

T.C.

HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ

SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**TOTAL DİZ ARTROPLASTİSİ UYGULANAN HASTALARDA
NÖROMUSKÜLER ELEKTRİK STİMULASYONU VE
ELEKTROMYOGRAFİK BİOFEEDBACK UYGULAMASININ
ERKEN DÖNEM REHABİLİTASYON SONUÇLARI ÜZERİNE ETKİSİ**

Uzm. Fzt. Seyit ÇITAKER

Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Programı

DOKTORA TEZİ

ANKARA

2008

Sağlık Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğü'ne:

Bu çalışma jürimiz tarafından Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Program'ında Doktora Tezi olarak kabul edilmiştir.

Jüri Başkanı: Prof. Dr. Gül Şener
Hacettepe Üniversitesi



Danışman: Prof. Dr. İnci Yüksel
Hacettepe Üniversitesi



Üye: Prof. Dr. Filiz Can
Hacettepe Üniversitesi



Üye: Prof. Dr. Bülent Atilla
Hacettepe Üniversitesi



Üye: Prof. Dr. Uğur Cavlak
Pamukkale Üniversitesi



ONAY:

Bu tez, Hacettepe Üniversitesi Lisansüstü Eğitim-Öğretim ve Sınav Yönetmeliği'nin ilgili maddeleri uyarınca yukarıdaki jüri üyeleri tarafından uygun görülmüş ve Enstitü Yönetim Kurulu kararıyla kabul edilmiştir.



Prof. Dr. Hakan S. Orer
Enstitü Müdürü

TEŞEKKÜR

Yazar, bu çalışmanın gerçekleştirilmesine katkılarından dolayı, aşağıda adı geçen kişilere içtenlikle teşekkür eder.

Prof. Dr. İnci YÜKSEL, tez danışmanı olarak çalışmanın oluşmasında, içeriğinin düzenlenmesinde, yürütülmesinde ve tez sonuçlarının yorumlanmasında akademik bilgi ve deneyimleri ile büyük katkıda bulunmuş, değerli fikirleri ile yol göstermiş ve desteğini hiç esirgememiştir.

Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Bölüm Başkanı Prof. Dr. Gül ŞENER, çalışmanın yürütülmesi aşamasında manevi desteği ile yol gösterici olmuştur.

Prof. Dr. Bülent ATILLA, tez izleme komitesinde yer almış, çalışmanın oluşmasında, içeriğinin düzenlenmesinde ve yürütülmesinde, akademik bilgi ve deneyimleri ile katkıda bulunmuş ve desteğini esirgememiştir.

Prof. Dr. Filiz CAN, tez izleme komitesinde yer almış, çalışmanın oluşmasında ve içeriğinin düzenlenmesinde akademik bilgi ve deneyimleri ile katkıda bulunmuştur.

Prof. Dr. Nuray KIRDI, çalışmanın içeriğinin düzenlenmesinde akademik bilgi ve deneyimleri ile katkıda bulunmuştur.

Prof. Dr. Yavuz YAKUT, çalışmanın istatistiksel analiz ve sonuçlarının değerlendirilmesinde akademik bilgi ve deneyimleri ile katkıda bulunmuştur.

Prof. Dr. Bülent ATILLA, Prof. Dr. Mazhar TOKGÖZOĞLU ve Prof. Dr. Mümtaz ALPARSLAN, çalışmanın gerçekleşmesi için hasta desteği sağlamışlardır.

Uzm. Fzt. Defne KAYA ve Uzm. Fzt. Gizem İrem GÜVENDİK, çalışmanın her aşamasında yardımcı ve destek olmuşlardır.

Uzm. Dr. Ahmet Refik İMAMECİOĞLU, çalışmanın her aşamasında yardımcı ve destek olmuştur.

Hacettepe Üniversitesi Ortopedi ve Travmatoloji Anabilim Dalı'nda çalışan tüm öğretim üyeleri, asistanlar, hemşireler ve diğer çalışanlar tez hastalarının alınmasında destek sağlamışlardır.

Sevgili ailem, her zaman olduğu gibi çalışma sırasında da yoğun ilgi ve desteklerini esirgememişlerdir.

Bu tezde kağıt tasarrufu amacı ile %90 oranında e-kaynak ve kütüphane ödünç verme sistemi kullanılmıştır.

