinflatuar ilaç
OA	Osteoartrit
P	Anlamlılık düzeyi
SF-36	Short Form-36
SPSS	Statistical Package for the Social Sciences
TDA	Total Diz Artroplastisi
TENS	Transkutanöz Elektriksel Sinir Stimülasyonu
VAS	Visuel Analog Skalası
VKİ	Vücut Kitle İndeksi
VSS	Vejetatif Sinir Sistemi
WOMAC	Western Ontario and McMaster Universities Osteoarthritis Index

1. ÖZET

Total Diz Artroplastisi Sonrası Erken Dönem Nöromusküler Elektriksel Stimülasyon Uygulamasının Son Durum Üzerine Etkisi. Nurcihan Çiftci. Marmara Üniversitesi, Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon Anabilim Dalı. Danışman: Prof. Dr. İlker Yağcı.

Giriş ve Amaç: Çalışmamızın amacı total diz artroplastisi (TDA) sonrası uygulanan tedavi programına eklenen Nöromusküler Elektriksel Stimülasyon (NMES) uygulamasının ağrı, eklem hareket açıklığı, kas kuvveti ve yaşam kalitesi üzerine etkilerinin araştırılmasıdır.

Gereç ve Yöntem: Çalışmamıza osteoartrit nedeniyle total diz artroplastisi yapılan 30 hasta dahil edildi. Hastalar randomize olarak 2 gruba ayrılarak 15 hasta çalışma, 15 hasta da kontrol grubuna alındı. Çalışma grubundaki hastalara sürekli pasif hareket cihazı, egzersiz, soğuk uygulama ve NMES uygulanırken kontrol grubundaki hastalara NMES hariç diğer tedaviler uygulandı. Değerlendirmeler postop erken dönem, 10.seans sonrası ve 3. ay sonrası olmak üzere üç kere yapıldı. Tüm katılımcılar kısa form-36 (SF-36), Western Ontario and Mc Master Universities Osteoarthritis Index (WOMAC OA indeksi), visuel analog skalası (VAS), gonyometrik ölçüm ve manuel kas testi ile değerlendirildiler.

Bulgular: Çalışma grubunda postop erken dönem ve 10.seans sonrası ölçümlerde diz ekstansiyon açısı daha fazla bulundu ($p<0,05$). Ancak başlangıç değerlerine baktığımızda çalışma grubuna diz ekstansiyonu daha iyi olan hastaların yığıldığı ve istatistik anlamın bu farktan kaynaklandığı saptandı. Diğer ölçümlerde grup içi değerlerde anlamlı değişimler olurken, gruplar arası karşılaştırmada anlamlı bir fark olmadığı görüldü.

Sonuç: Total diz artroplastisi sonrası uygulanan fizik tedavi hastalarda anlamlı değişimler olmasını sağlarken, programa eklenen NMES uygulamasının tedavide üstünlüğü bulunamadı.

Anahtar kelimeler: Osteoartrit, total diz artroplastisi, nöromusküler elektriksel stimülasyon

2. ABSTRACT

The Effect of Early Neuromuscular Electrical Stimulation Application on the Final Situation After Total Knee Arthroplasty. Nurcihan Ciftci. Marmara University, Department of Physical Medicine and Rehabilitation. Advisor: Prof. Dr. Ilker Yagci.

Introduction: The aim of our study is to investigate the effects of Neuromuscular Electrical Stimulation (NMES) application added to the treatment program after total knee arthroplasty (TKA) on pain, range of motion, muscle strength and quality of life.

Materials and Methods: Thirty patients who underwent total knee arthroplasty for osteoarthritis were included in our study. Patients were randomly divided into 2 groups, 15 patients were included in the study group and 15 patients in the control group. Continuous passive motion device, exercise, cold application and NMES were applied to the patients in the study group, while the patients in the control group received other treatments except NMES. Evaluations were made three times: early postop, after the 10th session and after the 3rd month. All participants were evaluated by short form-36 (SF-36), Western Ontario and Mc Master Universities Osteoarthritis Index (WOMAC OA index), visual analog scale (VAS), goniometric measurement and manual muscle test.

Results: In the study group, knee extension angle was found to be higher in the early postoperative period and after the 10th session ($p<0.05$). However, when we looked at the baseline values, it was found that patients with better knee extension were stacked in the study group and the statistical significance was due to this difference. While there were significant changes in the in-group values in other measurements, it was observed that there was no significant difference between the groups.

Conclusion: While physical therapy applied after total knee arthroplasty provides significant changes in patients, NMES application added to the program has not been found to be superior in treatment.

Keywords: Osteoarthritis, total knee arthroplasty, neuromuscular electrical stimulation.

3.GİRİŞ ve AMAÇ

Diz, stabilitesi eklem dışı ligamentlere ve kassal kontrole bağlı olan kompleks bir eklemdir. Diz osteoartriti, biyomekanik düzgünlük ve normal yumuşak doku uzunluğunu yeniden sağlamak için yumuşak dokunun cerrahi olarak gevşetilmesini gerektiren genel biyomekanik deformitelerle olur. Deformitenin şiddetli olduğu osteoartritli vakalarda ağrıyı azaltmak, eklem hareket açıklığını artırmak, stabilizasyon sağlamak, daha fazla deformite oluşmasını önlemek, bireyin fonksiyonel yeteneklerini ve yaşam kalitesini artırmak amacıyla artroplasti uygulamaları yapılmaktadır (Porter, 2008).

Artroplasti uygulamaları dünyanın dört bir yanında ve her yıl artan sayıda başarılı bir şekilde yapılmaktadır (Culliford ve ark., 2015). Ameliyat sonrasında hasta tarafından bildirilen sonuçlar genel olarak olumlu olmakla birlikte bazı zorluklar bulunmaktadır. Bu zorlukların başında da ağrı ve diz ekstansiyon kaybı yer almaktadır (Kehlet, 2013). Ameliyat sonrası fizyoterapi ve rehabilitasyon uygulamaları postoperatif dönemde yaşanan problemleri minimuma indirmeyi ve erken dönemde sosyalizasyonu sağlamayı hedefler (Meier ve ark., 2008).

Erken postoperatif dönemde ağrıyı hafifletmek, gücü, mobilitayı ve fleksibilitayı düzeltmek, derin ven trombozu gibi diğer komplikasyonları önlemek ana hedefler arasında bulunmaktadır. Ayrıca hasta yakınlarının ve hastanın eğitilmesi de önemli unsurlardan biridir. Bunun için ev ve iş ortamında gerekli düzenlemelerin yapılmasının önemi iyi anlatılmalıdır. Bunlarla birlikte yük aktarma tedbirleri, eklem hareket açıklığı (EHA)'yı arttırmak, uygun yardımcı cihazla bağımsız ambulasyon diğer hedeflerdir (Brander ve ark., 2006).

Yapılan çalışmalarda perioperatif dönemde nöromüsküler elektriksel stimülasyon uygulamasının sonuçları umut vadetmektedir. Ancak erken postoperatif dönemde nöromüsküler elektriksel stimülasyon (NMES) uygulamasının hangi aşamada başlanacağı, ne yoğunlukta uygulanacağı ve uygulandığında ne gibi bir fayda sağlayacağı ise net değildir (Spector ve ark., 2016). ABD Ulusal Sağlık Kurumu tarafından yayınlanan total diz artroplastisi (TDA) görüş bildirisinde, hakkında fazla

Çalışma olmamasına rağmen rehabilitasyon uygulamalarının yaygın olarak kullanıldığı not edilmiştir (NIH Consensus State, 2003).

Bu çalışmanın amacı osteoartrit (OA) nedeniyle TDA yapılan hastalarda postoperatif erken dönemde NMES uygulamasının yaşam kalitesine, ağrı hissine, kas kuvvetine ve eklem hareket açıklığına etkilerini araştırmaktır. Hipotezimiz erken dönemde NMES uygulamasının 3.ayda diz eklem hareket açıklığı, kas kuvveti, ağrı ve fonksiyonel durumda daha çok iyileşme sağlamasıdır.



4. GENEL BİLGİLER

4.1. Diz Eklemi Anatomisi

İnsan bedenindeki eklemlerin en büyüğü ve en kompleks olanı diz eklemidir (Saladin K.S., 2005). Eklem yüzlerinin şekline göre ginglymus (menteşe) tipidir. Tibia ile femur arasında iki adet kondiler tip, femur ile patella arasında ise sellar tip olmak üzere toplam üç ayrı eklem içerir (Hamilton ve ark., 2002).

Dizin eklem yüzleri iki adettir:

- 1) Tibiofemoral eklem
- 2) Patellofemoral eklem

4.1.1. Kemik yapılar

4.1.1.1. Femur

Femurun transvers ve sagittal düzlemde konveks olan kondilleri eklem yüzünün konveks kısmını oluştururlar. Arka kısmı, lateral taraftan bakıldığı zaman daha konveks bir küre şeklinde görülür. Kondillerin arka yüzünün dairesel, ön yüzünün ise oval olması eklem, fleksiyonda hareket açıklığının artması, ekstansiyonda stabil olması ve rotasyon yapılabilmesi gibi avantajlar sağlar. Şekil ve büyüklük açısından asimetrik olan femoral kondillerin medial kısmı daha büyükken lateral kondilin uzun aksı daha uzundur. Kondillerin bu yapısı dizin biomekaniği açısından oldukça önemlidir (Clarke ve ark., 2001).

4.1.1.2. Tibia

Diz eklemının tibia kısmında, medial eklem yüzü laterale göre daha büyük, konkav ve ovaldır. Lateral eklem yüzü ise mediale göre daha küçük, konveks ve yuvarlaktır (Shoemaker ve ark., 1992). Ön çapraz bağ medial çıkıntıdan başlarken arka çapraz bağ ise lateral çıkıntıdan başlamaktadır.

4.1.1.3. Patella

Patella sesamoid kemiklerin en büyüğüdür ve ekstansör mekanizmada yer alarak kaldıraç kolunu uzatma özelliğini gösterir. Patellanın yedi temas yüzeyi vardır. Diz eklemi 45° fleksiyon açısındaiken patella temas yüzeyi en geniş orana ulaşır (Shoemaker ve ark., 1992).

4.1.2. Menisküsler

Menisküsler eklem içerisinde tibia platosu ile femurun kondilleri arasında bulunmaktadır. Menisküsler şoku absorbe eder, eklem yüzeyine ulaşan kuvvetin orantılı bir şekilde dağıtılmasını sağlar, eklem kıkırdığını besleyerek elastikiyetin artmasına yardımcı olur (Dlabach ve ark., 2003).

4.1.2.1. Medial menisküs

Semisirküler yapıdadır ve lateral menisküsten daha az hareket eder. Bunun nedeni kalın kenarının kollateral tibial ligamana ve eklem kapsülüne yapışık olmasıdır.

4.1.2.2. Lateral menisküs

Sirküler yapıdadır. Eklem yüzeyi olarak medial menisküse göre daha fazla alan kaplamakla birlikte daha küçük yapıdadır. Kapsülle bir bağlantısı olmadığı için rotasyon yapabilir ve daha hareketlidir. Ayrıca bu özelliğinden dolayı mekanik olarak daha az zorlanır. Kemiğe yapışma noktalarında damarlanırlar ancak nöral ve vasküler ağları çok zayıftır. (Tüzün F., 1997).

4.1.3. Eklem kapsülü

Eklem kapsülü, popliteus kasının tendonu ile gastrokinemiusun iki başının proksimal kısmının tendonunu örter ve suprapatellar bursa oluşturmak için femoral kondilin anterosuperior bölgesinde kendi üzerine katlanır. Kapsülün iç kısmı sinovyal sıvı üretimini yapan sinovyum ile kaplıdır. Az miktarda bulunan sinovyal sıvı eklem

yüzeylerinin devamlı yıkanmasını sağlayarak kıkırdığın beslenmesinde ve eklem yüzeylerinin yağlanması önemli rol oynar. Bu durum fleksiyon ve ekstansiyon hareketlerinin yapılmasını da kolaylaştırır (Kapandji ve ark., 1988).

4.1.4. Kıkırdak yapı

Diz eklemi kalınlığı iki-dört milimetre olan hyalin kıkırdak örtüsü ile kaplanmıştır. Femur ve tibianın eklem yüzeyleri tam bir kemiksel uyum içerisinde değildir. Bu uyumsuzluk, oldukça kalın bir kıkırdak tabakası ile kompanse edilmiştir. Eklem kıkırdığının fonksiyonu yüzeyle temas etmek ve yük taşımaktır. Eklem kıkırdığı kaldırılırsa kemikler birbirlerine iyi uyum göstermezler. Ekleme kuvvet uygulandığında yüzeyde temas sağlayan faktör şekil değiştirebilen kıkırdaktır (Alpaslan B., 1988).

Yağlanma (lubrikasyon): Bütün diartrodial eklemler yağlanma özelliği gösterir. Yağlanma şekli, eklem yüzeyi hareketlerine ve uygulanan yüklere bağlıdır. Yağlanma, normal bir eklem kıkırdığı ile sinovyal sıvının arasında olması gereken bir fonksiyonu yansıtır. OA'ya neden olan en önemli değişikliklerden bir tanesi eklem yüzeyi yağlanma etkisinin kaybolmaya başlamasıdır. Bu nedenle eklem kıkırdığı aşınarak dejenerasyon meydana gelir (Cantürk F., 2003).

Sinovyal zar damardan zengin, bol miktarda sinir ve lenfatikleri içeren bir bağ dokusudur. Bu nedenle rejenerasyon kapasitesi yüksektir. Lokalizasyonu kemiğin eklem içi kısmındadır ve kapsülün arka iç yüzeyi boyunca yayılır ancak eklem kıkırdığını örtmez (Tune N., 1994).

4.1.5. Bağlar

Ön ve arka çapraz bağlar, iç ve dış yan bağlar olmak üzere dört adet ana bağ bulunur. Bu bağlar eklem aşırı hareketlerini sınırlarlar.

4.1.5.1. Ön çapraz bağ

Anteromedial tibial platodan femurun lateral kondilinin medial bölgesine doğru uzanır. Bu bağ, tibianın femur üzerinde öne doğru aşırı hareket etmesini önler. Dizin fleksiyonunda bağa ait ön lifler gerginken ekstansiyonda gevşektir. Ekstansiyonda ise arka lifler gergindir. Arka lifleri diz fleksiyonuna yardımcı olurken posterior stabiliteyi de sağlarlar. Ön ve arka çapraz bağların görevi sadece mekanik stabiliteyi sağlamak değildir. Aynı zamanda bulundurduğu mekanoreseptörler sayesinde propriyoseptif duyunun sağlanmasında da rol almaktadır (Saridoğan M., 2007).

4.1.5.2. Arka çapraz bağ

Tibia platosunun posterolateral kısmı ile femur kondili arasında uzanır. Tibia'yı femurun posterioruna doğru itebilecek güce karşı koyar.

4.1.5.3. İç yan bağ

Femurun medial epikondilinden tibiaya doğru uzanan iç yan bağ diz ekleminin medial kısmında bulunur. Bu bağ, tibianın femur üzerinden laterale doğru aşırı yer değiştirmesini engeller.

4.1.5.4. Dış yan bağ

Femurun lateral epikondili ile fibula başı arasında uzanır. Femur üzerinde tibianın mediale doğru aşırı yer değiştirmesini önleyen dış yan bağ eklemin lateralinde bulunur.

Patellar, oblik ve arcuate popliteal olmak üzere diz ekleminin üç adet daha bağı bulunmaktadır.

4.1.5.5. Patellar bağ

Patellayı saran bu bağ, kuadriceps femoris tendonunun bir devamıdır. Tuberositas tibiaya bağlanmak için patellar ligament olarak devam eder.

4.1.5.6. Oblik popliteal bağ

Tibia başının arka kenarı ile interkondiler fossanın üst kenarı arasında uzanır.

4.1.5.7. Arcuate popliteal bağ

“Y” harfi şeklindedir. Tibianın area interkondilaris posterioru, fibula başı ve femurun lateral epikondili arasında uzanır (Kahle ve ark., 2004).

4.1.6. Bursalar

Bursaların temel fonksiyonu, bulundukları bölgedeki yapıların sürtünmesini azaltarak rahat hareket etmelerini sağlamak ve bu yapıları travmalara karşı korumaktır. Diz eklemi çevresinde de bulunan içi sinovyal sıvı ile dolu olan bu yapılar bulundukları lokalizasyona göre sınıflandırılabilirler.

- İnfrapatellar bursa (ciltaltı, derin, subtendinöz)
- Suprapatellar bursa (derin)
- Semimembranosus bursası
- Medial ve lateral gastrokinemius başları altındaki bursalar
- Dış yan bağ ve eklem kapsülü arasındaki bursa
- Pes anserin bursa
- Biceps bursası
- İliotibial bant altındaki bursa
- İç yan bağın yüzeyel ve derin tabakaları arasındaki bursa
- Medial gastrokinemius bursası ve suprapatellar bursa eklem boşluğu ile ilişkilidir (Tandoğan R., 1999).

4.1.7. Kaslar

Kaslar diz ekleminde fleksiyon, ekstansiyon ve aksiyel rotasyon hareketleri olmakla beraber diz ekleminin temel hareketi fleksiyon ve ekstansiyondur.

4.1.7.1. Fleksör kaslar

Hamstring grup kasları; semimembranosus, semitendinosus ve biceps femoris kaslarından meydana gelmektedir. Hamstringler dize fleksiyon yaptırırken kalçaya ise ekstansiyon hareketi yaptırır. Diz eklemine olan etkisi kalça eklemine konumuna bağlıdır. Kalça fleksiyon hareketindeyken gerilir ve dizin fleksiyonuna olan etkisi artar, kalça ekstansiyondayken ise gevşerler ve buna bağlı olarak da etkileri azalır (Cantürk F., 2003).

4.1.7.2. Ekstansör kaslar

Kuadriseps femoris kas grubu; rektus femoris, vastus medialis, vastus lateralis ve vastus intermedius kaslarından oluşur. Diz eklemine ekstansiyonunu sağlayan ana kas grubudur. Bu harekete tensor fascia lata kası da katkıda bulunur. Diz eklemine transvers eksenini önünden geçmesi nedeniyle gluteus maksimus kası ile birlikte dizin ekstansiyon pozisyonunda kalmasını sağlar (Snell RS., 1984).

4.1.7.3. Rotatör kaslar

Fleksiyon ve ekstansiyon hareketlerine göre rotasyon, çok daha küçük bir açı ile gerçekleşir. Rotasyon esnasında menisküsler, femoral kondiller ile birlikte tibianın üst kıkırdağı boyunca hareket etmektedir.

4.1.7.3.1. İç rotatör kaslar

Popliteus, semitendinosus, semimembranosus, sartorius, gracilis kaslarından oluşur. Krusiyat ligamanların durumu fazla iç rotasyon hareketine elverişli olmadığından sadece 5-10° kadar yapabilirler.

4.1.7.3.2. Dış rotatör kaslar

Dış rotasyon hareketini yaptıran kaslar biceps femoris ile tensor fascia latadır. Eğer fleksiyondayken lateral rotasyon yapılırsa bu hareketi sadece biceps femoris yapar (Turgut ve ark., 1998).

4.2. Osteoartrit Tanımı

Osteoartrit, kıkırdak ve çevresindeki birçok dokuyu etkileyebilen, dejeneratif bir eklem hastalığıdır (Di Cesare ve ark., 2005). Eklem hasarı ve kaybına ek olarak subartiküler bölgede yeniden şekillenme, osteofit oluşumu, ligament gevşekliği, periartiküler kasların zayıflaması ve sinovyal inflamasyon görülür (Dulay ve ark., 2015). Erken evrelerde asemptomatiktir. Yaşlanmayla birlikte kısıtlanma oluşur ve günlük yaşam aktiviteleri olumsuz etkilenmeye başlar. Ortalama yaşam süresinin giderek artmasıyla birlikte yaşlılıkta yaşanan disabilitenin en önemli sebeplerinden biri olarak gösterilmektedir (Christensen ve ark., 2005).

4.3. Risk Faktörleri

4.3.1. Yaş

Tüm eklemlerin OA'sı için en önemli risk faktörlerindendir (Felson ve ark., 2000). Osteoartritin insidans ve prevalansındaki artış, yaşla birlikte risk faktörlerine ve biyolojik değişikliklere kümülatif maruziyetin bir sonucudur (Lawrence ve ark., 2008).

4.3.2. Cinsiyet

Osteoartrit kadınlarda erkeklere göre daha sık görülür ve kadınları daha çok etkiler (Srikanth ve ark., 2005). Risk özellikle menopoz sonrası artmaktadır (Wluka ve ark., 2000).

4.3.3. Genetik

Osteoartritte genetik yatkınlık olduğu bilinmektedir. Bu durum etkilenen eklem bölgesine göre de çeşitlilik göstermektedir (Spector ve ark., 1996).

4.3.4. Obezite

Osteoartrit için en güçlü risk faktörlerindendir. Yapılan çalışmalar kilo artışının özellikle diz eklemünde OA görülme sıklığını artırdığını göstermiştir (Messier ve ark., 2004).

4.3.5. Meslek

İş yerinde eklemlerin tekrar tekrar kullanımı artan OA riskiyle yakından ilişkilidir (Croft ve ark., 1992).