ÖZET

ÇITAKER, S. Total Diz Artroplastisi Uygulanan Hastalarda Nöromusküler Elektrik Stimulasyonu ve Elektromyografik Biofeedback Uygulamasının Erken Dönem Rehabilitasyon Sonuçları Üzerine Etkisi. Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Programı Doktora Tezi, Ankara, 2008. Osteoartrit nedeni ile total diz artroplastisi yapılan hastalarda M. Quadriceps femoris'in refleks inhibisyona uğrayabildiği yapılan çalışmalar ile gösterilmiştir. Oluşan inhibisyonun hangi yöntemler ile daha iyi tedavi edilebileceğine yönelik karşılaştırmalı çalışma bulunmamaktadır. Bu çalışmanın amacı, osteoartrit nedeni ile total diz artroplastisi uygulanan ve M. Quadriceps femoris'te inhibisyon görülen hastalarda iki farklı tedavi yöntemi olan *Nöromusküler Elektrik Stimulasyonu* (NMES) ve *Elektromyografik Biofeedback* (EMG-B) uygulamasının erken dönem rehabilitasyon sonuçları üzerine etkisini karşılaştırmaktır. Osteoartrit nedeni ile total diz artroplastisi uygulanan 20 hasta rastgele yöntem ile iki gruba ayrılmıştır. Tüm hastalara normal eklem hareket genişliği, ağrı, çevre, motor ünite aksiyon potansiyeli ölçümü, fonksiyonel testler (Timed-Up and Go, 12 metre kendi hızında yürüme, 10 basamak merdiven çıkma-inme) ve *Knee Society Rating System* değerlendirmeleri yapılmıştır. Her iki gruba aynı rehabilitasyon programı verilmiştir. Farklı olarak bir grubun M. Quadriceps femoris'ine NMES, diğerine ise EMG-B uygulanmıştır. Tedavi sonrası aktif 90° diz fleksiyonu yapabilen, destek ile bağımsız 20 metre yürüyebilen, 10°'den az diz ekstansiyon kaybı olan ve 10 basamak merdiveni bağımsız olarak çıkıp-inebilen hastalar taburculuk kriterlerini tamamlamış kabul edilmiştir. Bulgulara göre her iki yöntem de postoperatif erken dönemde, diz ekstansiyon kaybını azaltmış ve motor ünite aksiyon potansiyelini arttırmıştır ($p<0.05$). İstatistiksel olarak anlamlı fark bulunmasa da NMES uygulanan grup hastanede daha kısa süre kalmıştır ($p>0.05$). Diz ekstansiyon kaybını azaltmada ise NMES uygulaması EMG-B uygulamasından daha etkin bulunmuştur ($p=0.05$). Sonuç olarak; osteoartrit nedeni ile total diz artroplastisi uygulanan hastalarda, NMES uygulanan hastaların postoperatif erken dönem rehabilitasyon sonuçları EMG-B uygulananlardan daha iyidir.

Anahtar Kelimeler: Total Diz Artroplastisi, Nöromusküler Elektrik Stimulasyonu, Elektromyografik Biofeedback, Ekstansiyon Kaybı, Hastanede Kalma Süresi.

ABSTRACT

CITAKER, S. The Effects of Neuromuscular Electrical Stimulation and Electromyographic Biofeedback Application on Early Period Rehabilitation Results of Patients with Total Knee Arthroplasty. Hacettepe University Institute of Health Sciences, Physical Therapy and Rehabilitation Programme Doctorate Thesis, Ankara, 2008.

Many studies showed that M. Quadriceps femoris muscles of patients with total knee arthroplasty due to osteoarthritis might have reflex inhibition. However there has not been any comparative studies on which methods that developed inhibition can be cured better with. The aim of this study was to compare the effects of two different treatment methods those were *Neuromuscular Electrical Stimulation* (NMES) and *Electromyographic Biofeedback* (EMG-B) application on early period rehabilitation results of patients who have gone through total knee arthroplasty due to osteoarthritis and whose quadriceps femoris muscles have been inhibited later on. Firstly, twenty patients who have got total knee arthroplasty with the cause of osteoarthritis are randomly divided into two groups. The Range of Motion, Pain, Thigh circumference, *Motor Unit Action Potential* Measuring, Functional Tests (Timed-up and go, 12 meters self paced walking, 10 steps up and down) and *Knee Society Rating System* assessments have been implemented on all of the cases. An identical rehabilitation programme is given to the both groups. Differently, NMES has been applied on M. Quadriceps femoris muscles of one group, while in the other group EMG-B has been applied on M. Quadriceps femoris muscles. Patients who can perform 90° active knee flexion, who can freely walk 20 meters with support, who have less than 10° knee extension limitation and who can go up and down 10 steps on their own are accepted as succeeded discharging criteria. According to findings both methods decreased knee extension limitation and increased motor unit action potential during the postoperative early period ($p<0.05$). NMES group stayed shorter in the hospital although there isn't statistically significant difference ($p>0.05$). NMES is more effective than EMG-B on decreasing knee extension limitation ($p=0.05$). In conclusion, NMES application during early rehabilitation period has better results than EMG-B application in patients with osteoarthritis who had total knee arthroplasty.

Key words: total knee arthroplasty, neuromuscular electrical stimulation, electromyographic biofeedback, knee extension limitation, length of hospitalization.

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ONAY SAYFASI	iii
TEŞEKKÜR	iv
ÖZET	v
ABSTRACT	vi
İÇİNDEKİLER	vii
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	ix
ŞEKİLLER DİZİNİ	x
TABLolar DİZİNİ	xi
1. GİRİŞ	1
2. GENEL BİLGİLER	4
2.1. DİZ EKLEMİNİN ANATOMİSİ	4
2.1.1. Kemik Yapılar	4
2.1.2. Menisküsler	5
2.1.3. Diz Eklemine Bağları	5
2.1.4. Kaslar	7
2.1.5. Bursalar	8
2.1.6. Sinirler	9
2.1.7. Damarlar	9
2.1.8. Proprioseptif Duyu	9
2.2. DİZ EKLEMİNİN BİYOMEKANİĞİ	10
2.3. OSTEOARTRİT	12
2.4. CERRAHİ TEDAVİ	15
2.4.1. Total Diz Protezi Komponentlerinin Sınıflaması ve Seçimi	16
2.4.2. Total Diz Artroplastisi Sonrası Gelişebilecek Komplikasyonlar	18
2.5. POSTOPERATİF TEDAVİ	20
2.5.1. Nöromusküler Elektrik Stimulasyonu	22
2.5.2. Elektromyografik Biofeedback	23
2.5.3. Hastanede Kalma Süresi	24
2.5.4. Fonksiyonel Düzey	24
2.6. REFLEKS İNHİBİSYON	25

BİREYLER VE YÖNTEM	27
3.1. Bireyler	27
3.2. Yöntem	28
3.3. İstatistiksel Analiz	37
BULGULAR	38
TARTIŞMA	56
SONUÇ ve ÖNERİLER	74
KAYNAKLAR	76
EKLER	
EK 1: Hasta Değerlendirme Formu	
EK 2: Hasta Egzersiz Formu	
EK 3. Knee Society Rating System	

SİMGELER VE KISALTMALAR

AÇB: Arka çapraz bağ

EMG-B: Elektromyografik biofeedback

KSS: Knee Society Rating System

MUAP: Motor Ünite Aksiyon Potansiyeli

NAS: Nümerik analog skala

NMES: Nöromusküler elektrik stimülasyonu

NSAI: Nonsteroid antienflamatuar

ÖÇB: Ön çapraz bağ

SPH: Sürekli pasif hareket

WHO: World Health Organization

cm: Santimetre

m : Metre

kg : Kilogram

N : Newton

% : Yüzde

° : Derece

VKI: Vücut kitle indeksi

kg/m²: basınç birimi

n: Hasta sayısı

p: İstatistiksel yanılma payı

SPSS: Statistical Package for the Social Sciences (İstatistik Paket Programı - Windows tabanlı 11,5 versiyonu)