4.3.6. Mekanik etkiler

Bazı eklem bozuklukları gibi travma da OA'nın yaygın nedenlerinden biridir. Majör travma veya kümülatif minör travmalar eklem kıkırdığında hasar oluşturarak OA'e zemin hazırlar (Rutherford ve ark., 2011).

4.3.7. Fiziksel aktivite düzeyi

Spor aktiviteleri ve OA arasındaki ilişkiyi inceleyen çalışmalarda kesin bir sonuca ulaşılamamıştır (Zhang ve ark., 2008). Ancak uygun ve yeterli egzersiz yapılmadığında OA gelişme riskinin arttığı bilinmektedir (Karaaslan Y.,2000).

4.3.8. Laksite

Ehler Danlos Sendromunda olduğu gibi jeneralize olan eklem laksitelerinde osteoartrit riskinin arttığı gözlemlenmiştir (Fransen ve ark., 2002).

4.3.9. Proprioepsiyon bozukluğu ve kas güçsüzlüğu

Kuariseps femoris kası gibi diz eklemi etrafındaki fonksiyonel özelliği yüksek kaslara ait güçsüzlüklerde OA riskinin artabildiği bilinmektedir. Charcot artropatisinde olduğu gibi, eklemlerdeki mekanoreseptörlerin hasarlanması sonucunda propriyoseptif duyunun bozulması da OA için risk faktörüdür. Ayrıca diz ve kalça biyomekaniğini değiştiren bacak uzunluğu eşitsizlikleri, valgus ve varus gibi durumlar osteoartrite yakalanma riskini önemli ölçüde artırmaktadır (Golightly ve ark., 2007).

4.4. Osteoartritin Sınıflandırılması

Osteoartrite ait farklı sınıflandırmalar yapılabilmektedir. Spesifik bir özelliğin olup olmaması, tutulan eklemin özellikleri ve etyoloji bu sınıflandırmalarda belirleyici olabilmektedir (Karaaslan Y., 2000; Hurley ve ark., 1997).

4.4.1. Spesifik özelliklerine göre

- İnflamatuar OA
- Destruktif veya atrofik OA
- Erozif OA
- Kondrokalsinozis ile birlikte olan OA
- Diğerleri

4.4.2. Tutulan ekleme göre

4.4.2.1. Tutulan eklem sayısına göre

- Monoartikuler
- Oligoartikuler
- Poliartikuler

4.4.2.2. Tutulan eklem lokalizasyonuna göre

- El Osteoartriti
 - Başparmak tabanı
 - İnterfalangeal
 - Başparmak tabanı ve interfalangeal
- Vertebra Osteoartriti
 - İntervertebral disk bozukluğu
 - Apofizyal eklem
- Kalça Osteoartriti
 - Medial
 - Superolateral
 - Konsantrik
- Diz Osteoartriti
 - Patellofemoral kompartman
 - Medial kompartman
 - Lateral kompartman

4.4.3. Etiyolojik sınıflandırma

4.4.3.1. Primer (İdyopatik) OA

4.4.3.2. Sekonder OA

4.4.3.2.1. Anatomik sebepler

- Epifizyal displazi
- Üst femoral epifiz kayması
- Bacak boyu eşitsizliği
- Perthes hastalığı
- Doğuştan kalça çıkığı
- Hiper mobilite sendromları
- Blount hastalığı

4.4.3.2.2. Metabolik sebepler

- Akromegali
- Okranozis
- Hemokromatozis
- Wilson Hastalığı
- Basit kalsiyum fosfat (Hidroksi apatit gibi)
- Monosodyum ürat monohidrat (Gut)
- Kristal depo hastalığı
- Hiperparatroidizm
- Kalsiyum pirofosfat dehidrat (Psödogut)
- Kashin-Back hastalığı

4.4.3.2.3. İnflamatuvar sebepler

- Enflamatuvar hastalıklar (Romatoid artrit gibi)
- Septik artrit

4.4.3.2.4. Travmatik sebepler

- Eklem cerrahisi
- Major eklem travması
- Kronik hasarlanma (meslek artropatileri)
- Ekleme uzanan kırıklar ve osteonekroz

4.4.3.2.5. Nöropatik hastalıklar (Charcot eklemi)

- Diabetes mellitus
- Tabes dorsalis

4.5. Osteoartritte Patogenez

Osteoartrit progresif olarak yıkımın ve onarımın bir arada olduğu metabolik olarak aktif bir süreçtir. Bu inflamatuvar proseste birçok mekanik ve biyokimyasal etkenler bulunmaktadır (Dennisson ve ark., 2003). Osteoartritin patogenezini moleküler düzeyde tam olarak bilinmesi de genetik, biyomekanik, metabolik ve çevresel faktörler gibi çeşitli etkenlerin katkısının olduğu düşünülmektedir.

Osteoartrit oluşum sürecinde subkondral kemiğin yeniden oluşumu, sinovyumun değişimi, osteofit oluşumu gibi primer değişiklikler görülür (Goldring ve ark., 2010). Kondrositlerden ve ekstraselüler matriksten oluşan eklem kıkırdağının matriksinin yapısında proteoglikanlar, kollajen, su ve az miktarda kalsiyum tuzları bulunur. Hasarın ilk aşamasında matrikstekki bu içerik bozularak su miktarı artar. Matrikstekki proteoglikan miktarı artarken tip II kollajen konsantrasyonu normal sınırlarda kalır. Kollajenlerin içeriğindeki bağlar bozulur. Tüm bunların sonunda su ve diğer moleküller sinovyumun geçirgenliğinin artması nedeniyle matriksin dışına doğru yönelir. Matriksin sertliği azaldığından dolayı yapının hasarlara karşı direnci azalır (Felson ve ark., 2013).

Eklem kıkırdağının hasarlanmasından sonraki evrede onarım süreci başlar. Bu aşamada kondrositler devreye girerek nitrik oksit (NO) gibi bazı hücrel uyarıcıları salgırlar. Bunun sonucunda matrikste yer alan büyük molekülleri parçalayarak ortamın yoğunluğunun azalmasına neden olan interlökin 1 (IL-1) salınır. Osteoartritin bu evresindeki tamir süreci bazen doku hasarının onarılmasını sağlayabilmektedir (Burr ve ark., 2012).

Onarım aşaması gerçekleşikten sonra sinovyumda inflamatuvar süreç başlar. İnflamasyonun başlaması ise tamiri azalttığı için progresif olarak kıkırdak kaybı olmaya başlar (Cesare ve ark., 2003).

4.6. Diz Osteoartriti (Gonartroz)

Diz, osteoartritten en çok etkilenen eklemdir. Genellikle obezite ile beraber gözlenir. Kadınlarda gonartroz görülme sıklığı erkeklerle karşılaştırıldığında daha yüksektir (Otterness ve ark., 2007). Genellikle primer olan diz osteoartriti tibiofemoral eklemin medial ve lateral bölgeleri ile patellofemoral eklemi tutabilir (Hurley ve ark., 1997). Tibiofemoral bölge % 75 oranla en sık tutulan kısımdır. Patellofemoral eklem ise hastaların % 50'sinde tutulmaktadır. Lateral tibiofemoral kısmın tek başına tutulması ise oldukça nadirdir (Goldstein ve ark., 1999).

4.7. Diz OA Tanı Kriterleri

American College of Rheumatology (ACR) tarafından gonartroz için tanı kriterleri oluşturulmuştur (Jordan ve ark., 2008).

4.7.1.Klinik Tanı Kriterleri

1. Son ay içinde günlerin çoğunda diz ağrısı olması
2. Eklem hareketi esnasında krepitasyon oluşması
3. Dizde 30 dakika veya altında sabah tutukluğunun olması
4. 38 yaş veya üzerinde olmak
5. Diz muayenesinde kemiksel büyümenin tespit edilmesi

Tanı konulabilmesi için 1, 2, 3, 4 ya da 1, 2, 5 ya da 1, 4, 5 numaralı maddelerin hastada bulunması gerekmektedir.

4.7.2.Klinik, Laboratuvar ve Radyolojik Tanı Kriterleri

1. Bir önceki ayın pek çok gününde diz ağrısı olması
2. Eklem kenarlarında radyolojik olarak osteofitlerin görülmesi
3. OA için bilinen tipik sinoviyal sıvı bulgularının olması
4. 40 yaş veya üzerinde olmak
5. Dizde 30 dakika veya altında sabah tutukluğunun olması
6. Aktif eklem hareketi esnasında krepitasyon oluşması

Tanı konulabilmesi için 1,2 veya 1, 3 5, 6 veya 1, 4, 5, 6 numaralı maddelerin hastada bulunması gerekmektedir.

4.8. Osteoartritin Radyolojik Sınıflandırılması

Diz OA tanısında hastalık şiddetini belirlemek amacıyla kullanılan radyolojik veriler tanının güvenilirliğini artırmaktadır. Osteofit oluşumları, eklem içinde kemiksi yapılar, eklem mesafesinin azalması, subkondral kemik sklerozu, subluksasyon ve deformite gibi bulgular diz radyografisinde görülebilir (Kellgren J., 1957).

Radyolojik bulguların evrenlenmesinde Kellgren-Lawrence derecelendirmesi sıklıkla kullanılmaktadır.

4.8.1. Kellgren ve Lawrence Derecelendirmesi

Evre 0: Normal

Evre 1: Eklem aralığı normal, şüpheli osteofit

Evre 2: Eklem aralığında şüpheli daralma olması, belirgin osteofit

Evre 3: Eklem aralığında orta derecede daralma olması, orta derecede osteofitler, hafif skleroz

Evre 4: Eklem aralığında ileri derecede daralma olması, büyük osteofitler, belirgin subkondral skleroz ve kist varlığı

4.9. Klinik Belirti ve Semptomlar

4.9.1. Ağrı

Ağrı gonartrozda en sık görülen semptomdur. Osteofitlerin oluşmasıyla birlikte başlayan periost irritasyonu, subkondral kemikte oluşan basınç artışı, trabeküler mikrofraktürler, kapsül gerilmesi, eklem etrafındaki kasların spazmı, bursitler ve tenosinovitler ağrının başlıca nedenleridir. Ağrı genellikle sızlayıcı tarzdadır ve hafif şiddette aralıklı olarak sinsice başlar. İlk başlarda olmayan gece ağrıları hastalığın

ilerleyen dönemlerinde ortaya çıkar. İleri evrelerde istirahat halindeyken de olan ağrı özellikle hareket halindeyken; merdiven inip çıkma, yürüme ve çömelme esnasında artar (Bilge ve ark., 2018).

4.9.2. Eklem sertliği ve eklem hareket açıklığı kaybı

Eklem yüzeyinde oluşan hasardan kaynaklı eklemde sertlik ve krepitasyon görülebilir. Patolojinin erken döneminde sabah tutukluğu, eklemdeki hasarın artmasıyla birlikte fibrozis gelişimi sürekli bir hale gelip tutukluluk süresini arttırabilir. OA'nın ileri dönemlerinde osteofitlerin oluşumuyla birlikte dizde mekanik problemler meydana gelir, bununla birlikte kapsülde ve kaslarda meydana gelen kontraktürler ile hastalarda eklem hareket kısıtlılığı görülmeye başlar (Steultjens ve ark., 2000).

4.9.3. Ödem

Efüzyon veya sinovitten kaynaklı yumuşak doku ödemi erken ya da geç evrede görülebilir (Kutsal Y.G., 2000).

4.9.4. Deformite ve subluksasyon

Hastalığın patogenezindeki tüm aşamaların sonucunda ileri dönemlerde deformite ve subluksasyon meydana gelir. Ciddi deformitenin göstergesi olarak instabilite bulgusunu görebiliriz. Sıklıkla genu varum deformitesi de görülmektedir (Altman ve ark., 1990).

4.9.5. Kas kuvveti ve fonksiyon kaybı

Diz OA'sı olan hastalarda kuadriseps kas kuvvet kaybının yaygın olduğu bilinmektedir. Diz propriosepsiyonunda bozulma, denge kaybı da klinik bulgulardandır (Göksoy Y., 2002). Bu sorunlar nedeniyle hasta daha önce yürüyebildiği mesafeleri yürüyememeye başlar ve çabuk yorulur. Her geçen gün basamakları inip çıkmada daha fazla zorlanmaya başlar. (Solomon ve ark., 2001).

4.10. Diz Osteoartritinde Tedavi Yaklaşımları

Osteoartrit progresif bir hastalıktır ve bu progresyonu durduracak, geriye döndürebilecek bir tedavi şu an için bulunmamaktadır. Bu yüzden uygulanan tedavilerde ağrı ve eklem tutulmalarının giderilmesi, eklem hasarının ilerlemesini kısıtlamak, kas gücünün korunması ve artırılması, yaşam kalitesinin artırılması, hastaları hastalık ve yönetimi konusunda bilgilendirmek amaçlanmaktadır (Doral ve ark., 2007). Osteoartritli hastalar için çeşitli tedavi seçenekleri mevcuttur. Hastanın klinik durumuna göre yapılacak tedaviye karar verilir (Sarzi-Puttini ve ark., 2005).

4.10.1. Eğitim ve koruyucu önlemler

4.10.1.1. Hasta eğitimi

Hastalıkları hakkında bilgi verilirken hastaların umutsuzluğa kapılmalarına neden olacak tarzda bilgilendirmeden kaçınılması gerekmektedir. Hastalığın ilerlemesinin yavaşlatılabilmesi için alınabilecek önlemler konusunda hastalar eğitilmelidir. Uyumlu, düzenli ve aktif bir tedavi süreci ile yaşam konforunun artırılabilceği, ağrıda azalma, eklem fonksiyonlarında düzelme, uyku kalitesinde artma elde edilebileceği konusunda hastalar bilinçlendirilmelidirler (Tuncer ve ark. 2012).

4.10.1.2. İstirahat

Hasarlı eklemün iş yükünü azaltarak ağrıyı dindirmek amacıyla hastalara dinlenmenin önemi ve yöntemi anlatılır. Hastalar tedavi amacıyla istirahat ederken fiziksel aktivitelerden tamamen uzaklaşmaması gerektiği konusunda uyarılmalıdır. Aktiviteler arasında dinlenerek dizin zorlanması minimize edilmelidir (Güney ve ark., 2016).

4.10.1.3. Risk faktörlerin önlenmesi

Hastalar sorunlu eklemün iş yükünü artıran aktiviteler konusunda bilgilendirilerek olası hasar artışı azaltılabilir. Bu amaçla, uzun süreli çömelmemeleri veya ayakta

kalmamaları, oturdukları yerin yüksekliklerini eklem açısına göre ayarlamaları, merdiven kullanımını olabildiğince azaltmaları, tuvaleti çömelerek değil de oturur pozisyonda yapmaları ve diz üzerine aşırı yük bindiren aktivitelerden uzak durmaları konusunda hastalara önerilerde bulunulur (Tuncer ve ark. 2012).

4.10.1.4. Eklem koruma teknikleri

OA gelişen bir eklem genel anlamda eklem statığını olumsuz etkiler. Bunun nedenleri arasında oluşan deformite sonucunda yük dağılımının bozulması ve ağrı hissini sayabiliriz. Dizde mediolateral instabiliteye neden olan durumlarda varus ve valgus stresini azaltmak hastaya olumlu katkı sağlar. Bu amaçla kollateral destekli dizlikler kullanılabilir. Yine alt ekstemite eklem açılarını düzelterek diz eklemine binen yüklerin dağılımını düzenleyerek belirgin semptomatik düzelme sağlama amacıyla ayak tabanına medial veya lateral topuk kamaları yerleştirilebilir (Birmingham ve ark., 2001). Aşırı eklem yükünü azaltarak ağrıyı dindirebilecek bir diğer önlem ise yürüteç ve baston gibi basit yürüme cihazları kullanmaktır.

4.10.1.5. Diyet

Gonartrozda değiştirilebilir risk faktörleri arasında en sık görülen obezitedir. Hastaların kilo vermelerini sağlayarak yük taşıyan eklemlere binen mekanik stres azaltılabilir. OA hastalarında kilo vermenin yaşam kalitesi ve fonksiyonel kapasitede artışa neden olduğu, ağrıda ise azalmaya neden olduğu birçok araştırmada gösterilmiştir (Christensen ve ark.,2005; Rjeski ve ark., 2002).

4.10.1.6. Çevresel düzenlemeler

Çevresel düzenlemeler OA tedavisinin önemli parçalarından biridir. Burada diz fleksiyon derecesini azaltmaya yönelik önlemler alınmalıdır. Bunu sağlayabilmek için klozet, koltuk ve sandalye yükseklikleri hastanın yaşadığı ya da çalıştığı ortamın koşullarına göre yeniden düzenlenmelidir (Beyazova ve ark., 2000).

4.10.2. Medikal Tedavi

Gonartroz tedavisinde oral, intramuskuler, intraartiküler ve topikal yolla uygulanan farmakolojik tedavi yöntemleri kullanılabilir. Oral yolla hem inflamasyonu hem de ağrıyı azaltmak amacıyla nonsteroid antiinflamatuvar ilaçlar (NSAİİ) ya da sadece ağrıyı azaltmak amacıyla parasetamol, psikotropik ilaçlar, opioid analjezikler kullanılır. Topikal kullanımların etkisi sınırlı olsa da lokal olarak cilt üzerine NSAİİ uygulanabilir (Porcheret ve ark., 2006).

İntraartiküler enjeksiyon ise lokal ve hızlı etkisi, sistemik yan etkilerinin az oluşu, uygulama pratikliği gibi nedenlerle son zamanlarda sıklıkla kullanılan bir yöntemdir. Diz eklem aralığına nonsteroid antiinflamatuvar ilaçlar, kortikosteroid, PRP (Platelet Rich Plasma), hyalüronik asit uygulaması yapılmaktadır. Ancak bu uygulamaların tedavi edici etkinliği ve uzun dönem neticeleri tartışmalıdır (Jüni ve ark., 2015).

4.10.3. Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Uygulamaları

Gonartrozda fizyoterapi uygulamaları ağrı ve kas spazmının azaltılması, eklem hareket açıklığının korunması veya düzeltilmesi, kas kuvvetinin artırılması ve egzersizlerin daha iyi tolere edilebilmesi amaçlarıyla uygulanır (Brandt KD., 2001).

4.10.3.1.Sıcak uygulama

Sıcaklığın fizyolojik etkileri:

Sıcaklığın en önemli etkisi vazodilatasyondur. Vazodilatasyonla dokulara kan akımı artar. Böylelikle besin ve oksijen taşınması, metabolik atıkların uzaklaşmasını sağlar. İnflamatuvar olayların normale dönmesi, dokuların iyileşmesi ve yenilenmesi kolaylaştırılır (Öztürk ve ark., 2004). Van't Hoff kanununa göre ısı artışıyla kimyasal tepkimeler hızlanır, bu sayede metabolizma da hızlanır ve kollajenaz gibi enzimlerin aktiviteleri artar (Weber ve ark., 1996). Sıcaklığın analjezik etkisi bilinmektedir. Çeşitli

mekanizmaların bu konuda etkili olduğu düşünölmektedir. Bunlar şu şekilde özetlenebilir:

- Isı uyaranları, kapı kontrol teorisine göre ağrı hissini kontrol edebilir,
- Sıcakın etkisiyle ağrı eşiğinde yükselme olabilir,
- Isı endojen endorfinleri arttırarak ağrı oluşumunu azaltabilir,
- Sıcakla dokuların viskoelastik özelliklerindeki değişimlere bağlı olarak sinir uçlarındaki mekanik etkenler azaltılarak analjezik etki oluşturulabilir,
- Isının etkisiyle bağ dokularında uzama kapasitesi artar. Yapılan çalışmalar ısı uygulaması ile yapılan germinin uzamayı kalıcı hale getirebileceğini göstermiştir (Öztürk ve ark., 2004; Weber ve ark., 1996).

Bu etkilerin yanında sıcak uygulamanın vücutta genel bir gevşeme, terleme ile deri yoluyla buharlaşmada artma, solunum hızı ve kalp atım hızında artma gibi genel etkileri de mevcuttur.

4.10.3.1.1. Yüzeyel ısıtıcılar

Sıcak paketler (hotpack), sıcak kompresler, parafin banyosu, fluidoterapi, nemli hava, hareketli sıcak su banyoları, infraruj ışınları başlıca yüzeyel ısıtıcılardır.

Hotpack

Klinikte yaygın olarak kullanılan hotpack, içlerinde silikat jeli bulunan kumaş torbalardır. Silikat jeli bol miktarda ısı ve su alarak şişer. Avantajı ucuzdur, kolay kullanılabilir. Kuru sığağa göre tolerasyonu ve penetrasyonu daha iyidir. Uygulamada derinin tolere edebileceği ısı derecesi olan 44°C aşılmalıdır. Uygulama süresi genellikle 20-30 dakikadır (Low ve ark., 2000; Basford ve ark., 1993).

4.10.3.1.2.Derin Isıtıcılar

Derin ısıtıcı ajanlar deri üzerine uygulanan enerjinin dokularda ısı enerjisine dönüşümü ile etki sağlarlar. Derin ısıtıcılar, yüzeysel dokularda minimal; kemik, kas, tendon, bağlar gibi derin dokularda maksimal ısınma oluştururlar. 40°C'nin altında istenilen etki elde edilemezken 45°C üzerinde doku hasarı oluşabilmektedir (Low ve ark., 2000).

Kısa dalga diatermi

10–100 MHz arasında frekansa sahip dalgaların derin dokularda ısı oluşturmak amacıyla kullanılmasıdır (Beyazova ve ark., 2000).

Kısa dalga diatermi uygulaması ile dokularda oluşturulan ısı; uygulama yöntemleri, enerji kaynağının gücü, dokuların elektriksel özellikleri ve ısı içerikleri gibi çeşitli faktörlere bağlıdır. Doz hastanın hafif bir sıcaklık hissettiği noktada ayarlanmalıdır. Tedavi süresi 15-30 dakika arasındadır.

Ultrason

Ultrason (US) çok yüksek frekanslı ses dalgalarıdır. Tedavi amacıyla kullanılan US dalgalarının frekansı 0,5-3,5 MHz arasında olup, doku içinde çeşitli oranlarda absorbe olurlar. Yağ dokusunda absorpsiyon azken, kemik dokusu tarafından en fazla absorbe edilirler. Ultrason ile derin dokular iyi bir şekilde ısıtılabilir. Yapılan çalışmalarda ultrason uygulamasının eklem sıcaklığında belirgin artış sağladığı gösterilmiştir (Low ve ark., 2000; Basford ve ark., 1993).

US'un iki çeşit uygulama şekli vardır.

Devamlı (sürekli) US; kesintisiz yayılan akustik dalgalardır. Termal etkileri artırmak amacıyla kullanılır.

Kesikli (pulsed) US; yalnızca termal olmayan etkiler açığa çıkar ve bu etkisinden yararlanır (Özdinçler ve ark., 2013).

4.10.3.2. Soğuk Uygulama

Klinikte ödem, ağrı ve inflamasyonu azaltmak amacıyla kullanılır. Etkilenen alandaki ağrıyı impuls blokajı ve vazokonstriksiyonla azaltır. Klinikteki uygulamalar; coldpack, spreylar, buz masajı, soğuk su ile doldurulmuş basınç splintleri şeklindedir (Atay MB., 2000).

4.10.3.3. Elektroterapi

Transkutan elektriksel nöral stimülasyon, diadinamik akımlar, düşük şiddetli laser, enterferansiyel akım, faradik akım gibi modaliteler gonartroz tedavisinde kullanılmaktadır.

Fizyoterapide genellikle analjezik ve trofik etkilerinden faydalanmak amacıyla kullanılmaktadır (Low J., 2000). Bu modaliteler içerisindeki nöromusküler elektriksel stimülasyon (NMES) kas kuvvetini arttırma, kas hipotrofisini ve spazmı azaltma ile eklem hareket açıklığını arttırmak amacıyla uygulanmaktadır.

4.10.3.3.1.TENS (Transkutan elektriksel nöral stimülasyon)

Frekansı 1-1,000 Hz olup devamlı yön değiştiren alçak frekanslı akımlardır. Proprioepsiyon duyularını taşıyan lifler TENS ile seçici olarak uyarılır ve bu uyarı substansiya jelatinozda fasilasyon oluşturarak presinaptik bölgede ağrı duyusu ileten liflerin inhibe edilmesini sağlar. TENS'in etkili olduğu bir diğer mekanizma ise endorfin salınımı ile ağrının azaltılmasını sağlamaktır. Periferik kaynaklı ağrılarda santral kaynaklı ağrılardan daha fazla etkilidir.

Konvansiyonel TENS

Yüksek frekanslı TENS akımı türüdür. Frekansı 50-100 Hz. ve akım süresi 100 μ s'n' dir. Bu TENS türünde kas kontraksiyonu görülmez.

Akupunktur benzeri TENS

Frekansı düşük, süre ve şiddeti yüksek olan TENS akımı türüdür. Frekans 1-4 Hz, süre 150-250 μ s'n ve şiddeti de 30-80 mA' dir. Kas kontraksiyonunun elde edildiği TENS çeşitidir.

Burst TENS

Yüksek ve düşük frekanslı akımların sırası ile uygulandığı TENS türüdür.

Modüle TENS

Akımın geçiş süresi veya şiddetinin ya da ikisinin birden sinir uyumunu azaltmak için rastgele verildiği TENS türüdür (Öztürk, 2004).

4.10.3.3.2.Nöromusküler elektriksel stimulasyon (NMES)

Nöromusküler elektrik stimulasyonu, motor sinirleri uyararak kasta kasılma oluşturmayı ve kasılmaları arttırmayı sağlayan motor eşik üzerindeki elektrik stimülasyonudur (Mysiwi ve ark., 2000). İki farklı mekanizma ile etki oluşturur. Birincisi istemsiz kas kasılması sağlayarak oluşan direk kuvvetlenme; ikincisi hastanın istemli kas kasılmasını sağlayarak duyuşal farkındalık ve proprioseptif geri bildirimdeki düzelme ile oluşur. NMES, kas lifleri ve kapiller sistemde değışiklik yaparak kas kuvvetinde artış sağlar. Ağrıyı azaltır, fonksiyonel performansı artırır. İmmobilizasyonun neden olduğu atrofiyi önler (Callaghan ve ark., 2004).

Ağrıyı azaltma mekanizması kapı kontrol teorisine göre açıklanmaktadır. Ağrı duyusunu taşımayan propiosepsiyon duyusunu taşıyan A alfa ve A beta liflerini alçak frekanslı akımlarla uyarak medulla spinaliste presinaptik alanda ağrıyı ileten A delta ve C liflerinin inhibisyonuna neden olur (Mysiwi ve ark., 2000, Çidem, 2015). Elektrik akımı vazomotor etki ile doku kanlanmasını, membran permeabilitesini artırır. Hücre metabolizması ve doku rejenerasyonu hızı artar. Böylece ağrı oluşturan patolojik süreç ortadan kalkar. Periartriküler ağrı uyarısı motor nöron uyarılabilirliğini azaltarak hamstring ve kuadriceps kaslarının fonksiyonunda inhibisyon oluşturur. Elektrik stimülasyonu ile duyuşal girdilerin medulla spinalise geçişi engellenerek motor nöron uyarılabilirliği artırılabilir (Çidem, 2015).

En etkili protokol açısından fikir birliğı yoktur. Protokoller, amplitüd, şiddet, frekans yönünden farklılık gösterir. Literatür çalışmalarında uygulanan NMES protokollerinde, haftada 3 ya da 4 kez 3-12 hafta boyunca uygulanan, 20-60 dakika boyunca tekrarlayan farklı pulse ve dalgalarla 50-85 hz frekanslı maksimal istemli izometrik kontraksiyonun %30-50 şiddetinde kas kontraksiyonları kullanılmıştır (Gaines ve ark., 2004). NMES normal kasın kuvvetlendirilmesinde, kas atrofisinin önlenmesinde, spastisitenin azaltılmasında, derin ven trombozunun önlenmesinde, ağrının azaltılmasında, kırık iyileşmesinde kullanılmaktadır (Çidem, 2015).

4.10.4.Egzersiz

Egzersiz ile eklem hareket açıklığı, kas kuvveti, propiosepsiyon, denge ve reaksiyon süresinde düzelme sağlanarak yaşam kalitesi ve fiziksel fonksiyonu arttırmak amaçlanır. Egzersiz programı hazırlanırken yaş, eklem hareket açıklığı, ağrı, inflamasyon varlığı, kas gücü kaybı, eşlik eden sistemik problemler göz önünde bulundurulmalıdır (French ve ark., 2017).

Egzersiz programında öncelikle kas gerginliğini azaltmak, kontraktürleri önlemek ve eklem hareket açıklığını arttırmak için germe egzersizleri önerilmektedir. Ağrının azaltılması ve esnekliğin artırılması amacıyla egzersiz öncesinde sıcak modalitelerin uygulanması ve egzersizin ağrı sınırı içinde yapılması önem arz etmektedir (Gelecek, 2014).

Erken dönemde kuadriseps femoris kas gücünün kazanılması için izometrik egzersizler önemlidir (French ve ark., 2017). Ayrıca izometrik egzersizlerin kıkırdak ve eklem sağlığı açısından gerekli olduğu gösterilmiştir (Segal, 2011). Eklemde daha az yüklenmeye neden olduğundan izometrik egzersizler genellikle akut dönemdeki gonartrozlu hastalarda tercih edilmektedir (Gelecek, 2014). İnflamasyonun azalmasıyla birlikte dinamik kuvvetlendirme egzersizlerine geçilir. Ağrılı dönemde eklemde daha az yük bindirmesi açısından kapalı kinetik zincir egzersizleri, ağrı azaldığında ise ağırlıklar ve esnek bantlarla açık kinetik zincir egzersizleri önerilir (Gelecek, 2014).

Gonartrozlu hastalarda nörolojik defisitler de görülebilir. Yapılan çalışmalarda propriosepsiyon testlerindeki düşük skorların fonksiyonel testlerdeki düşük skorlarla bağlantılı olduğu görülmüştür. Bu nedenle propriosepsiyon ve dengeyi geliştirmeye yönelik egzersizler önemlidir (Hurley, 2003).

Aerobik egzersizler, ağrının azaltılması ve fonksiyonel kapasitenin artırılmasındaki etkilerinden dolayı tedavi programına eklenir. Gonartrozda ağrı ve eklem hareket açıklığındaki kayıplara bağlı olarak aerobik kapasite azalmaktadır. Aerobik kapasiteyi arttırmak için yürüyüş, güvenli ve etkili bir egzersizdir (Gelecek, 2014). Aerobik egzersizler kas kuvveti ve kardiovasküler performansta artış, egzersiz dayanıklılığı ve kilo kaybı sağlar. Kişinin günlük yaşamı ile ilgili yapılacak değişiklikler, öneriler önemlidir. Obezite en önemli risk faktörlerinden biridir. Bu sebeple kilo kaybı hastalığın progresyonunun yavaşlatılmasında önemli bir rol oynamaktadır.(Messier, 2005).

Gonartrozda fonksiyonel aktiviteler sırasında ağrı ve dizabilite en önemli semptomlardır. Hastaların fonksiyonel yetersizlik sebebiyle inaktiviteye yönelmeleri hastalık sürecinde bir kısır döngü oluşturmaktadır. Bu nedenle gonartroz tedavi programlarında merdiven inme-çıkma, sandalyeye oturup kalkma gibi fonksiyonel egzersizlere de yer verilmelidir (Zhang ve ark., 2007).

Diğer hastalarda olduğu gibi OA' lı hastalarda da egzersiz bireye özgü olmalıdır. Egzersiz seçimi yapılırken; hastanın yaşı, kronik hastalıkları ve osteoartrit evresi göz önünde bulundurulmalıdır. Egzersizler hastanın tek başına yapabileceği şekilde anlatılmalı, ilk olarak gözetimli uygulanmalıdır ve hasta egzersizleri doğru yapmaya başladıktan sonra ev egzersiz programı şeklinde verilmelidir (Tuncer ve ark., 2012).

4.10.5. Cerrahi Tedavi

Konservatif tedaviye rağmen belirgin semptomları olan, fonksiyonel limitasyona bağlı olarak yaşam kalitesi ileri derecede etkilenen hastalarda, kontraktür ve instabilite varlığında cerrahi tedavi uygulanabilir. Günümüzde en yaygın kullanılan yöntem total diz artroplastisidir. İleri evre osteoartriti olan ve konservatif tedavi yöntemlerinden fayda görmeyen hastalarda endikedir (Brotzman ve ark., 2011). Açık ve artroskopik eklem debridmanı, suprakondiler veya yüksek tibial osteomi ve artrodez, sinoviyektomi, TDA dışındaki cerrahi tedavi seçenekleridir (Scuderi, 2006).

4.10.5.1. Total Diz Artroplastisi

Artroplastik, bir eklemden ağrıyı dindirmek, stabilizasyonu ve hareket açıklığını arttırmak amacıyla eklemde yapay bir eklemle yeniden yapılandırılması işlemidir. TDA başarılı ve yaygın olarak gerçekleştirilen ortopedik cerrahi işlemlerdendir (Burke, 2001).

4.10.5.1.1. Total Diz Artroplastisi Endikasyonları

İleri derece kıkırdak ve kemik kaybı, sekonder osteofit ve skleroz oluşumu ile ilerleyen ve konservatif tedaviye cevap alınamamış primer gonartroz, diz protezinin en sık karşılaşılan endikasyonudur. Ayrıca diz ekleminde sekonder yaygın artroza neden olan posttravmatik kırıklar, ankilozan spondilit, romatoid artrit gibi romatizmal hastalıklar, bazı sistemik ve konjenital hastalıklar, aseptik kemik nekrozu, gelişimsel genu varum gibi gelişim bozuklukları ve postenfeksiyöz artritler de endikasyonlar arasındadır (Carr ve ark., 2012).

4.10.5.1.2. Total Diz Artroplastisi Kontraendikasyonları

Temel kontraendikasyonlar arasında aktif sepsis, ekstansör mekanizma yetersizliği, ciddi periferik vasküler hastalık, ciddi medikal komorbidite sayılabilir. Ayrıca, tekrarlayan idrar yolları enfeksiyonu, yapılan operasyonu ve uygulanacak rehabilitasyon sürecini kavrayamayacak kadar kooperasyon eksikliği, hastanın anestezi almasındaki engeller ve yara iyileşmesi sorunları gibi durumlarda TDA'den kaçınılır (Ulusoy, 2010).

4.10.5.1.3. Total Diz Artroplastisi Komplikasyonları

Operasyon sonrası enfeksiyon, ekstansör mekanizma problemleri, patellar komponent gevşemesi, pulmoner embolizm, periprostetik kırıklar, vasküler yaralanmalar, derin ven trombozu, heterotopik ossifikasyon, hematoma ve cilt sorunlarını içermektedir (Ulusoy, 2010).

4.10.5.1.4. Total Diz Protezi Sınıflandırılması

Hastadaki patolojiye ve cerrahın tercihinine göre protez tipi değişmektedir.

1- Dizin değiştirilebilen bölgesine göre;

- a- Unikompartmantal
- b- Bikompartmantal
- c- Trikompartmantal

2- Kısıtlama derecesine göre;

- a- Kısıtlamasız (Unconstrained)
- b- Yarı kısıtlamalı (Semiconstrained)
- c- Tam kısıtlamalı (Fully constrained)
- d- Çapraz bağı korunan

e- Çapraz bağı korunmayan

3- Fiksasyon tipine göre;

a- Çimentolu

b- Çimentosuz

c- Press-fit

d- Hibrid (Yılmaz, 2006)

Unikompartmental Diz Protezleri:

Femur ve tibianın sadece medial veya lateral kompartmanın karşılıklı gelen yüzlerinin değiştirilmesi amacıyla uygulanır. Patellofemoral eklemi ve çapraz bağları koruması avantajlarıdır. Kısıtlayıcı olmayan tip protezlerdir. İlk yıllarda sıklıkla tercih edilen unikompartmental diz protezleri, kötü sonuçlar sebebiyle sonraki dönemlerde kullanılmamıştır. Cerrahi teknik ve implant dizaynındaki gelişmelerle unikompartmental diz artroplastisi tekrar gündeme gelmiştir (Guyton, 1998). Ancak bu tip protezler ileri derecede deformiteli ve fleksiyon kontraktürü olan kişilerde uygulanmamalıdır (Enercan, 2004).

Bikompartmental Diz Protezleri

Medial ve lateral kompartmanlar değiştirilirken patellofemoral eklem değiştirilmez. Mekanik yetmezlik gelişmesi nedeniyle bu protezler yaygın olarak kullanılmamıştır (Guyton, 1998; Insall, 2001).

Trikompartmental Diz Protezleri

Günümüzde kullanılan protez türüdür. Patellofemoral eklem dahil olmak üzere dizin tüm bölümleri değiştirilmektedir. Trikompartmental diz protezleri sağladığı mekanik desteğe göre üçe ayrılır (Guyton, 1998; Insall, 2001).

Kısıtlayıcı (constrained) protezler: Dizin fleksiyon ve ekstansiyonuna izin verip, abduksiyon-adduksiyon ve rotasyonunu önler veya kısıtlar. Bu grup protezler aşırı kemik kaybı veya bağ laksitesi olan instabil dizlerde, genellikle revizyon cerrahisinde kullanılır. Gerçek menteşeli, rotasyona izin veren menteşeli ve menteşesiz tipleri mevcuttur. Gerçek menteşeli tasarımlar transvers planda rotasyon hareketlerini tamamen engeller. Rotasyona izin veren menteşeli protezler yarı kısıtlayıcı protezlerle düzeltilemeyecek durumdaki ağır deformiteli ve instabil dizlerde tercih edilir (Guyton, 1998; Insall, 2001).

Yarı kısıtlayıcı (semiconstrained) protezler: Günümüzde kullanılan çoğu protez bu gruptadır. Uygun protez seçimi ile ciddi deformiteler düzeltilebilir, stabil bir eklem ve anatomik bütünlük sağlanabilir. Bu grup kendi içinde arka çarpaz bağı koruyan, kesen ve fonksiyonunu yerine koyan olmak üzere üçe ayrılır (Guyton, 1998) .

Arka çarpaz bağı korunduğu protezler yarı kısıtlayıcı protezler içinde en az sınırlayıcı olanlardır. Arka çarpaz bağı kesildiği ve fonksiyonun yerine konduğu posterior stabilizer tasarımlar ise en fazla sınırlayıcı olanlardır.

Kısıtlayıcı olmayan (unconstrained) protezler: Hareket eksenlerinden bir veya birkaçını az miktarda kısıtlamaktadır. Stabileden sorumlu bağların bütünlüğü önemlidir. Normal diz kinematiğine benzer ve aktif rotasyona izin verir (Insall, 2001).

Komponentlerin İskelet Yapıya Fiksasyonu

Komponentlerin kemiğe fiksasyonu kompleks bir durumdur ancak direkt baskı yapan çimentolama tekniği veya fibroosseöz fiksasyon yapabilen implantların kullanımı başarılı olmaktadır (Birch, 2003). Komponentlerin iskelet yapıya fiksasyonu çimentolu, hibrid ve çimentosuz olmak üzere 3 şekilde yapılmaktadır:

-Çimentolu fiksasyon: Protezin kemikle fiksasyonu kemik çimentosuyla yapılmaktadır.

-Hibrid fiksasyon: Komponentlerden biri çimentosuz, diğeri çimentolu olacak şekilde iskelet yapıya fiske edilmektedir.

-Çimentosuz fiksasyon: Komponentlerin iskelet yapıya fiksasyonu biyolojik olarak sağlanmaktadır. Bu protezlerde amaç protezin yüzeyindeki boşluklara kemiğin büyüyerek protezi tutması ve biyolojik bir tutunmanın sağlanmasıdır.

4.10.5.2. Total Diz Artroplastisi Rehabilitasyonu

TDA operasyonundan sonra, eklem hareketliliğini ve kas kuvvetini arttırmak, erken dönemde mobilizasyonu sağlamak amacıyla rehabilitasyon çok önemlidir. Bu nedenle rehabilitasyon programına preoperatif dönemde başlanması önerilmektedir (Munin ve ark., 1998). TDA rehabilitasyonu hastane içi ve hastane dışı olmak üzere iki başlık altında ele alınmaktadır. Hastane içi rehabilitasyonun ana hedefleri; ağrı ve ödemin azaltılması, kas gücü ve enduransının, eklem hareket açıklığının, fonksiyonelliğin, günlük yaşam aktivitelerinde fiziksel ve emosyonel bağımsızlığın artırılması, komplikasyonları önlemek, pulmoner fonksiyonların devam ettirilmesi, dislokasyon riskine karşı hastayı bilgilendirmek, yardımcı cihaz kullanımı ve masrafların azaltılmasıdır (Ganz, 2001).

Hastane dışı rehabilitasyonun hedefleri ise; eklem hareket açıklığını, kas kuvvetini, kassal ve kardiyovasküler enduransı, denge ve propriosepsiyonu, günlük yaşam aktivitelerinde bağımsızlığı arttırmaktır (Bizzini ve ark., 2003).

4.10.5.2.1.Egzersiz

TDA sonrası kuadriseps kuvvet kaybı, EHA'da azalma ve fiziksel fonksiyonun azalmasına bağlı olarak fonksiyonel yetersizlikler görülmektedir. TDA rehabilitasyonunda egzersiz önemli bir yere sahiptir (Kikuchi ve ark., 2009).

Önerilen egzersiz türleri:

EHA egzersizleri

Germe egzersizleri

Kuvvetlendirme egzersizleri

Denge egzersizleri

Fonksiyonel egzersizler (merdiven inip-çıkma, sandalyeden oturup-kalkma vb.).

4.10.5.2.2.Fiziksel Modaliteler ve Elektroterapi

TDA sonrası uygulan fiziksel modaliteler ağrı, ödem, azalmış EHA, atrofi ve yara iyileşmesini hızlandırma amacıyla kullanılabilir (Thomas ve ark., 2005; Vas ve ark., 2004). Fiziksel modaliteler arasında kliniklerde en çok kullanılan transkutanöz elektrik stimülasyonu (TENS), ağrı kontrolünü sağlama amacıyla medikal tedaviye destek olarak uygulanabilir (Tillu ve ark., 2002). EMG biofeedback kullanımı ile erken dönemde kas aktivasyonu sağlanabilir veya kas kuvveti geliştirilebilir (Spiro, 1979).

TDA rehabilitasyonunda nöromüsküler elektriksel stimülasyon (NMES), TENS ve elektroakupunkturun (EA) karşılaştırmalı etkinliği araştırdığı derlemede, geleneksel tedavi protokolüne ek olarak uygulanan NMES ve TENS'in herhangi bir komplikasyona yol açmadan rehabilitasyonda etkili olabileceğini bildirmişlerdir. TENS ve EA'nın analjezik etkisi olduğu, NMES'in ise kuadriseps femoris kuvvetlendirmede kullanılabileceği gösterilmiştir. Volpato ve ark.'nın NMES'in TDA rehabilitasyonunda etkinliğini inceledikleri ve 4 çalışmayı dahil ettikleri sistematik derlemede, NMES'in geleneksel tedaviye göre fonksiyon, kas kuvveti ve EHA'yı geliştirmede daha az etkili olduğu bulunmuştur.

Soğuk uygulamanın egzersize bağlı lokal ağrıyı azalttığı ve bu sayede normal eklem hareket açıklığının daha hızlı kazanıldığı yapılan çalışmalarla gösterilmiştir (Goldring, 2010).

4.10.5.2.3. Sürekli Pasif Hareket Cihazı (CPM)

Dize devamlı fleksiyon-ekstansiyon yaptıran, açısı ve hızı ayarlanabilen bir cihazdır (Saladin, 2005; Hamilton, 2002).

CPM'nin temel olarak diz EHA'sını arttırdığı (Musial, 2008; Khan, 2013) eklem hareket sertliğini en aza indirdiği görülmüştür. (Wang ve ark., 2018). Bununla birlikte, bazı çalışmalarda CPM'nin ağrıyı, hastanede kalış süresini (Hamilton, 2002) ve anestezi altında manipülasyon ihtiyacını azalttığı belirtilmiştir (Saladin, 2005).

CPM'nin daha erken dönemde daha fazla diz eklem hareketi kazandırdığı (Petterson, 1987), postoperatif venöz akışı düzenlediği, yara iyileşmesini hızlandırdığı (Lynch ve ark., 1984), ekstremitte immobilizasyonunun olumsuz etkilerini önlediği (Richardson ve ark., 1985) şeklindedir. Ancak literatürde, CPM'nin kullanım süresi ve diz fleksiyon açısındaki ilerlemeyi içeren optimal protokoller konusunda fikir birliği yoktur.

5.GEREÇ VE YÖNTEM

Çalışma öncesinde Marmara Üniversitesi Tıp Fakültesi Tıbbi Etik Kurul onayı (etik kurul protokol no: 09.2019.154) alındı (Ek-1).

Çalışmaya alınan kişilere ‘Hasta Bilgilendirme Formu’ (Ek-2) ile yazılı ve sözlü bilgilendirme yapıldı. Katılmak isteyen kişilere ‘Gönüllü Onay Formu’ düzenlendi ve imzalatıldı (Ek-3).

5.1. Güç Analizi

Örneklem büyüklüğü için WOMAC toplam skorunun belirleyici olması nedeni ile literatür tarandı. Cerrahi öncesi skorun 48.4 ± 14.9 olduğu 2. ayda bu skorun 26 ± 13.8 ’e gerilediği gösterilmiştir (Giesinger ve ark., 2014). Bu veriler baz alınarak yapılan güç analizine göre α hata 0.05, β hata 0.20 (güç: 0.80) olarak varsayıldığında gerekli minimum örneklem büyüklüğü her gruba 8 hasta olarak bulundu. Bununla birlikte çalışmamızda her gruba 15 hasta alınarak, belirlenen yöntemler uygulandı.

Şekil 1. Güç Analizi



5.2. Çalışmaya Alınma Kriterleri

Osteoartrit nedeni ile Marmara Üniversitesi Tıp Fakültesi Ortopedi Anabilim Dalı tarafından artroplasti yapılması.

5.3. Çalışmadan Çıkarılma Kriterleri

NMES uygulamasına kontrendikasyon olabilecek kalp pili varlığı, mental hastalık, duyu kusuru olan ve cerrahi sonrası komplikasyon (enfeksiyon, sinir hasarı, derin ven trombozu) gelişen hastalar çalışma dışında tutulmuştur.

5.4. Yöntem

Marmara Üniversitesi Tıp Fakültesi Ortopedi Anabilim Dalı tarafından opere edilerek Marmara Üniversitesi Tıp Fakültesi Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon Anabilim Dalı, Ortopedik Rehabilitasyon ünitesine yönlendirilen hastalar ilk değerlendirmeleri yapıldıktan sonra kapalı zarf yöntemi ile iki gruba ayrılmıştır.

Çalışma grubuna total diz artroplastisi sonrası erken dönem fizyoterapi ve rehabilitasyon kapsamında yapılan uygulamalar aşağıdaki gibidir:

1-Sürekli pasif hareket (CPM): Postoperatif ikinci günde başlanıp, hastanın toleransına göre her seansta 5-10 derece artırılarak devam edilmiştir. Uygulama 30 dakika sürüp, haftada üç kez uygulanmıştır.

2-Egzersiz programı: Fizyoterapist gözetiminde, ayak bileği dorsifleksiyon-plantar fleksiyon, kuadriseps kası için izometrik ve düz bacak kaldırma egzersizleri, aktif diz fleksiyon-ekstansiyonu ve germe egzersizleri 10'ar tekrar, her seans uygulanmıştır. Ayrıca ev programı olarak aynı egzersizlerin günde 3 kez, 10'ar tekrar yapılması önerilmiştir.

3-Nöromusküler Elektriksel Stimülasyon (NMES): Kliniğimizde kullanılan cihaz Cefar Compex markasının, Theta 500 modelidir. Bu cihaz ile akım şiddeti 0-120mA, frekansı 1-150 hertz ve pulse 300-400µs'lik NMES uygulamasına post operatif 2.gün başlanıp, haftada 3 gün, 20 dk uygulanmıştır.

4-Soğuk uygulama: Soğuk uygulama tedavi sonunda 10-15 dk yapılmıştır.

Kontrol grubuna ait hastalarda ise NMES haricindeki diğer tüm tedavi yaklaşımları aynı kalacak şekilde rehabilitasyon programı uygulanmıştır. Çalışmada standart olarak her hasta haftada üç gün olmak üzere toplam 10 seans tedavi almıştır. Tedavisi sonlanan tüm hastalara egzersizlerine evde devam etmesi önerilmiştir. Hastaların ağrı, eklem hareket açıklığı, kas kuvveti ve genel sağlık durumu değerlendirmeleri 1.seans öncesi, 10.seans sonrası ve post operatif üçüncü ayda yapılmıştır.

5.5. Çalışmada Kullanılan Değerlendirme Parametreleri

5.5.1 Hasta değerlendirme formu

Katılımcıların adı, soyadı, yaşı, boyu, vücut ağırlığı, vücut kitle endeksi (VKİ), eğitim durumu ve ek hastalıkları sorgulanarak not edildi (Ek-4).

5.5.2. Ağrı değerlendirmesi

Visüel Analog Skalası (VAS) ile yapıldı. 0-10 arasında çizilmiş yatay bir doğru üzerinde hastadan ağrısının şiddetini işaretlemesi istendi. Hiç ağrı olmamasını 0 ve hayatı boyunca karşılaştığı en şiddetli ağrı 10'u ifade edecek şekilde derecelendirmeleri belirtildi.

5.5.3. Eklem hareket açıklığı değerlendirmesi

Diz fleksiyon ve ekstansiyon derecesi gonyometrik ölçüm ile pasif olarak yapıldı.

5.5.4. Kas kuvveti değerlendirmesi

Diz fleksiyon ve ekstansiyon kas kuvveti manuel kas testi ile ölçüldü.

5.5.5. Western Ontario and McMaster Universities Osteoarthritis Index (WOMAC)

Dizin fonksiyonel açıdan değerlendirilmesi amacıyla kullanıldı. WOMAC indeksinde ağrı 5, tutukluk 2, fonksiyonel düzey 17 soru ile değerlendirilir. Yüksek WOMAC değerleri ağrı ve sertlikte artışı, fiziksel fonksiyonda bozulmayı gösterir. Yapılan çalışmalarda WOMAC'ın kalça ve diz OA'lı hastaların değerlendirilmesi için tasarlanmış, güvenilir ve geçerli bir ölçüm olduğu bildirilmiştir (Ek-5).

5.5.6. Short Form-36 (SF-36)

Yaşam Kalitesi Ölçeği Kısa Form 36 (SF-36) kendini değerlendirme ölçeğidir; 36 maddeden oluşur. Bunlar sekiz boyutun ölçümünü sağlamaktadır. Bunlar; fiziksel fonksiyon, sosyal fonksiyon, fiziksel sorunlara bağlı rol kısıtlılıkları, emosyonel sorunlara bağlı rol kısıtlılıkları, mental sağlık, enerji/canlılık, ağrı ve sağlığın genel algılanmasıdır. Alt ölçekler sağlığı 0-100 puan arasında değerlendirmektedir; 0 puan kötü sağlık durumunu gösterirken, 100 puan iyi sağlık durumuna işaret etmektedir. (Ek-6)

5.6. İstatistiksel Analiz

Hastalara ait verilerin istatistiksel değerlendirilmesinde “SPSS 20.0 istatistik paket” programı kullanıldı. İstatistik önemlilik düzeyi olarak $p < 0,05$ anlamlı olarak kabul edildi. Yaş, boy, vücut ağırlığı, VKİ değerlerinin gruplar arası karşılaştırılması ‘ANOVA’, üçlü karşılaştırmalar ‘General Linear Model’, ikili karşılaştırmalar ‘Ki kare’ testiyle yapıldı.



6.BULGULAR

Çalışmamıza osteoartrit nedeniyle total diz artroplastisi yapılmış 30 hasta alındı. Randomize olarak iki gruba ayrılan hastalara postoperatif erken dönem, 10.seans sonrası ve 3.ay olmak üzere toplam 3 değerlendirme yapıldı.

6.1. Demografik ve klinik özellikler

Tablo 1: Gruplara göre boy, kilo ve VKİ (vücut kitle indeksi) ortalamaları

	Çalışma grubu	Kontrol grubu
Boy (cm) (ort ± SD)	159,93±6,35	159,93±6,25
Kilo (kg) (ort ± SD)	82,00±16,59	84,53±13,95
Vki (kg/m²) (ort ± SD)	31,88±5,15	33,02±5,05

Çalışmada hastaların boy, kilo ve dolasıyla vki açısından dengeli dağıldıkları görüldü (Tablo 1).

Tablo 2. Katılımcıların Yaş Ortalamaları

	Çalışma grubu	Kontrol grubu
Yaş (yıl) (ort ± SD)	66,20±6,794	63,66±10,26

Katılımcıların yaş ortalamalarının birbirine yakın olduğu görüldü (Tablo 2).

Tablo 3. Katılımcıların Demografik Bilgileri

		Çalışma grubu	Kontrol grubu
Eğitim Durumu	Okuma Yazma Yok	1	1
		6,7%	6,7%
	İlkokul	11	12
		73,3%	80,0%
	Ortaokul	1	1
		6,7%	6,7%
	Lise	2	0
		13,3%	0,0%
Cinsiyet	Kadın	0	1
		0,0%	6,7%
	Erkek	13	12
		86,7%	80,0%
		2	3
		13,3%	20,0%

Tablo 3’te katılımcıların demografik bilgilerine yer verildi. Sonuçlar incelendiğinde eğitim düzeyi ve cinsiyetlerin gruplar arası dağılımının dengeli olduğu görüldü.

6.2. Diz eklem hareket açıklıklarının değerlendirilmesi

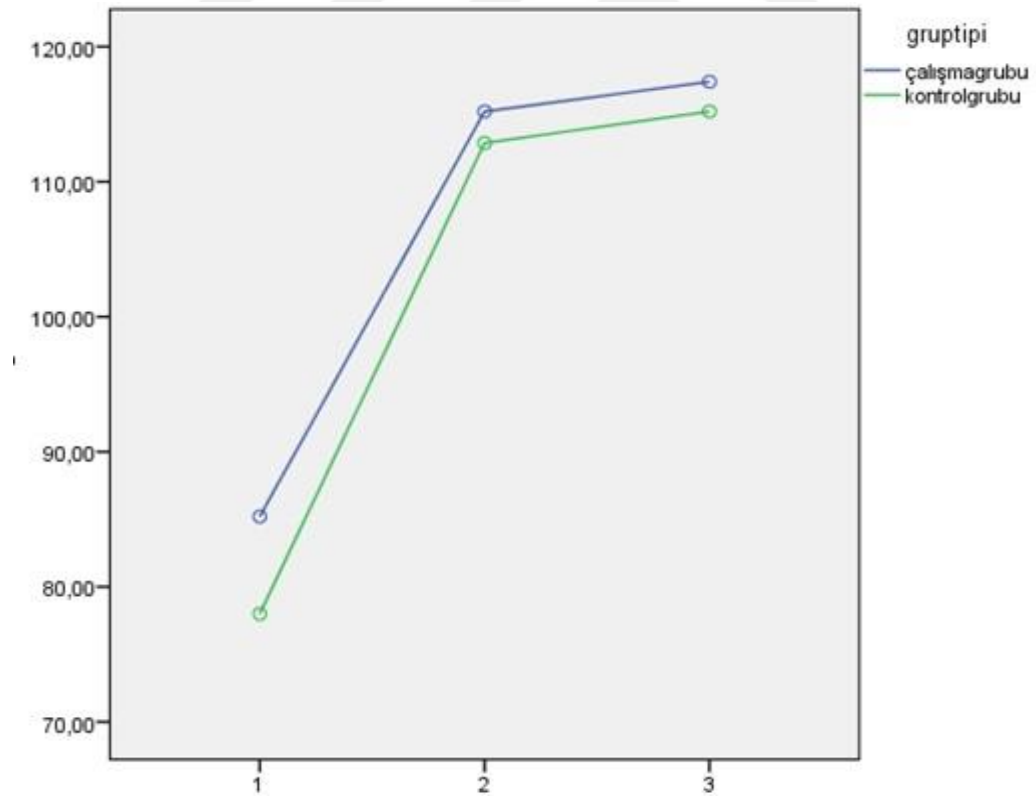
Grupların diz fleksiyon açısı parametresinde değişim gruplarda 1. ve 2. ölçüm arasında anlamlı iken ($p<0.05$), 2. ve 3. ölçümler arasında anlamlı olmadığı görüldü ($p>0.05$). Zaman içinde değişim gruplar arasında değerlendirildiğinde ise değişimin benzer olduğu görüldü ($p>0.05$) (Tablo 4) (Şekil 2).

Tablo 4. Grup içi ve gruplar arası diz fleksiyon açısının kıyaslanması

		Grup 1 (n=15)	Grup 2 (n=15)
		Ort±SD	Ort±SD
Postop erken dönem ¹		85.2±5.9	78±9.6
10.seans sonrası ²		115.2± 8.3	112.8± 11.4
3.ay sonrası ³		117.4±2.8	115.2±7.5
(Tekrarlayan ölçümlerde varyans analizi)		F	p değeri
Zaman	1-2	243.97	p<0.001
	2-3	3.74	0.063
Zaman*grup	1-2	1.37	0.251
	2-3	0.003	0.955

Grup 1: Çalışma grubu

Grup 2: Kontrol grubu



Şekil 2. Grupların diz fleksiyon açısı değişim grafiği

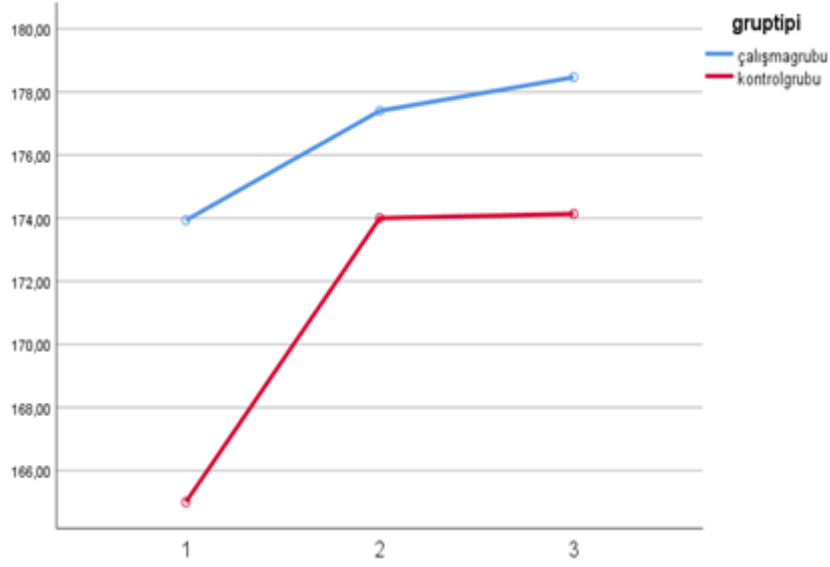
Diz ekstansiyon açısı parametresinde zaman içerisinde gruplarda 1. ve 2. ölçümlerde anlamlı değişim olduğu saptandı. Zaman içerisinde gruplar arasında farklılık olup olmadığı incelendiğinde gruplar arası farklılık olduğu görüldü. Bu farklılığın hangi zaman dilimindeki ölçümden kaynaklandığı analiz edildiğinde 1. ve 2. ölçümler arasında çalışma grubu lehine bir farklılık olduğu, 2. ve 3. ölçümler arasında ise farklılığın olmadığı ($p>0.05$) görüldü (Tablo 5) (Şekil 3).

Tablo 5. Grup içi ve gruplar arası diz ekstansiyon açısının kıyaslanması

		Grup 1 (n=15)	Grup 2 (n=15)
		Ort±SD	Ort±SD
Postop erken dönem ¹		173.9 ±4.6	165±5.52
10.seans sonrası ²		177.4±2.8	174±4.3
3.ay sonrası ³		178.5±1.8	174.1±3.9
(Tekrarlayan ölçümlerde varyans analizi)		F	p değeri
Zaman	1-2	78.886	p<0.001
	2-3	1.435	0.241
Zaman*grup	1-2	15.541	p<0.001
	2-3	0.868	0.359

Grup 1: Çalışma grubu

Grup 2: Kontrol grubu



Şekil 3. Grupların diz ekstansiyon açısı değişim grafiği

6.3. Yaşam kalitesinin değerlendirilmesi

Fiziksel rol değişimi hariç tüm SF-36 altgruplarında değişim grup içinde her iki ölçümde de anlamlı ($p < 0.05$) iken, gruplar arasında farklılık görülmedi ($p > 0.05$). Fiziksel rol değişimi ise 2. ve 3. ölçüm arasında grup içinde anlamlı iken, gruplar arasında farklılık olmadığı görüldü ($p > 0.05$) (Tablo 6-13) (Şekil 4-11).

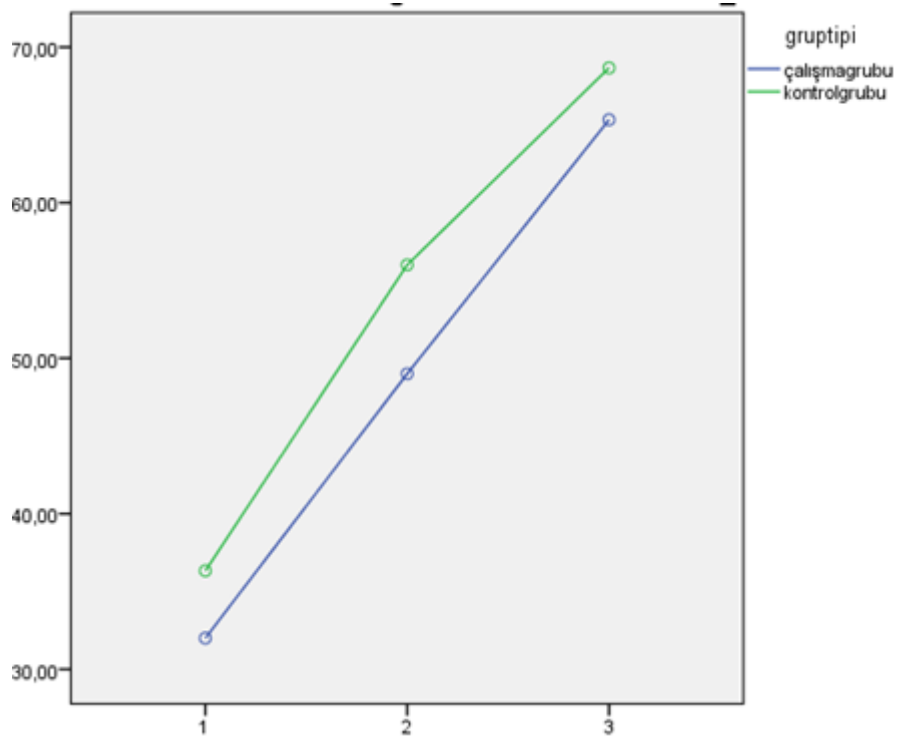
WOMAC altgrup ve total değerlerine baktığımızda her iki grubun da zaman içinde değişimi anlamlı bulundu. Zaman ile değişim gruplar ile değerlendirildiğinde ise değişimin benzer olduğu gözlemlendi ($p > 0.05$) (Tablo 14-17) (Şekil 12-15).

Tablo 6. Grup içi ve gruplar arası SF-36 enerji alt grubunun kıyaslanması

		Grup 1 (n=15)	Grup 2 (n=15)
		Ort±SD	Ort±SD
Postop erken dönem ¹		32 ±21.5	36.3±20.5
10.seans sonrası ²		49±14	56±21.3
3.ay sonrası ³		65.3±8.3	68.6±13
(Tekrarlayan ölçümlerde varyans analizi)		F	p değeri
Zaman	1-2	21.613	p<0.001
	2-3	60.552	p<0.001
Zaman*grup	1-2	0.114	0.738
	2-3	0.968	0.334

Grup 1: Çalışma grubu

Grup 2: Kontrol grubu



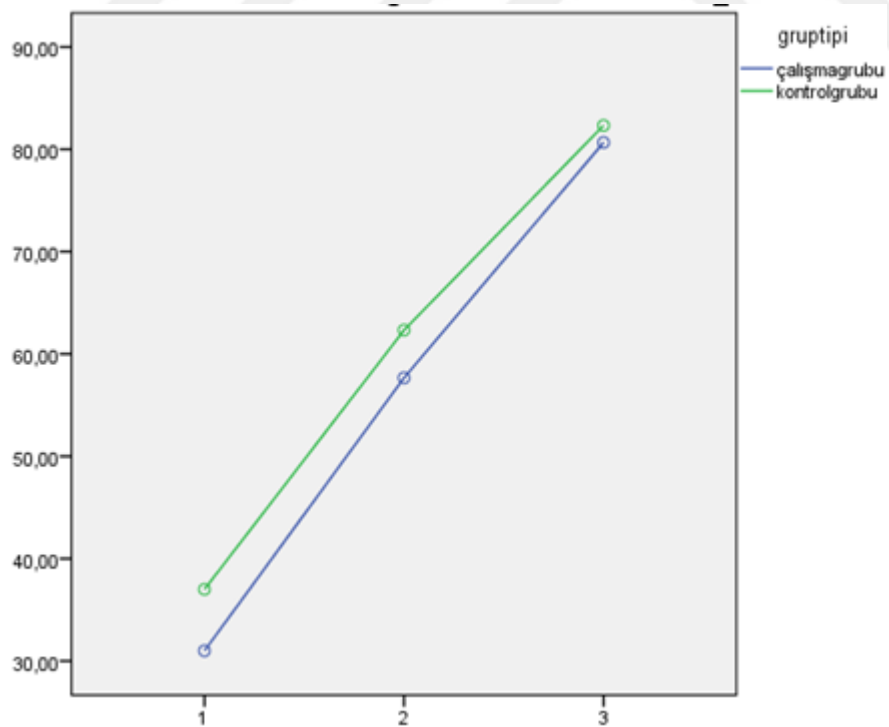
Şekil 4. Grupların SF-36 enerji alt grubunun değişim grafiği

Tablo 7. Grup içi ve gruplar arası SF-36 fiziksel fonksiyon alt grubunun kıyaslanması

		Grup 1 (n=15)	Grup 2 (n=15)
		Ort±SD	Ort±SD
Postop erken dönem ¹		31±18,2	37±16,4
10.seans sonrası ²		57,6±17,2	62,3±21,1
3.ay sonrası ³		80,6±9	82,3±8,4
(Tekrarlayan ölçümlerde varyans analizi)		F	p değeri
Zaman	1-2	59,731	p<0,001
	2-3	68,241	p<0,001
Zaman*grup	1-2	0,039	0.844
	2-3	0,968	0,569

Grup 1: Çalışma grubu

Grup 2: Kontrol grubu



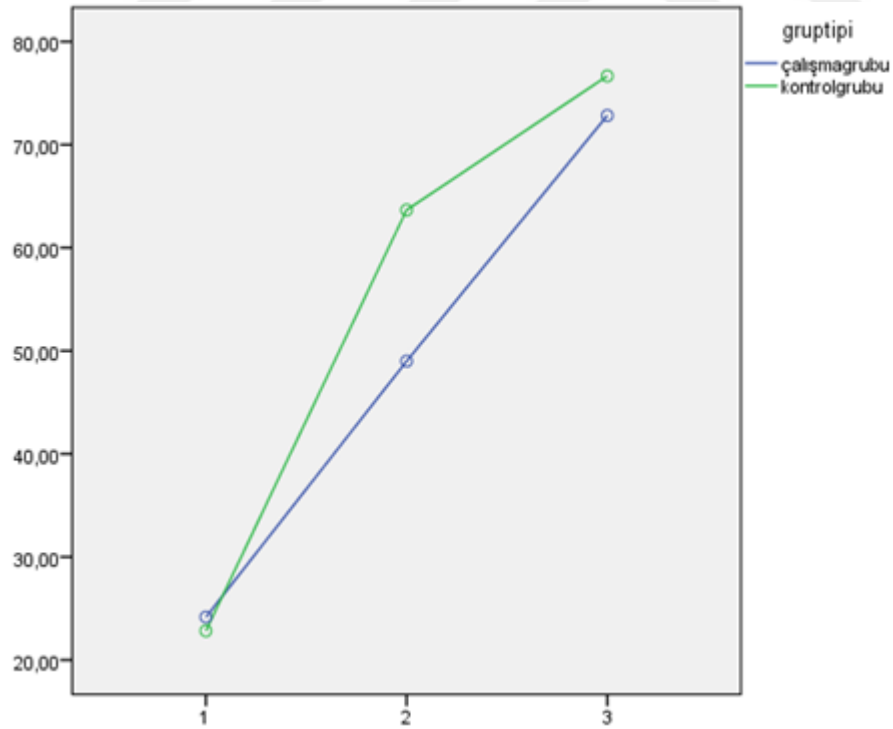
Şekil 5. Grupların SF-36 fiziksel fonksiyon alt grubunun değişim grafiği

Tablo 8. Grup içi ve gruplar arası SF-36 ağrı altgrubunun kıyaslanması

		Grup 1 (n=15)	Grup 2 (n=15)
		Ort±SD	Ort±SD
Postop erken dönem ¹		24,1±20,7	22,8±13
10.seans sonrası ²		49±23	63,6±27
3.ay sonrası ³		72,8±11	76,6±16,6
(Tekrarlayan ölçümlerde varyans analizi)		F	p değeri
Zaman	1-2	46,434	p<0,001
	2-3	33,965	p<0,001
Zaman*grup	1-2	2,757	0,108
	2-3	2,938	0,098

Grup 1: Çalışma grubu

Grup 2: Kontrol grubu

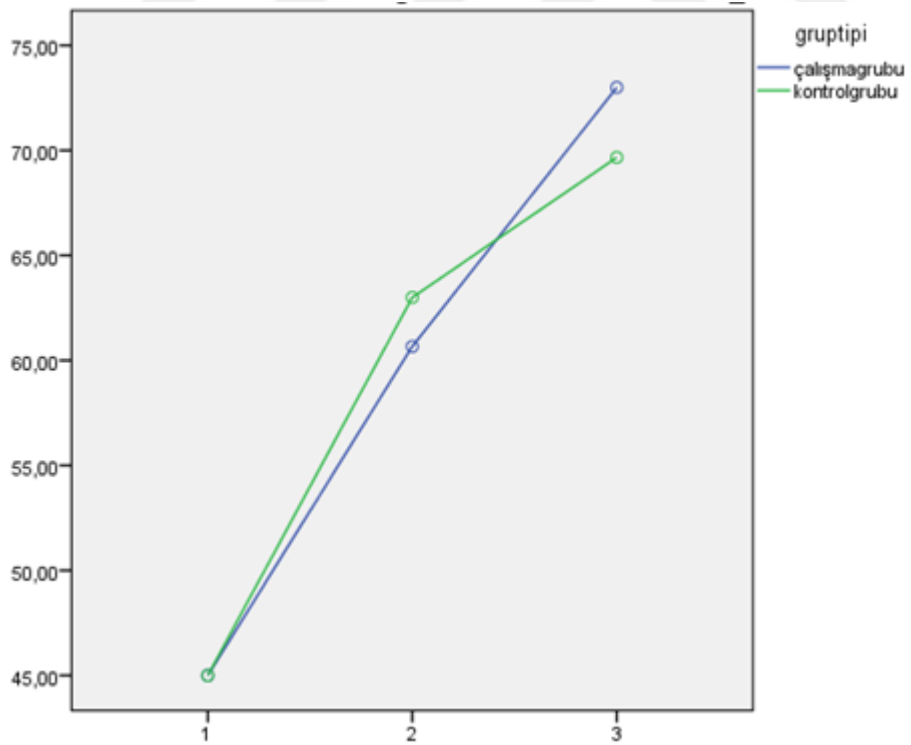
**Şekil 6. Grupların SF-36 ağrı altgrubunun değişim grafiği**

Tablo 9. Grup içi ve gruplar arası SF-36 genel sağlık altgrubunun kıyaslanması

		Grup 1 (n=15)	Grup 2 (n=15)
		Ort±SD	Ort±SD
Postop erken dönem ¹		45±22	45±17
10.seans sonrası ²		60,6±14,6	63±19
3.ay sonrası ³		73±10	69±12
(Tekrarlayan ölçümlerde varyans analizi)		F	p değeri
Zaman	1-2	34,084	p<0,001
	2-3	28,862	p<0,001
Zaman*grup	1-2	0,164	0,689
	2-3	2,567	0,120

Grup 1: Çalışma grubu

Grup 2: Kontrol grubu



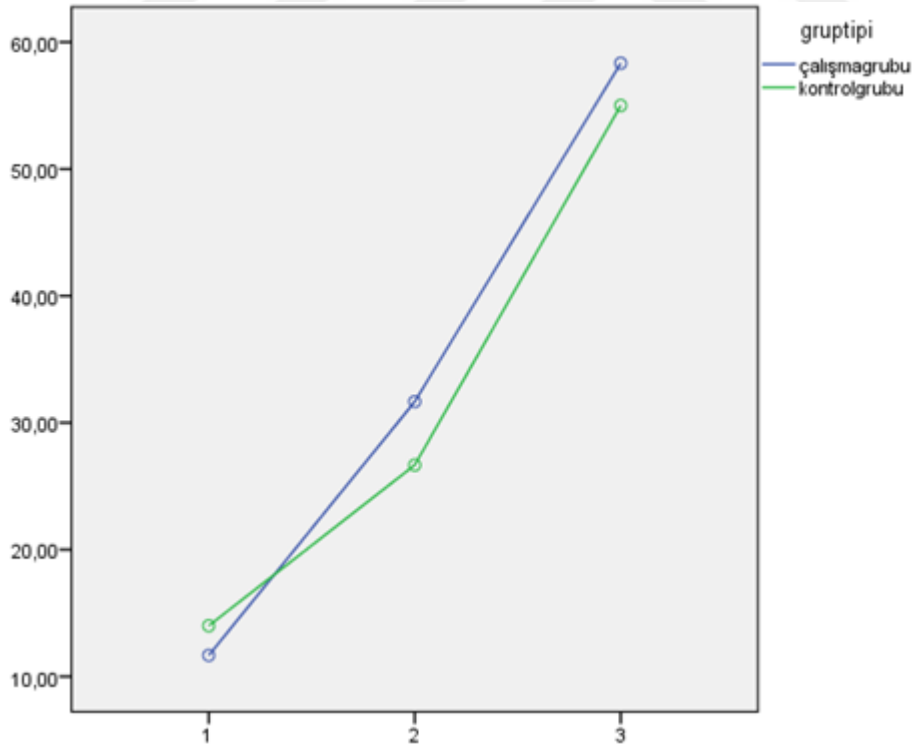
Şekil 7. Grupların SF-36 genel sağlık altgrubunun değişim grafiği

Tablo 10. Grup içi ve gruplar arası SF-36 fiziksel rol altgrubunun kıyaslanması

		Grup 1 (n=15)	Grup 2 (n=15)
		Ort±SD	Ort±SD
Postop erken dönem ¹		11,6±26,5	14±22,6
10.seans sonrası ²		31,6±39,4	26,6±35,9
3.ay sonrası ³		58,3±37,4	55±23,5
(Tekrarlayan ölçümlerde varyans analizi)		F	p değeri
Zaman	1-2	3,286	0,081
	2-3	31,114	p<0,001
Zaman*grup	1-2	0,166	0,687
	2-3	0,029	0,867

Grup 1: Çalışma grubu

Grup 2: Kontrol grubu



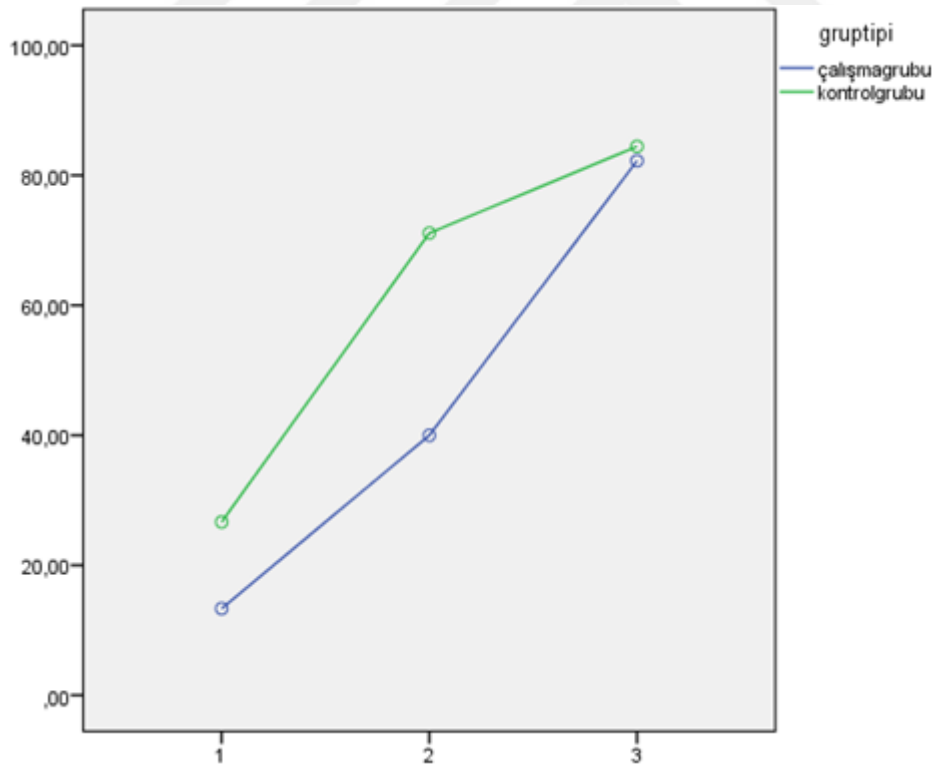
Şekil 8. Grupların SF-36 fiziksel rol altgrubunun değişim grafiği

Tablo 11. Grup içi ve gruplar arası SF-36 emosyonel rol altgrubunun kıyaslanması

		Grup 1 (n=15)	Grup 2 (n=15)
		Ort±SD	Ort±SD
Postop erken dönem ¹		13,3±27,5	26,6±36,07
10.seans sonrası ²		39,9±42,1	71,1±35,3
3.ay sonrası ³		82,2±21,3	84,4±30,51
(Tekrarlayan ölçümlerde varyans analizi)		F	p değeri
Zaman	1-2	12,293	0,002
	2-3	23,791	p<0,001
Zaman*grup	1-2	0,768	0,388
	2-3	6,432	0,017

Grup 1: Çalışma grubu

Grup 2: Kontrol grubu



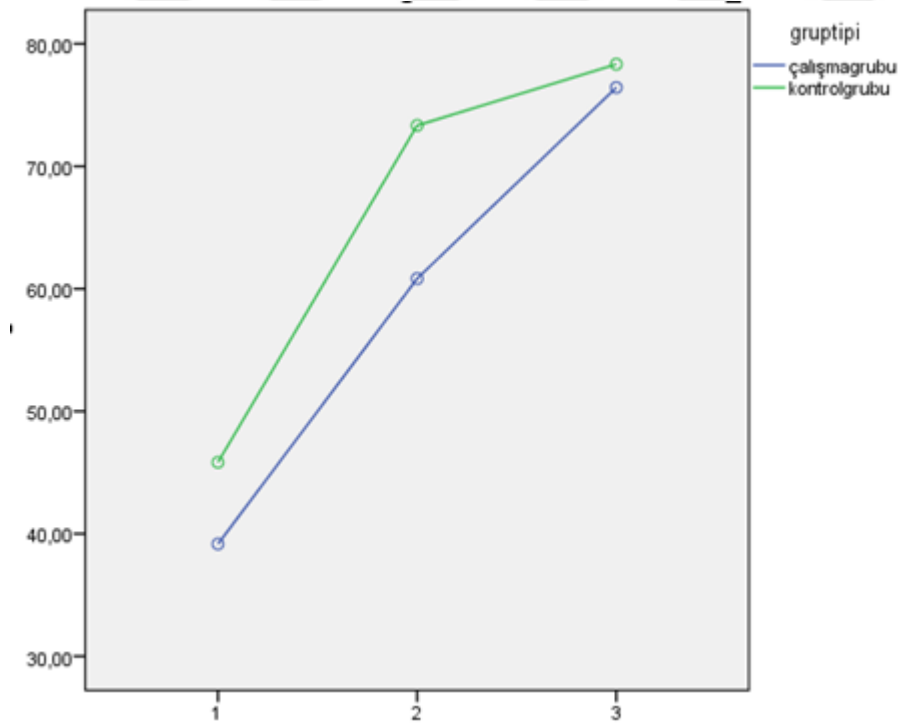
Şekil 9. Grupların SF-36 emosyonel rol altgrubunun değişim grafiği

Tablo 12. Grup içi ve gruplar arası SF-36 sosyal fonksiyon altgrubunun kıyaslanması

		Grup 1 (n=15)	Grup 2 (n=15)
		Ort±SD	Ort±SD
Postop erken dönem ¹		39,1±22,5	45,8±21,4
10.seans sonrası ²		60,8±27,8	73,3±27
3.ay sonrası ³		76,4±17,4	78,3±19,7
(Tekrarlayan ölçümlerde varyans analizi)		F	p değeri
Zaman	1-2	21,189	p<0,001
	2-3	21,772	p<0,001
Zaman*grup	1-2	0,298	0,589
	2-3	5,765	0,023

Grup 1: Çalışma grubu

Grup 2: Kontrol grubu



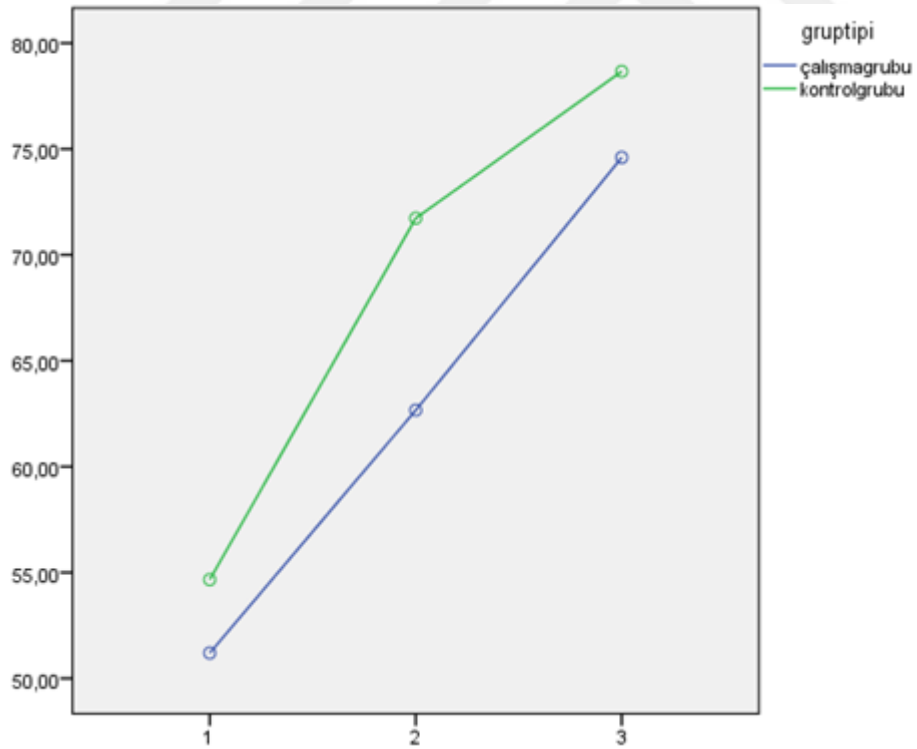
Şekil 10. Grupların SF-36 sosyal fonksiyon altgrubunun değişim grafiği

Tablo 13. Grup içi ve gruplar arası SF-36 mental değişim altgrubunun kıyaslanması

		Grup 1 (n=15)	Grup 2 (n=15)
		Ort±SD	Ort±SD
Postop erken dönem ¹		51,2±20,5	54,6±19,6
10.seans sonrası ²		62,6±13,9	71,7±21,9
3.ay sonrası ³		74,6±9,2	78,6±12,6
(Tekrarlayan ölçümlerde varyans analizi)		F	p değeri
Zaman	1-2	12,503	p=0,001
	2-3	28,145	p<0,001
Zaman*grup	1-2	0,482	0,493
	2-3	1,977	0,171

Grup 1: Çalışma grubu

Grup 2: Kontrol grubu



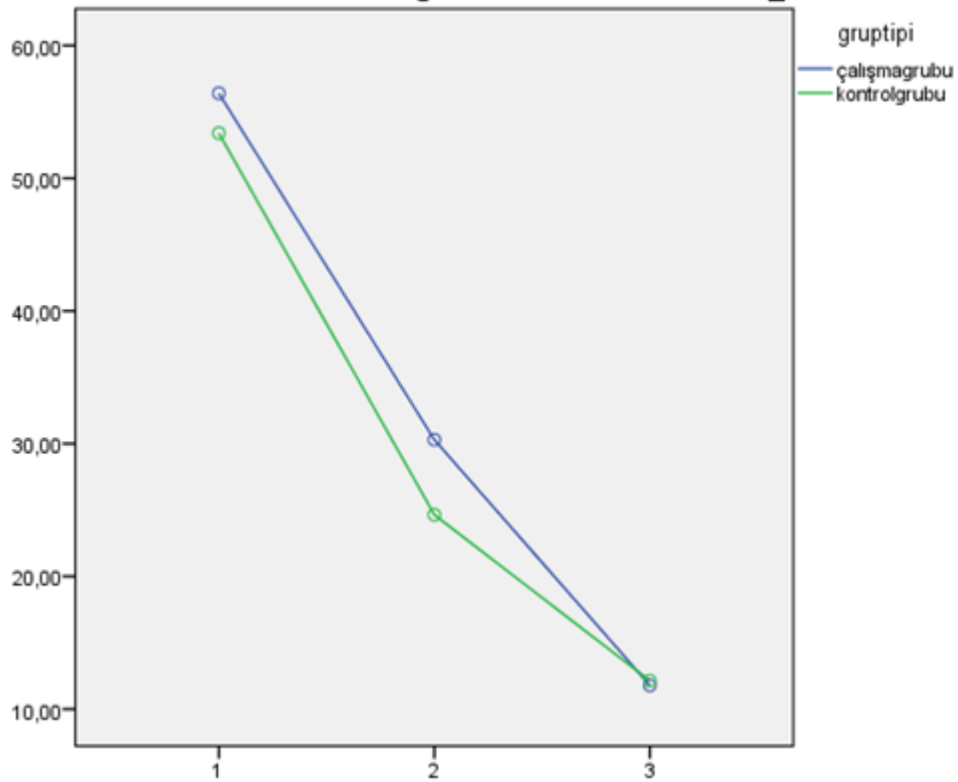
Şekil 11. Grupların SF-36 mental değişim altgrubunun değişim grafiği

Tablo 14. Grup içi ve gruplar arası WOMAC total skorlarının kıyaslanması

		Grup 1 (n=15)	Grup 2 (n=15)
		Ort±SD	Ort±SD
Postop erken dönem ¹		56,4±22,4	53,3±18
10.seans sonrası ²		30,2±18,8	24,6±16,4
3.ay sonrası ³		11,7±7,2	12,1±9,5
(Tekrarlayan ölçümlerde varyans analizi)		F	p değeri
Zaman	1-2	43,525	p<0,001
	2-3	65,489	p<0,001
Zaman*grup	1-2	0,101	0,752
	2-3	2,461	0,128

Grup 1: Çalışma grubu

Grup 2: Kontrol grubu

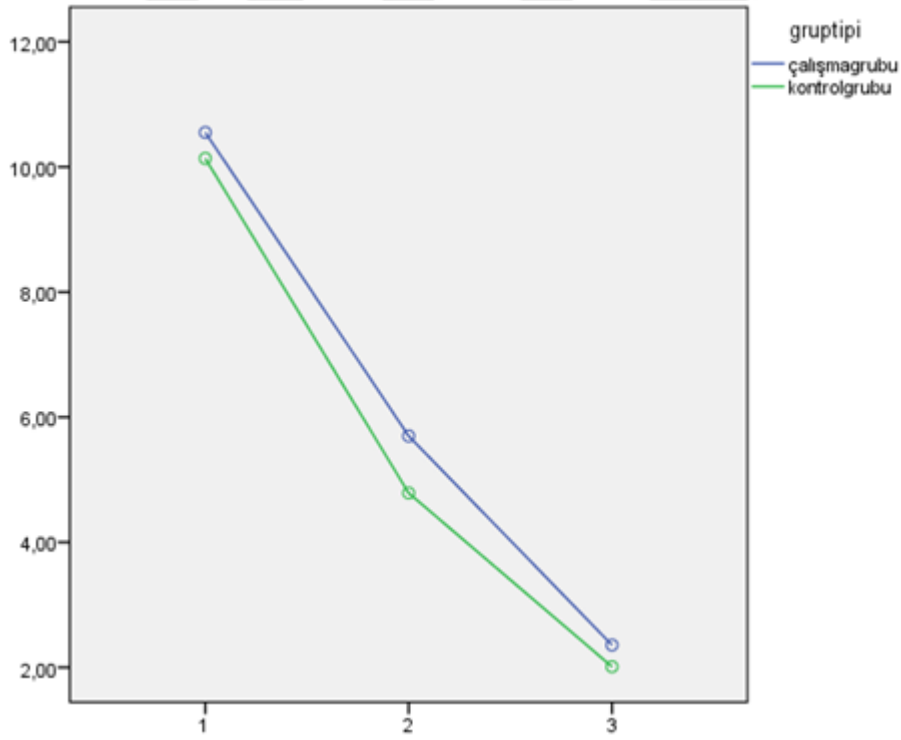
**Şekil 12. Grupların WOMAC total skor değişim grafiği**

Tablo 15. Grup içi ve gruplar arası WOMAC ağrı altgrubunun kıyaslanması

		Grup 1 (n=15)	Grup 2 (n=15)
		Ort±SD	Ort±SD
Postop erken dönem ¹		10,5±4,4	10,1±4,2
10.seans sonrası ²		5,69±4	4,7±3,4
3.ay sonrası ³		2,35±2	2±2,3
(Tekrarlayan ölçümlerde varyans analizi)		F	p değeri
Zaman	1-2	50,365	p<0,001
	2-3	48,981	p<0,001
Zaman*grup	1-2	0,119	0,732
	2-3	0,419	0,523

Grup 1: Çalışma grubu

Grup 2: Kontrol grubu

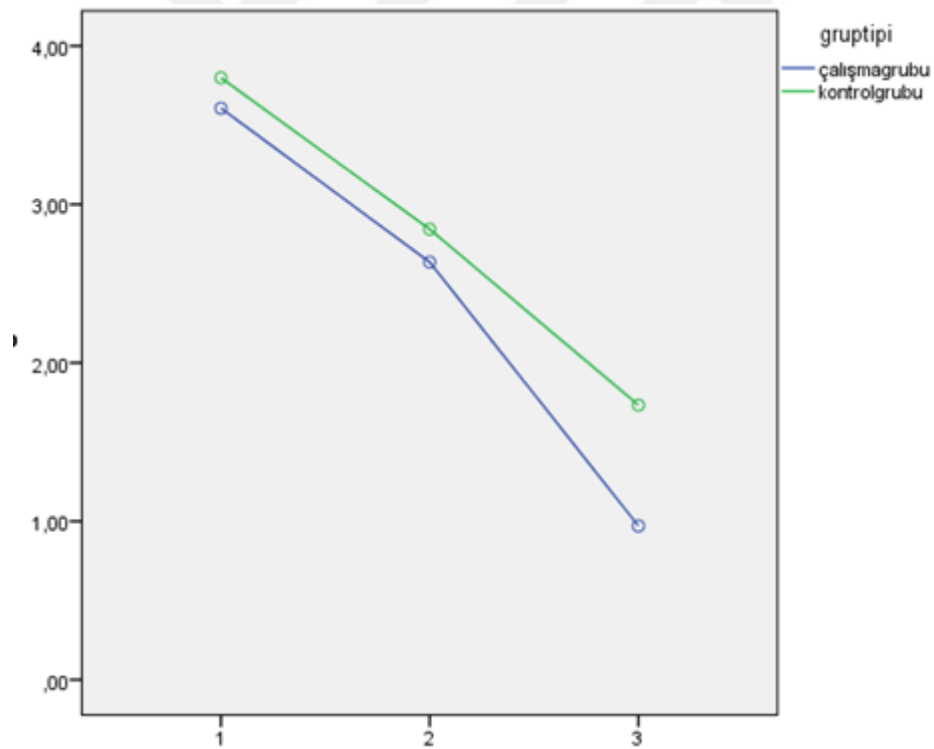
**Şekil 13. Grupların WOMAC ağrı altgrubu değişim grafiği**

Tablo 16. Grup içi ve gruplar arası WOMAC sertlik altgrubunun kıyaslanması

		Grup 1 (n=15)	Grup 2 (n=15)
		Ort±SD	Ort±SD
	Postop erken dönem ¹	3,6±1,7	3,7±1,7
	10.seans sonrası ²	2,6±1,8	2,8±1,7
	3.ay sonrası ³	0,97±0,6	1,7±1
(Tekrarlayan ölçümlerde varyans analizi)		F	p değeri
Zaman	1-2	9,303	p=0,005
	2-3	33,488	p<0,001
Zaman*grup	1-2	0,001	0,980
	2-3	1,338	0,257

Grup 1: Çalışma grubu

Grup 2: Kontrol grubu



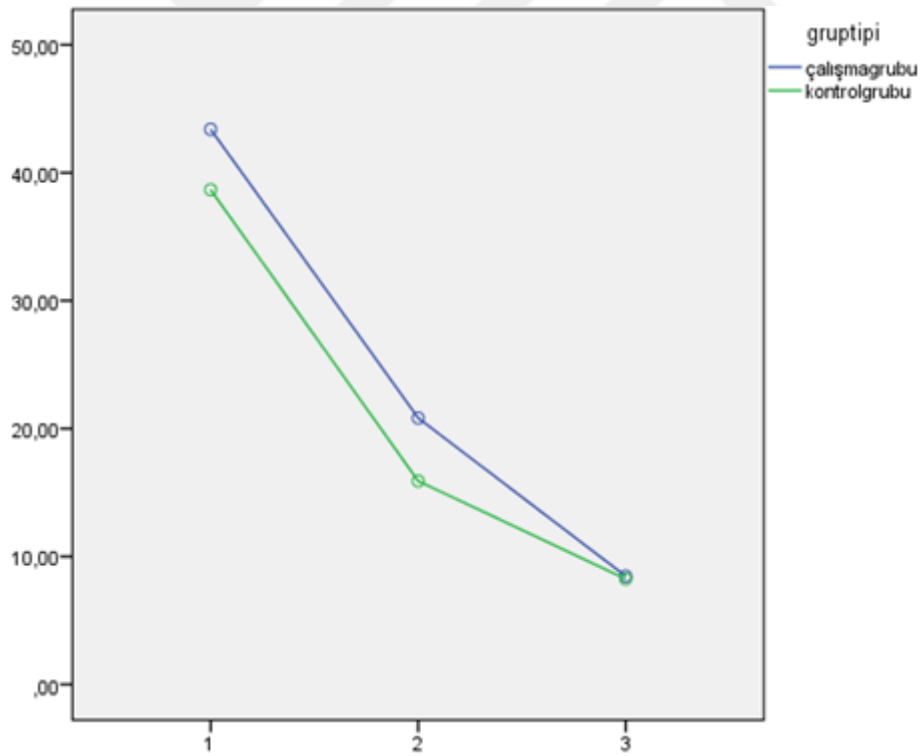
Şekil 14. Grupların WOMAC sertlik altgrubu değişim grafiği

Tablo 17. Grup içi ve gruplar arası WOMAC dizabilite altgrubunun kıyaslanması

		Grup 1 (n=15)	Grup 2 (n=15)
		Ort±SD	Ort±SD
Postop erken dönem ¹		43,3±16	38,6±13
10.seans sonrası ²		20,8±15	15,9±10
3.ay sonrası ³		8,4±5,3	8,2±6,7
(Tekrarlayan ölçümlerde varyans analizi)		F	p değeri
Zaman	1-2	66,575	p<0,001
	2-3	44,398	p<0,001
Zaman*grup	1-2	0,001	0,980
	2-3	2,459	0,128

Grup 1: Çalışma grubu

Grup 2: Kontrol grubu



Şekil 15. Grupların WOMAC dizabilite altgrubu değişim grafiği

6.4. Ağrı düzeyinin değerlendirilmesi

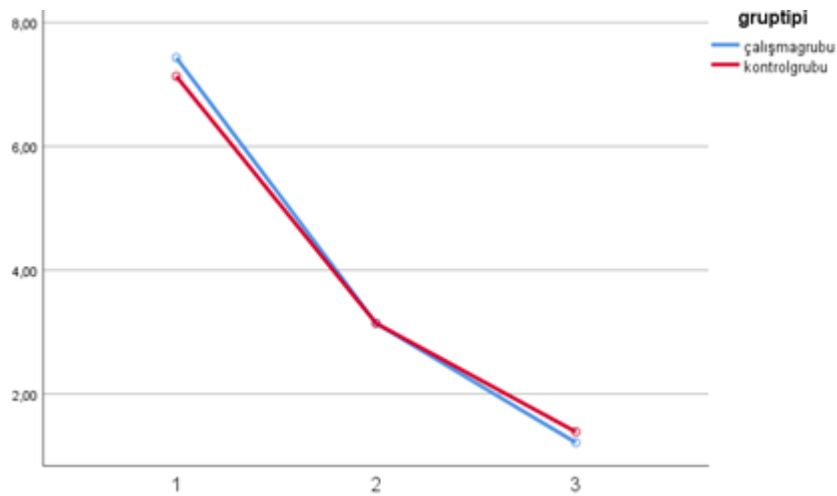
Grupların VAS değerleri başlangıç anında benzer iken her iki grupta VAS skorlarında zaman içerisinde belirgin bir azalma olduğu ve bu azalmanın özellikle 1. ve 2. ölçüm arasında gerçekleştiği tespit edildi. Zaman içerisindeki VAS skoru değişimi gruplar ile birlikte değerlendirildiğinde ise, her iki gruptaki VAS skorundaki azalmanın benzer olduğu gözlemlendi (Şekil 16) (Tablo 18).

Tablo 18. Grup içi ve gruplar arası VAS skoru kıyaslanması

		Grup 1 (n=15)	Grup 2 (n=15)
		Ort±SD	Ort±SD
Postop erken dönem ¹		7,43±1	7,13±1
10.seans sonrası ²		3,14±1	3,14±2
3.ay sonrası ³		1,2±1	1,3±1
(Tekrarlayan ölçümlerde varyans analizi)		F	p değeri
Zaman	1-2	219,227	p<0,001
	2-3	110,629	p<0,001
Zaman*grup	1-2	0,287	0,596
	2-3	0,245	0,624

Grup 1: Çalışma grubu

Grup 2: Kontrol grubu



Şekil 16. Grupların VAS skoru değişim grafiği

6.5. Kas kuvvetinin değerlendirilmesi

Diz fleksiyon ve ekstansiyon kas kuvveti ki kare testiyle analiz edildi. Grup içi ve gruplar arası ölçüm yzdelesinde farklılık saptanmadı ($p>0.05$).



7.TARTIŞMA

Osteoartrit, progresif doku harabiyeti ile sonuçlanan dejeneratif bir eklem hastalığıdır. Günümüz yaşam tarzının hareketsiz olması, obez insanların sayısının artması, yaşam süresinin uzaması gibi nedenlerden dolayı OA'nın toplumda görülme sıklığı giderek artmaktadır. Hastalığın yaşam standartlarını bozması, hem sosyal hem de ekonomik yönden kayıplara neden olduğu için tedavi önem arz etmektedir.

Diz OA tedavisinde farmakolojik ve nonfarmakolojik tedavi yöntemleri uygulanmaktadır. Diz artroplastisi bu tedavilere yanıt alınamayan şiddetli semptomları olan, ileri düzeyde fonksiyon kaybı bulunan hastalara uygulanmaktadır. Cerrahi sonrasında hastanın ağrısının azalması, fonksiyonel EHA'nın sağlanması ve yaşam kalitesinin artması amacıyla rehabilitasyon uygulamaları önemlidir. Postoperatif dönem TDA rehabilitasyonu ile ilgili hastaların post-op birinci günden itibaren rehabilitasyon programına dahil edilmesi gerektiği ve uygulanan rehabilitasyon programının hastada varolan semptomları arttırmayacak yoğunlukta uygulanması gerektiği tavsiye edilmektedir.

TDA'dan sonra uygulanan farklı rehabilitasyon programları vardır. Çalışmamızı tasarlarken TDA sonrası erken dönemde uygulanan rehabilitasyon programına NMES eklenmesinin eklem hareket açıklığı, ağrı, kas kuvveti, fonksiyonel durum ve yaşam kalitesine olan etkisini araştırmayı amaçladık.

TDA cerrahisi sonrasında ağrı en sık karşılaşılan sorunlardandır. TDA operasyonu geçiren hastaların yaklaşık yarısında çok şiddetli, kontrol edilmesi zor ağrı görüldüğü belirtilmiştir (Gwam ve ark.,2017; Maheshwari ve ark.,2009). Postoperatif erken dönemde oluşan şiddetli ağrı hasta memnuniyetsizliğine neden olmasının yanında fonksiyon kazanımını kısıtlar ve iyileşmeyi geciktirir. Ağrı erken dönem rehabilitasyon uygulamalarını da zorlaştırdığı ve geciktirdiği için uzun dönemde de hastada aynı sorunları oluşturmaktadır. TDA sonrası ağrı kontrolünün sağlanamaması, operasyona bağlı semptomları daha da kötüleştirerek hasta için risk oluşturabilir (Society, 2012). Hastaya post-op uygulanan egzersizlerin yeterli düzeyde yapılabilmesi ağrı düzeyi ile paralellik gösterir. Bu nedenle ağrının erken

dönemde azaltılması çok önemlidir. Şiddetli postoperatif ağrı, iskemik kalp hastalığı ve kalp yetmezliği ile ilişkili bulunmuştur (Mangano ve ark., 1991). Ağrıdan dolayı hastanın mobilize olamaması gastrointestinal sistem problemleri, pulmoner fonksiyonlarda azalma ve tromboz gibi sistemik komplikasyonlara neden olabilmektedir (Wisner DH., 1990). Bu sebeple uygulanan tedavi programının cerrahi tedavi sonrasındaki ağrıyı kontrol etmesi, hastada oluşabilecek ek komplikasyonları önlemesi açısından oldukça önemlidir. Çalışmamızda ağrı değerlendirmesi için VAS kullanıldı. Çalışma ve kontrol grubunun VAS değerleri başlangıç anında benzer iken ($p>0,05$), her iki grubun da zaman içinde VAS değerlerinde azalma olduğu saptandı. Zaman ile değişim gruplar ile değerlendirildiğinde VAS değerindeki azalmanın benzer olduğu gözlemlendi. Diğer bir ifade ile NMES uygulamasının VAS üzerinde ek bir katkı yapmadığı görülmektedir.

TDA sonrası hasta memnuniyetsizliğinin en önemli nedenlerinden birinin yetersiz EHA olduğu bildirilmiştir (Jacobs, 2014). Literatürde TDA sonrasında hastaların memnuniyetlerinin sağlanabilmesi ve günlük yaşam aktivitelerini gerçekleştirebilmeleri için en az 110° lik diz fleksiyon açısına sahip olmaları gerektiği gösterilmiştir (Devers ve ark., 2011). Postoperatif erken dönemde elde edilen diz fleksiyon açısı, TDA sonrası elde edilen diz fleksiyon açısını belirleyen önemli bir faktördür (Rowe ve ark., 2000, Tew ve ark., 1989). Postoperatif ilk 2 haftada elde edilen fleksiyon açısı ile 2. ayda kazanılan fleksiyon açısı arasında istatistiksel açıdan anlamlı bir ilişki olduğu Ebert ve arkadaşları tarafından gösterilmiştir. Aynı çalışmada cerrahi sonrası 2. ayda 100° fleksiyon açısı elde edilemeyen hastalarda, hiçbir zaman 120° diz fleksiyon açısının elde edilemediği de belirtilmiştir (Ebert ve ark., 2014). TDA sonrası eklem hareket açıklığını etkileyen yaş, obezite, ağrı, cerrahinin tipi, cerrahi öncesi eklem hareket açıklığı, cerrahi öyküsü gibi birçok etken olabilir (Ryu ve ark., 1992). TDA'nın izin verdiği eklem hareket açıklığı 120 derecedir. Egzersizin eklem hareket açıklığını artırdığı yapılan çalışmalarda gösterilmiştir (Bade, 2011; Monaghan ve ark., 2012). Ritter yaptığı çalışmada değerlendirdiği 4727 total diz artroplastisi yapılmış hastada postoperatif eklem hareket açıklığını belirleyen en önemli faktörün preoperatif eklem hareket açıklığı olduğunu belirtmiştir (Ritter ve ark., 2003). Fleksiyonun yanısıra ekstansiyon

kusurları da önem taşımaktadır. Ekstansiyon kaybının diz önü ağrısına neden olduğu birçok çalışmada desteklenmiştir (Kartus ve ark.,1999; Sachs ve ark., 1999; Aglietti ve ark., 1993). Ekstansiyon kaybı patellofemoral eklemden yüklenme paternini etkiler ve devamlı artan bir basınca neden olabilir (Neuman ve ark., 2009). Diz fleksiyon kaybı da hem fleksör hem de ekstansör mekanizmanın gücünü azaltır ve sekonder diz önü ağrısına sebep olabilir (Kartus ve ark., 1999). Shelbourne ve ark. (1997) da diz önü ağrısından kaçınmak için tam hiperekstansiyona ulaşmanın çok önemli olduğunu belirtmişlerdir.

Çalışmamızda diz fleksiyon ve ekstansiyon açıları gonyometre ile pasif olarak ölçüldü. Diz ekstansiyon açısı parametresinde zaman içerisinde gruplarda istatistiksel değişim olduğu saptandı. Zaman içerisinde gruplar arasında farklılık olup olmadığı incelendiğinde gruplar arasında farklılık olduğu görüldü. Bu farklılığın hangi zaman dilimindeki ölçümden kaynaklandığı analiz edildiğinde birinci ve ikinci ölçümler arasında bir farklılık olduğu ($f=78,86$) ($p=0,001$), ikinci ve üçüncü ölçümler arasında ise farklılığın olmadığı ($p>0,05$) görüldü. Grupların standart deviasyonları incelendiğinde çalışma grubuna daha iyi diz ekstansiyonu olan hastaların yığıldığı ve istatistiksel anlamın başlangıçtaki bu farktan kaynaklandığı saptandı. Zaman içerisinde her iki grubun da diz ekstansiyon açısının geliştiği, farklılığın ilk ölçümden kaynaklandığı düşünüldü. Diz fleksiyon açısı parametresinin ise grup içi değişimlerini incelediğimizde birinci ve ikinci ölçümler arasında anlamlı bir fark olduğu görülürken, ikinci ve üçüncü ölçümler arasında fark bulunmadı. Gruplar arasında da istatistiksel açıdan anlamlı bir fark görülmedi. NMES uygulamasının EHA üzerinde belirgin bir etkisi olmadığı düşünüldü.

Yapılan birçok çalışmada total diz artroplastisi uygulamasının ardından kuadriseps femoris'in zayıfladığı ve fonksiyonel kapasitenin azaldığı belirtilmektedir (Silva ve ark., 2003; Durmuş ve ark., 2007; Gapeyeva ve ark., 2007). Mizner ve arkadaşları, total diz artroplastisi sonrası kuadriseps femoris kuvvetindeki erken kayıpta kas atrofisi ve istemli kas aktivasyonu yetersizliğinin rolünü incelemişlerdir. Postoperatif 27. gün yapılan değerlendirmeler sonucu kuadriseps femoris kasında %62 kuvvet kaybı, %17 istemli aktivasyon kaybı ve maksimum çapraz kesitte %10'luk bir

azalma tespit etmişlerdir. Çalışma sonucu total diz artroplastisi sonrası kuadriseps femoris kasında atrofi ve dizde ağrı olmasına rağmen kas kuvvetindeki kaybın asıl nedeninin istemli aktivasyondaki yetersizlik olduğunu belirtmişlerdir. Total diz artroplastisi uygulaması sonrası kuadriseps femoris'in istemli aktivasyonunu sağlamak için rehabilitasyonun erken döneminden itibaren elektrik stimülasyonu veya biofeedback uygulamasının etkin olabileceğini belirtmişlerdir (Mizner ve ark., 2005). Laughman ve ark. kuadriseps femoris kasına elektrik stimülasyonu uygulamasının kuvvet değişimine etkisini araştırmışlardır. Çalışma sonunda elektrik stimülasyonu uygulamasının istemli kontraksiyon olmaksızın iskelet kası kuvvetini artırdığını belirtmişlerdir (Laughman ve ark., 1983). Güçlendirme egzersizleri ile kuadriseps kas kuvvetinde artış elde edilebileceği ve bunun ağrı, fonksiyonel kapasite ve yürüyüş paternine olumlu etkisi olacağı yapılan çalışmalarda gösterilmiştir (Ettinger ve ark., 1997). Gonartrozda kuadriseps kaslarının izometrik egzersizler ile kuvvetlendirilebildiği ve bu kuvvetlenmenin ağrı ve fonksiyonel kapasitede iyileşmeyi sağladığı belirtilmiştir (Evcik ve ark., 2002). Gonartrozda NMES uygulaması ile kas kuvvetlendirme egzersizlerinin karşılaştırıldığı bir çalışmada kuadriseps kasına uygulanan NMES ile kas kuvvetinde artış yaşandığı ancak artışın her ikisinde de eşit düzeyde olduğu saptanmıştır (Birtane ve ark., 2001). Çalışmamızın tasarımında her iki gruba da güçlendirme egzersizi verilmiştir. NMES uygulanan grup ve kontrol grubu arasında kas kuvveti açısından bir farklılık saptanamamıştır. Bu durum NMES uygulamasının etkisizliğinden ziyade her iki grupta da güçlendirme egzersizlerinin yapılmasına bağlanmıştır. Bir diğer önemli durum ise çalışmamızda kas kuvvetinin manuel yol ile değerlendirilmesidir. Daha objektif veri sağlayan yöntemlerin uygulanmasının sonuçları değiştirebileceği akılda tutulmalıdır. Öte yandan ileri yaştaki erkekler üzerinde yapılan bir çalışmada izometrik egzersizler ile oluşan yüksek lif gücü katılımcılarda yüksek kalp hızı ile sonuçlanmıştır. Ancak NMES grubundaki katılımcılarda kardiyovasküler ölçümlerde değişiklik olmadan kaslarda benzer sonuçlar elde edilmiştir (Caggiano ve ark., 1994). Bu nedenle NMES, egzersiz yapamayan veya genel sağlık durumu nedeniyle egzersiz yapması sakıncalı olan hastalarda uygulanabilir bir yöntem olabileceği düşünülmüştür.

Çalışmamızda grup içi skorlara baktığımızda çalışma ve kontrol gruplarında WOMAC total, ağrı, sertlik ve dizabilite değerlerinin hepsinde istatistiksel bakımdan anlamlı bir fark bulunurken, çalışma ve kontrol gruplarını karşılaştırdığımızda ise farklılık görülmedi. WOMAC, NMES uygulamasının yapıldığı araştırmalarda da sonuç ölçümleri için genellikle kullanılmıştır. Literatürde, NMES uygulaması sonucunda WOMAC toplam skorunda ve WOMAC fiziksel fonksiyon alt ölçeğinde anlamlı derecede gelişme oluştuğunu bildiren yayınlar mevcuttur (Bruce-Brand ve ark., 2012; Dadalto ve ark., 2013). Ancak NMES'in egzersiz programına eklenmesiyle, WOMAC fiziksel fonksiyon alt ölçeğinde (Mizusaki ve ark., 2013) ve WOMAC toplam skorunda ek iyileşme sağlanmadığını bildiren çalışmalar da vardır (Laufer ve ark., 2014). Devrimsel ve ark. (2018) ise yaptıkları çalışmada WOMAC fiziksel fonksiyon alt ölçeğindeki gelişmelerin nedeninin hastaların eş zamanlı olarak egzersiz tedavisi de almalarından dolayı olabileceğini belirtmişlerdir.

Çalışmamızda SF-36 alt parametrelerine baktığımızda gruplarda fiziksel rol değişiminde zaman içerisinde farklılık olduğu görüldü. Bu farklılığın hangi ölçümden kaynaklandığı analiz edildiğinde 10.seans sonrası ile 3.ay ölçümlerinde olduğu bulundu. Diğer SF-36 alt parametrelerinde değişimler tüm ölçümlerde grup içinde anlamlı iken, gruplar arasında farklılık görülmedi. Çınar ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada; gonartrozlu hastalarda TDA sonrası SF-36 fiziksel ve sosyal fonksiyon, ağrı, vitalite ve mental sağlık skorlarında 6. haftada ve 6. ile 12. hafta arasında anlamlı düzelme ($p<0.05$) olduğu, emosyonel rol skorunda anlamlı düzelmenin postoperatif 12. haftada, fiziksel rol skorunda anlamlı düzelmenin postoperatif 6 ile 12. haftalar arasında görüldüğü, sağlığın genel algılanmasında anlamlı düzelmenin postoperatif 6. haftada başladığı tespit edilmiştir (Çınar ve ark., 2003). TDA sonrasında rehabilitasyon protokolüne alınan 276 hastayı Jones ve arkadaşları, preoperatif ve postoperatif 6. ayda SF-36 ve WOMAC ile değerlendirmişlerdir. TDA yapılmış hastaların WOMAC fonksiyon ve ağrı skorlarında, genel ve mental sağlık algılaması dışındaki bütün SF-36 skorlarında belirgin düzeyde iyileşme saptanmıştır (Jones ve ark., 2000). March ve arkadaşları TDA uygulanan 52 hastayı yaptıkları bir çalışmada preoperatif ve postoperatif 12. ayda SF-36 ile değerlendirmişlerdir. Buna göre özellikle fiziksel fonksiyon ve rol

kısıtlılıkları ile ağrı skorlarında belirgin düzelme olduğunu belirtmişlerdir (March ve ark., 1999). TDA uygulanan 222 hasta ile yapılan bir çalışmada postoperatif 6. ayda WOMAC, SF-36 ve ağrı skalasında iyileşme tespit edilmiştir. Preoperatif dönemde fonksiyon ve ağrı skoru daha kötü olan hastalarda iyileşmenin daha iyi olmasına rağmen postoperatif skorlarının preoperatif skoru iyi olanlara göre daha düşük kaldığını belirtmişlerdir (Fortin ve ark.,1999). Yapılan başka bir çalışmada, TDA'lı 86 hastanın rehabilitasyon programları sonrasında fonksiyonel durumları incelenmiştir. Bu çalışmaya göre 6. ay değerlendirmesinde WOMAC fonksiyonel, tutukluk ve ağrı skorlarında rehabilitasyon öncesine göre anlamlı düzelme saptamışlardır. Sonuçta hastadaki postoperatif iyileşmenin temel belirleyicisi olarak hastanın preoperatif fonksiyonel durumunun önemini ileri sürmüşlerdir (Caracciolo ve ark., 2005). Ancak Rat ve ark. (2010) SF-36 skorlarını TDA yapılan olgularda erken, orta ve geç dönemde değerlendirmişlerdir. Ağrıda, fiziksel ve sosyal fonksiyonda, mental sağlıkta altı ayda düzelmenin başladığını ve bir yıla kadar da devam ettiğini, üç yılda en üst düzeye ulaştığını belirtmişlerdir. On yıllık takiplerde SF-36 skorlarında azalma olduğunu, bununla birlikte bu olguların SF-36 skorlarının genel popülasyonla karşılaştırıldığında da daha düşük olduğunu bildirmişlerdir. Bu yüzden SF-36 skorlarının preoperatif skorlarla karşılaştırılmasının artroplastinin yaşam kalitesi üzerine olan etkisini uzun dönemde belirlemede pek doğru olmadığını belirtmişlerdir. Çalışmamızın sonuçları literatür ile uyumludur.

Çalışmamızın önemli üstünlüklerinden bir tanesi homojen bir hasta popülasyonu üzerinde gerçekleştirilmiş olmasıdır. Diz OA'sının risk faktörleri düşünüldüğünde yaş, cinsiyet, vücut kitle indeksi çok önemli değişkenlerdir. Çalışmamızda tüm bu değişkenler başarı ile kontrol edilebilmiştir. Randomize, tek kör bir çalışma olması, hiç çalışma dışı hasta olmaması ve yeterli örneklem büyüklüğü çalışmamızın diğer güçlü yönleridir. Çalışmamızın üstünlüklerinin yanısıra kısıtlılıkları da mevcuttur. Cerrahi operasyonların aynı cerrah tarafından yapılmaması, çalışmanın kullanılan protez tipinden bağımsız olarak tasarlanması, hastaların preoperatif dönemde değerlendirilmemiş olmasını çalışmamızın kısıtlılıkları arasında görmekteyiz.

8.SONUÇ

Sonuç olarak, TDA sonrası uygulanan CPM, egzersiz ve soğuk uygulama tedavisi ağrı, eklem hareket açıklığı, kas kuvveti ve yaşam kalitesi üzerine oldukça iyi sonuçlar vermektedir. İlave olarak NMES uygulamasının tedavi sonuçlarında bir üstünlüğü saptanamamıştır. Çalışmamızın hem klinikte uygulanan tedavi programına hem de bu konuda yapılacak diğer çalışmalara yol gösterici olacağını düşünüyoruz.



9.KAYNAKLAR

Aglietti P, Buzzi R, D'Andria S, Zaccherotti G. Patellofemoral problems after intraarticular anterior cruciate ligament reconstruction. Clin Orthop Relat Res 1993;288:195-204.

Akimoto T, Nakahori C, Aizawa K, Kimura F, Fukubayashi T, Kono I. Acupuncture and responses of immunologic and endocrine markers during competition. Med Sci Sports Exerc. 2003;35:1296-302.

Alpaslan B. (1996) Omuz ve diz ekleminin anatomi ve biyomekaniği. In: Cerrahoğlu L(ed). Kas İskelet Sistemi Hastalıklarında Yeni Görüşler. Erzurum

Altman, R., Block, D., Brandt, K., Cooke, D., Greenwald, R., Hochberg, M. ve diğerleri. (1990) Osteoarthritis: definitions and criteria. Annals of the Rheumatic Diseases, 49 (3), 201-201.

Atay MB. Osteoartrit p. 1830-05 İçinde: Beyazova M, Kutsal YG, editors . Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon. Ankara, Güneş Kitabevi Tic.Ltd.Şti., 2000.

Aydın R. Dejeneratif romatizmal hastalıklar. Diniz F, Ketenci A (Ed). Fiziksel tıp ve rehabilitasyon. İstanbul: Nobel Tıp Kitabevleri; 2000. s. 331- 337.

Bade, M.J.,Stevens-Lapsley, J.E. (2011) Early high-intensity rehabilitation following total knee arthroplasty improves outcomes. Journal of Orthopaedic & sports physical therapy, 41 (12), 932-941.

Basford JR. Physical Agents. In: DeLisa JA, Gan BM (eds). Rehabilitation Medicine. Principles and Practice. Philadelphia, J. B. Lippincott 1993, 404-424.

Bellemans J, Vandenuecker H, Vanlauwe J. Mini symposium: surgery for knee arthritis. Total knee replacement. Current Orthopaedics 2005; 19: 446-452.

Beyazova M, Kutsal YG. Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon, İkinci Cilt, Osteoartrit, Mesut Birol Atay, Ankara: Güneş Kitabevi, 2000;1819-25.

Bilge A, Ulusoy RG, Üstebay S, Öztürk Ö. Osteoartrit. Kafkas J Med Sci 2018; 8 (Ek1)133-142

Birch A, Price A. Upper and lower limb Joint arthroplasty. Birmingham TB, Kramer JF, Kirkley A, Inglis JT et al: Knee bracing for medial compartment osteoarthritis: Effects on proprioception and postural control. Rheumatology 2001;40:285-289.

Birtane M, Pekindil Y, Sarıkaya A, Kokino S. Comparative Evaluation of Effects of Neuromuscular Electrical Stimulation and Isometric Exercise on Quadriceps Muscle by Sestamibi Scintigraphy. Turk Fiz Tıp Rehab Derg 2001;47:20-7.

Bizzini M, Boldt J, Munzinger U, Drobny T. Rehabilitation guidelines after total knee arthroplasty. Orthopedics 2003; 32: 527-534.

Brander V, Stulberg SD. Rehabilitation after hip- and knee-joint replacement. An experience- and evidence-based approach to care. Am J Phys Med Rehabil. 2006; 85: S98-118; quiz S119-23.

Brandt KD. Management of osteoarthritis Kelley.s Textbook of Rheumatology, sixth edition, Saunders Company, 2001, volume II,1531-1536.

Brotzman, S.B., Manske, R.C., Daugherty, K. (2011). Clinical orthopaedic rehabilitation: an evidence-based approach: Elsevier Health Sciences.

Bruce-Brand RA, Walls RJ, Ong JC, Emerson BS, O'Byrne JM, Moyna NM. Effects of home-based resistance training and neuromuscular electrical stimulation in knee

osteoarthritis: a randomized controlled trial. BMC Musculoskelet Disord 2012; 13: 118.

Burke DW, O’Flynn H. Primary total knee arthroplasty. In: Chapman MW, editor. Chapman’s orthopaedic surgery. 3th ed. Philadelphia: Lippincott Williams and Wilkins Press; 2001. p. 2870-2894.

Burr DB, Gallant MA. Bone remodelling in osteoarthritis. Nature Reviews Rheumatology. 2012;**8**(11):665-73.

Cantürk F. (2003) Diz ekleminin anatomisi ve biyomekaniği, Hipokrat Lokomotor, 4,26;124-30.

Caggiano E, Emrey T, Shirley S, Craik RL. Effects of electrical stimulation or voluntary contraction for strengthening the quadriceps femoris muscles in an aged male population. J Orthop Sports Phys Ther 1994;20:22-8.

Callaghan MJ, Oldham JA. Electric muscle stimulation of the quadriceps in the treatment of patellofemoral pain. Arch Phys Med Rehabil 2004;85(6):956-62.

Caracciolo B, Giaquinto S. Determinants of the subjective functional outcome of total joint arthroplasty. Arch Gerontol Geriatr 2005;41:169-76.

Carr AJ, Robertsson O, Graves S ve ark. Knee replacement. Lancet. 2012;379(9823):1331-40.

Cesare Paul E, Steven B.Abramson. Osteoartrit Patogenezi. İç: Dinçer F, editör. Kelley Romatol 1493-1513

Christensen R, Astrup A, Bliddal H. Weight loss: the treatment choice for knee osteoarthritis? A randomized trial.Osteoarthritis Cartilage 2005; 13: 20-27.

Clarke ED, Scott WN, Insall JN. Anatomy. Insall JN, Scott WN ed(s) In:Surgery Of The Knee 3rd edition, Churchill Livingstone, Philadelphia 2001; Volume 1: 13-77.

Culliford D, Maskell J, Judge A, Cooper C, Prieto-Alhambra D, Arden NK (2015) Future projections of total hip and knee arthroplasty in the UK: results from the UK Clinical Practice Research Datalink. *Osteoarthritis Cartilage* 23(4):594–600.

Croft P, Cooper C, Wickham C, et al. Osteoarthritis of the hip and occupational activity. *Scand J Work Environ Health*. 1992; 18(1):59–63.

Çınar, C., Alanoğlu, E., Sezgin, M., Bal, A., Çakıcı, A. (2003). Diz Osteoartritli Hastalarda Total Diz Artroplastisinin Ağrı, Fonksiyon Ve Sağlıkla İlişkili Yaşam Kalitesi Üzerine Etkisi. SSK Ankara Eğitim ve Araştırma Hastanesi Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Kliniği. *Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon Bilimleri Dergisi*, 6(1):1-7. Ankara

Çidem M, Koyuncu H. Temel Elektroterapi. In: Oğuz H (editor). *Tıbbi Rehabilitasyon*. İstanbul: Nobel tıp Kitabevleri; 2015:259-80.

Dadalto TV, de Souza CP, da Silva EB. Neuromuscular electrical stimulation, exercises against resistance, muscle strength, pain, and motor function in patients with primary osteoarthritis of the knee. 2013; 26 (4): 777-789.

Dagenais S, Haldeman S, Wooley JR. Intraligamentous injection of sclerosing solutions (prolotherapy) for spinal pain: a critical review of the literature. *Spine J* 2005;5:310-28.

Dennisson E, Cooper C. Osteoarthritis: Epidemiology and classification. In: *Rheumatology*, Mosby, 2003; 115-118.

Devers BN, Conditt MA, Jamieson ML, Driscoll MD, Noble PC, Parsley BS. Does greater knee flexion increase patient function and satisfaction after total knee arthroplasty? *The Journal of arthroplasty*. 2011;26(2):178-86.

Devrimsel G, Metin Y, Serdaroglu Beyazal M. Short-term effects of neuromuscular electrical stimulation and ultrasound therapies on muscle architecture and functional capacity in knee osteoarthritis: a randomized study. Clin Rehabil 2018; 4: 26

Di Cesare PE, Abromson SB. Pathogenesis of osteoarthritis. In: Harris ED, Budd RC, Firestein GS, Genovese MC, Sargent JS, Ruddy S, Sledge CB, editors. Kelley's Textbook of Rheumatology, Volume II. Philadelphia: Elsevier Saunders; 2005, 1493–1513.

Dlabach JA. Nontravmatik soft tissue disorders. In: Canale ST, editors. Campbell's Operative Orthopaedics 10th ed. Chicago, Mosby, 2003.

Doral MN, Dönmez G, Atay ÖA, Bozkurt M, Leblebicioğlu G, Üzümcügil A ve ark. Dejeneratif eklem hastalıkları. TOTBĞD Dergisi 2007;6:56-65.

Dulay GS, Cooper C, Dennison EM. Knee pain, knee injury, knee osteoarthritis & work. Best Pract Res Clin Rheumatol. 2015 Jun;29(3):454-61.

Durmuş, D., Alaylı, G., Cantürk, F. (2007). "Effects of quadriceps electrical stimulation program on clinical parameters in the patients with knee osteoarthritis." Clin Rheumatol. May;26(5):674-8.

Ebert JR, Munsie C, Joss B. Guidelines for the early restoration of active knee flexion after total knee arthroplasty: implications for rehabilitation and early intervention. Arch Phys Med Rehabil. 2014;95(6):1135-40.

Enercan M. Total diz artroplastisi orta dönem sonuçlarımız. İstanbul: T.C. Sağlık Bakanlığı Dr.Lütfi Kırdar Kartal Eğitim ve Araştırma Hastanesi. 2004.

Ettinger WH, Burns R, Messier SP, et al. (1997) A randomised trial comparing aerobic exercise and resistance exercise with a health education program in older adults with knee Osteoarthritis; 227: 25-31.

Evcik D, Sonel B. (2002) Effectiveness of a home-based exercise therapy and walking program on osteoarthritis of the knee. *Rheumatol Int*; 22:103-6.

Felson DT, Lawrence RC, Dieppe PA, et al. Osteoarthritis: new insights. Part 1: the disease and its risk factors. *Ann Intern Med*. 2000; 133(8):635–46.

Felson DT. Osteoarthritis as a disease of mechanics. *Osteoarthritis and cartilage*. 2013;21(1):10-5.

Fortin PR, Clarke AE, Joseph L, Liang MH, Tanzer M, Ferland D, Phillip C, Partridge AJ, Belisle P, Fossel AH, Mahomed N. Outcomes of total hip and knee replacement: preoperative functional status predicts outcomes at six months after surgery. *Arthritis Rheum* 1999;42(8):1722-8.

Fransen M, McConnell S, Bell M. Therapeutic exercise for people with osteoarthritis of hip or knee. A systemic review. *J. Rheumatol*. 2002; 29: 1737- 1745.

French HP, Smart KM, Doyle F. Prevalence of neuropathic pain in knee or hip osteoarthritis: a systematic review and meta-analysis. *Semin Arthritis Rheum* 2017;47(1):1-8.

Gaines JM, Metter EJ, Talbot LA. The effect of neuromuscular electrical stimulation on arthritis knee pain in older adults with osteoarthritis of the knee. *Appl Nurs Res* 2004;17(3):201-6.

Ganz SB. Rehabilitation following total knee arthroplasty. In: Sculco TP, Martucci EA editors. *Knee arthroplasty*. New York: Springer-Verlag Wien, 2001. p. 231-239.

Gapeyeva, H., Buht, N., Peterson, K., Erelina, J., Haviko, T., Pääsuke, M. (2007). “Quadriceps femoris muscle voluntary isometric force production and relaxation characteristics before and 6 months after unilateral total knee arthroplasty in women.” *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. Feb;15(2):202-11.

Gelecek N. Osteoartrit ve Fizyoterapi. Algun C (Editör). Fizyoterapi ve Rehabilitasyon. İstanbul: Nobel Tıp Kitabevleri; 2014.s.91-101.

Giesinger K, Hamilton D.F, Jost B, Holzner B, Giesinger J.M, Comparative responsiveness of outcome measures for total knee arthroplasty, Osteoarthritis and Cartilage 22 (2014) 184-189.

Goldring MB, Goldring SR. Articular cartilage and subchondral bone in the pathogenesis of osteoarthritis. Annals of the New York Academy of Sciences. 2010;230-7.

Goldstein TS. Treatment of common problems of the knee joint. Goldstein TS. Geriatric orthopaedics: Rehabilitative management of common problems. Maryland: An Aspen Publ; 1999. p. 109-173.

Golightly YM, Allen KD, Renner JB, et al. Relationship of limb length inequality with radiographic knee and hip osteoarthritis. Osteoarthritis Cartilage. 2007; 15(7):824-9.

Gose JC. Continuous passive motion in the postoperative treatment of patients with total knee replacement. Phsy Ther. 1987; 67 (1) : 39-42.

Göksoy T, Romatizmal Hastalıkların Tanı ve Tedavisi. İç: Cerrahoğlu L,Kokino S, editör. Osteoartrit. Yüce Yay; 2002. S.379- 405.

Guyton J. Arthroplasty of ankle and knee. In: Canale S, editor. Campbell's operative orthopaedics. St. Louis: Mosby; 1998.p.232-95.

Güney H, Kaya D. Artritlik Diz. Baltacı G (Editör). Diz Yaralanmalarında Rehabilitasyon. Ankara: Hipokrat Kitabevi; 2016.s.279-296.

Gwam CU, Mistry JB, Richards IV, Patel D, Patel NG, Thomas M, et al. Does Addition of Adductor Canal Blockade to Multimodal Periarticular Analgesia Improve Discharge Status, Pain Levels, Opioid Use, and Length of Stay after Total Knee Arthroplasty? *The journal of knee surgery*. 2017.

Hamilton N, Luttgens K. The lower extremity: The knee, ankle and foot. In: HamiltonN, Luttgens K, editors. *Kinesiology. Scientific basis of human motion*. 10th ed. USA: The McGraw Hill Press; 2002. p. 182-192.

Hurley MV. Muscle dysfunction and effective rehabilitation of knee osteoarthritis: what we know and what we need to find out. *Arthrit Care Res*. 49(3);444-52, 2003.

Hurley MV, Scott DL, Rees J, Nweham DJ: Sensorimotor changes and functional performance in patients with knee osteoarthritis. *Ann Rheum Dis* 1997;56:641-648

Insall J, Henry D. *Historic Development, Classification, and Characteristics of Knee Prostheses Surgery of the Knee*. New York: Churchill Livingstone; 2001.p.1516-47.

Jacobs CA, Christensen CP. Factors influencing patient satisfaction two to five years after primary total knee arthroplasty. *The Journal of arthroplasty*. 2014;29(6):1189-91

Jones CA, Voaklander DC, Johnston DW, Suarez-Almazor ME. Health related quality of life outcomes after total knee arthroplasties in a community based population. *J Rheumatol* 2000;27(7):1745-52.

Jordan JM. Epidemiology and classification of osteoarthritis. In: Hochberg MC, Silman AJ, Smolen JS, Weinblatt ME, Weisman MH, eds. *Rheumatology*. 4th ed. Spain: Mosby Elsevier; 2008:1691-701.

Jüni P, Hari R, Rutjes AW, Fischer R, Sillelta MG, Reichenbach S, et al. Intra-articular corticosteroid for knee osteoarthritis. *The Cochrane Library*. 2015;22(10):CD005328.

Kahle W, Leonhardt H, Platzer W, Palmer E, Platzer W. Color atlas and textbook of human anatomy. Vol. 1, Locomotor system: Thieme; 2004.

Kapandji A, Kandel MJ, Kapandji I. Physiology of the Joints: Lower Limb: Volume 2: Churchill Livingstone; 1988.

Karaaslan Y. Osteoartrit. MD Yayıncılık, Ankara, 2000;33–38.

Kartus J, Magnusson L, Stener S, Brandsson S, Eriksson BI, Karlsson J. Complications following arthroscopic anterior cruciate ligament reconstruction A 2-5-year follow-up of 604 patients with special emphasis on anterior knee pain. Knee Surg, Sports Traumatol, Arthrosc 1999;7:2-8.

Kehlet H (2013) Fast-track hip and knee arthroplasty. Lancet 11;381(9878):1600–1602.

Kellgren J, Lawrence J. Radiological assessment of osteo-arthritis. Annals of the rheumatic diseases. 1957;16(4):494.

Kutsal, Y.G. (2000) Osteoartroz. Modern Tıp Seminerleri Dizisi, Güneş Kitabevi Yayınları, Ankara, Sayı: 7, 13-46.

Laughman, R.K., Stauffer, R.N., Ilstrup, D.M., Chao, E.Y. (1983). “Strength changes in the normal quadriceps femoris muscle as a result of electrical stimulation.” Phys Ther. Apr;63(4):494-9.

Lawrence RC, Felson DT, Helmick CG, et al. Estimates of the prevalence of arthritis and other rheumatic conditions in the United States. Part II. Arthritis Rheum. 2008; 58(1):26–35.

Low J & Reed A. Electrotherapy Explained Principles and practice. Butterworth Heinemann, 3rd edition, London, 2000, 338-41.

Lynch JA, Baker PL, Polly RE. Continuous Passive Motion: A Prophylaxis for deep venous thrombosis following total knee replacement. 1984, Memphis, TN, Richards Medical Co

Maheshwari AV, Blum YC, Shekhar L, Ranawat AS, Ranawat CS. Multimodal pain management after total hip and knee arthroplasty at the Ranawat Orthopaedic Center. *Clinical orthopaedics and related research*. 2009;467(6):1418-23.

Mangano DT, Wong MG, London MJ, Tubau JF, Rapp JA, Group SoPIR. Perioperative myocardial ischemia in patients undergoing noncardiac surgery—II: incidence and severity during the 1st week after surgery. *Journal of the American College of Cardiology*. 1991;17(4):851-7.

March LM, Cross MJ, Lapsley H, Brnabic AJ, Tribe KL, Bachmeier CJ, Courtenay BG, Brooks pM. Outcomes after hip or knee replacement surgery for osteoarthritis. A prospective cohort study comparing patients' quality of life before and after surgery with age-related population norms. *Med J Aust*. 1999; 171(5):235-8.

Meier W, Mizner RL, Marcus RL, Dibble LE, Peters C, Lastayo PC. Total knee arthroplasty: muscle impairments, functional limitations, and recommended rehabilitation approaches. *J Orthop Sports Phys Ther*. 2008; 38: 246-256.

Messier SP, Loeser RF, Miller GD, et al. Exercise and dietary weight loss in overweight and obese older adults with knee osteoarthritis: the arthritis, diet, and activity promotion trial. *Arthritis Rheum*. 2004; 50(5):1501–10.

Messier, S.P., Gutekunts, D.J., Davis C., Devita P. (2005) Weight Loss Reduces Knee Joint Loads In Overweight and Obese Older Adults With Knee Osteoarthritis. *Arthritis & Rheumatism*. 52; 7; 2026-2032.

Mizner, R.L, Petterson, S.C, Stevens, J.E, Vandenborne, K, Snyder-Mackler, L. (2005). "Early quadriceps strength loss after total knee arthroplasty. The

contributions of muscle atrophy and failure of voluntary muscle activation.” J Bone Joint Surg Am. May;87(5):1047

Mizusaki Imoto A, Peccin S, Gomes da Silva KN, de Paiva Teixeira LE, Abrahão MI, Fernandes Moça Trevisani V. Effects of neuromuscular electrical stimulation combined with exercises versus an exercise program on the pain and the function in patients with knee osteoarthritis: a randomized controlled trial. Biomed Res Int 2013; 2013: 272018.

Monaghan, B., Grant, T., Hing, W., Cusack, T. (2012) Functional exercise after total hip replacement (FEATHER) a randomised control trial. Musculoskeletal Disorders, 13 (1), 237.

Munin MC, Rudy TE, Glynn NW, Crossett LS ve ark. Early inpatient rehabilitation after elective hip and knee arthroplasty. JAMA 1998; 279: 847-852.

Musial F, Michalsen A, Dobos G. Functional chronic pain syndromes and naturopathic treatments: neurobiological foundations. Forsch Komplement Med 2008;15(2):97–103

Mysi WJ, Jackson RD. Electrical Stimulation In: Braddom RL (Ed.). Physical Medicine and Rehabilitation. Philadelphia: WB Saunders Company; 2000:459-87.

Neuman P, Kostogiannis I, Fridén T, Roos H, Dahlberg LE, Englund M. Patellofemoral osteoarthritis 15 years after anterior cruciate ligament injury: a prospective cohort study. Osteoarthritis Cartilage 2009;17:284-90.

NIH Consensus Statement on total knee replacement. NIH Consensus State Sci Statements. 2003; 20: 1-34.

Otterness G, Eckstein F. Women have thinner cartilage and smaller joint surfaces than men after adjustment for body height and weight. *Osteoarthritis and Cartilage* 2007; 15:666-672.

Özdiñler AR, Tarakçı E, Hüseyinsioğlu BE, ark. (2013) Fiziksel Modaliteler ve Elektroterapi kitabı. İstanbul Tıp Kitabevi, 1. Baskı, s.7-8, 43-45.

Öztürk C, Akşit R. Tedavide Sıcak ve Soğuk, İçinde Tıbbi Rehabilitasyon, Nobel Tıp Kitabevleri, 2004.

Palmieri-Smith RM, Thomas AC, Karvonen-Gutierrez C and Sowers M. A clinical trial of neuromuscular electrical stimulation in improving quadriceps muscle strength and activation among women with mild and moderate osteoarthritis. *Phys Ther* 2010; 90 (10): 1441–1452.

Park KK, Shin KS, Chang CB, Kim SJ, Kim TK. Functional disabilities and issues of concern in female Asian patients before TKA. *Clinical orthopaedics and related research*. 2007;461:143-52.

Petterson LF. Current status of total knee arthroplasty. *Arch Surg*.1977; 112:1099-02.

Porcheret M, Jordan K, Croft P. Treatment of knee pain in older adults in primary care: development of an evidence-based model of care. *Rheumatology*. 2006;46(4):638-48.

Porter S,.Tidys physiotherapy. 13rd edition Butterworth Heinemann.2008:417-418

Rat AC, Guillemin F, Osnowycz G, et al. Total hip or knee replacement for osteoarthritis: mid-and longterm quality of life. *Arthritis Care Res (Hoboken)*. 2010;62(1):54-62

Richardson WJ, Gorrett WE. Clinical uses of continuous passive motion. Contemporary Orthopaedics. 1985; 10: 75-79

Ritter MA, Hartty LD, Davis KE: Predicting range of motion after total knee arthroplasty, J Bone Joint Surg, 85A: 1278-1285, 2003

Rjeski WJ, Focht BC, Messier SP. Obese older adults with knee osteoarthritis: Weight loss, exercise and quality of life. Health Psychology 2002; 21(5):419-426.

Rowe PJ, Myles CM, Walker C, Nutton R. Knee joint kinematics in gait and other functional activities measured using flexible electrogoniometry: how much knee motion is sufficient for normal daily life? Gait & posture. 2000;12(2):143-55.

Rutherford RW, Jennings JM, Dennis DA. Enhancing Recovery After Total Knee Arthroplasty. Orthop Clin N Am 2011;48:391–400.

Ryu, J., Saito, S., Yamamoto, K., Sano, S. Factors influencing the postoperative range of motion in total knee arthroplasty. Bulletin (Hospital for Joint Diseases (New York)), 1992; 53 (3), 35-40.

Sachs RA, Daniel DN, Stone ML, Garfein RF. Patellofemoral problems after anterior cruciate ligament reconstruction. Am J Sports Med 1989;17:760-5.

Saladin KS. Joints. Saladin KS. Human anatomy. Boston: McGraw-Hill Higher Education; 2005. p.243-250.

Sarıdoğan M. Tanıdan Tedaviye Osteoartrit. Nobel Tıp Kitapevleri. 2007(s1):9

Sarzi-Puttini P, Cimmino MA, Scarpa R, Caporali R ve ark. Osteoarthritis: an overview of the disease and its treatment strategies. Semin Arthritis Rheum. 2005; 35:41.

Scuderi, G.R., Tria, A.J. (2006). Knee Arthroplasty Handbook: Techniques in Total Knee and Revision Arthroplasty: Springer.

Segal NA, Glass NA. Is quadriceps muscle weakness a risk factor for incident or progressive knee osteoarthritis? The Physician and sportsmedicine. 39(4);44-50, 2011.

Shafshak TS. Electroacupuncture and exercise in body weight reduction and the wire application in patients with knee osteoarthritis. Am J Chin Med 1995;23(1): 15-25.

Shelbourne KD, Trumper R. Preventing anterior knee pain after anterior cruciate ligament reconstruction. Am J Sports Med 1997;25:41-7.

Shoemaker SC, Skyhar MJ, Simmons TC. Rehabilitation of the knee. Nickel VL ed. In: Orthopaedic Rehabilitation 2nd edition, Churchill Livingstone, New York 1992: 791-802

Silva, M, Shepherd, E.F, Jackson, W.O, Pratt, J.A, McClung, C.D, Schmalzried, T.P. (2003). "Knee strength after total knee arthroplasty." J Arthroplasty. Aug;18(5):605-11

Snell RS. (1984) Clinicial anatomy; knee joint. 4th ed. Bostob: little Brown& Co. Society KK. Guidelines for the management of postoperative pain after total knee arthroplasty. Knee surgery & related research. 2012;24(4):201-7.

Solomon L. Clinical Features of Osteoarthritis Kelley's Textbook of Rheumatology 6th edition. Ed. Kelley WN, Harris ED, Ruddy S. W Saunders Company, Philedlphia 2001 1409-18.

Spector P, Laufer Y, Elboim GM, Kittelson A, Stevens LJ, Maffiuletti NA (2016) Neuromuscular electrical stimulation therapy to restore quadriceps muscle function

in patients after orthopaedic surgery: a novel structured approach. J Bone Joint Surg Am 98:2017–2024.

Spector TD, Cicuttini F, Baker J, et al. Genetic influences on osteoarthritis in women: a twin study. BMJ. 1996; 312(7036):940–3.

Spiro JOA. e theurapeutic acupuncture for chronic pain. Pain 1979;7:359-365.

Srikanth VK, Fryer JL, Zhai G, et al. A meta-analysis of sex differences prevalence, incidence and severity of osteoarthritis. Osteoarthritis Cartilage. 2005; 13(9):769–81.

Steultjens M, Dekker J, Van Baar M, Oostendorp R, Bijlsma J. Range of joint motion and disability in patients with osteoarthritis of the knee or hip. Rheumatology. 2000;39(9):955-61.

Tandoğan R. Klinik diz biomekaniği. In: Tandoğan R, Alparslan M, editors. Diz cerrahisi. Ankara: Haberal Eğitim Vakfı;1999.p. 19-28.

Tew M, Forster IW, Wallace WA. Effect of total knee arthroplasty on maximal flexion. Clinical orthopaedics and related research. 1989(247):168-74

Tune N. (1994) Romatizmal Hastalılar. Hacettepe Taş Yayıncılık, 3. Baskı, Ankara

Tuncer T, Çay HF, Kaçar C, Altan L, Atik OŞ, Aydın A. Diz osteoartrit tedavisinde kanıta dayalı öneriler: Türkiye Romatizma Araştırma ve Savaş Derneği uzlaşısı raporu. Turk J Rheumatol. 27(1);1-17, 2012.

Turgut BH, Hatipoğlu SE, Doğruyol İ. (1998) Hareket Sistemi Anatomisi, Nobel Tıp Kitabevi

Tüzün F. Hareket Sistemi Hastalıkları, Nobel Tıp Kitabevleri, 1997; 235–241.

Vas J, Méndez C, Perea-Milla E, Vega E, Panadero MD, León JM, et al. Acupuncture as a complementary therapy to the pharmacological treatment of osteoarthritis of the knee: randomised controlled trial. *BMJ*. 2004;329: 1216.

Vaz MA, Baroni BM, Geremia JM, Lanferdini FJ, Mayer A, Arampatzis A, Herzog W. Neuromuscular electrical stimulation (NMES) reduces structural and functional losses of quadriceps muscle and improves health status in patients with knee osteoarthritis. *J Orthop Res* 2013; 31 (4): 511-516.

Ware JE Jr, Sherbourne CD. The MOS 36-item short-form health survey (SF-36). I. Conceptual framework and item selection. *Med Care* 1992;30:473-83.

Weber DC, Brown AW. Physical agent modalities. In Braddom RL (ed). *Physical Medicine & Rehabilitation*. Philadelphia: WB Saunders, 1996:449-463.

Wisner DH. A stepwise logistic regression analysis of factors affecting morbidity and mortality after thoracic trauma: effect of epidural analgesia. *The Journal of trauma*. 1990;30(7):799-804; discussion -5.

Wluka AE, Cicuttini FM, Spector TD. Menopause, oestrogens and arthritis. *Maturitas*. 2000; 35(3):183–99.

Yılmaz C. Osteoartrit nedeniyle primer total diz artroplastisi uygulanan olguların değerlendirilmesi. Dr Lütfi Kırdar Kartal Eğitim ve Araştırma Hastanesi, İstanbul, 2006.

Zhang W, Moskowitz R, Nuki G, Abramson S, Altman R, Arden N, et al. OARSI recommendations for the management of hip and knee osteoarthritis, part I: critical appraisal of existing treatment guidelines and systematic review of current research evidence. *Osteoarthritis and cartilage*. 2007;15(9):981-1000.

Zhang, Y., & Jordan, J.M. (2008). Epidemiology of Osteoarthritis. *Rheumatic Disease Clinics of North America*, 34(3), 515–529.