SH: Standart hata

U: Mann-Whitney U Testi

X: Aritmetik Ortalama

Z: Wilcoxon İstatistik Analiz Yöntemi

ŞEKİLLER

	Sayfa
Şekil 2.1 Diz osteoartriti	12
Şekil 2.2 Total diz artroplastisi	15
Şekil 2.3 NexGen LPS- Fleks (Zimmer®) protez	28
Şekil 2.4 Timed-Up and Go Testi	31
Şekil 2.5 Elektrot yerleşim yerlerinin belirlenmesi ve uygulamaya hazırlık	35
Şekil 2.6 EMG-B uygulaması	35
Şekil 2.7 NMES uygulaması	36
Şekil 4.1. Fonksiyonel test süreleri ile ilgili bulgular	42
Şekil 4.2. Diz hareket genişliği ile ilgili bulgular	44
Şekil 4.3. Ağrı şiddeti ile ilgili bulgular	47
Şekil 4.4. Çevre ölçüm sonuçları ile ilgili bulgular	50
Şekil 4.5. Preoperatif, postoperatif 1. gün ve taburculuk günü MUAP sonuçları	52
Şekil 4.6. Preoperatif dönem- postoperatif 1. gün ve Postoperatif 1. gün – taburculuk günü MUAP farkları	52
Şekil 4.7. Postoperatif 1. gün ve taburculuk günü yürüme mesafesi	54
Şekil 4.8. Ortalama hastanede kalma süresi	54

TABLOLAR

	Sayfa
Tablo 4.1. Fiziksel özelliklerin gruplar arası karşılaştırılması.	38
Tablo 4.2. Hastaların cinsiyet ve dominant taraf dağılımları.	38
Tablo 4.3. Hastaların eğitim ve meslek dağılımları.	39
Tablo 4.4. Preoperatif KSS diz ve fonksiyon skorlarının gruplar arası karşılaştırılması.	40
Tablo 4.5. EMG-B grubunun preoperatif ve taburculuk sırasındaki fonksiyonel test sonuçlarının karşılaştırılması.	37
Tablo 4.6. NMES grubunun preoperatif ve taburculuk fonksiyonel test sonuçlarının karşılaştırılması.	41
Tablo 4.7. Preoperatif ve taburculuk fonksiyonel test sonuçlarının gruplar arası karşılaştırılması.	41
Tablo 4.8. EMG-B grubunun preoperatif ve taburculuk sırasındaki diz hareket genişliğinin karşılaştırılması.	42
Tablo 4.9. EMG-B grubunun postoperatif 1. gün ve taburculuk sırasındaki diz hareket genişliğinin karşılaştırılması.	43
Tablo 4.10. NMES grubunun preoperatif ve taburculuk diz hareket genişliğinin karşılaştırılması.	43
Tablo 4.11. NMES grubunun postoperatif 1. gün ve taburculuk diz hareket genişliğinin karşılaştırılması.	43
Tablo 4.12. Postoperatif 1. gün ve taburculuk diz hareket genişliğinin gruplar arası karşılaştırılması.	44
Tablo 4.13. EMG-B grubunun preoperatif ve taburculuk günü istirahat ve aktivite ağrı şiddetlerinin karşılaştırılması	45
Tablo 4.14. EMG-B grubunun postoperatif 1. gün ve taburculuk günü istirahat ve aktivite ağrı şiddetlerinin karşılaştırılması.	45
Tablo 4.15. NMES grubunun preoperatif ve taburculuk günü istirahat ve aktivite ağrı şiddetlerinin karşılaştırılması.	46
Tablo 4.16. NMES grubunun postoperatif 1. gün ve taburculuk günü istirahat ve aktivite ağrı şiddetlerinin karşılaştırılması.	46

Tablo 4.17. Preoperatif ve taburculuk günü istirahat ve aktivite ağrı şiddetlerinin gruplar arası karşılaştırılması	46
Tablo 4.18. EMG-B grubunun preoperatif ve postoperatif 1. gün femur medial kondil ve 9 cm yukarısı çevre ölçüm farklarının karşılaştırılması	47
Tablo 4.19. EMG-B grubunun postoperatif 1. gün ve taburcu femur medial kondil ve 9 cm yukarısı çevre ölçüm farklarının karşılaştırılması	48
Tablo 4.20. NMES grubunun preoperatif ve postoperatif 1. gün femur medial kondil ve 9 cm yukarısı çevre ölçüm farklarının karşılaştırılması	48
Tablo 4.21. NMES grubunun postoperatif 1. gün ve taburculuk sırasındaki femur medial kondil ve 9 cm yukarısı çevre ölçüm farklarının karşılaştırılması	48
Tablo 4.22. Preoperatif ve postoperatif 1. gün çevre ölçüm farklarının gruplar arası karşılaştırılması	49
Tablo 4.23. Postoperatif 1. gün ve taburculuk çevre ölçüm farklarının gruplar arası karşılaştırılması.	49
Tablo 4.24. EMG-B grubunda yer alan hastaların preoperatif ve postoperatif 1. gün MUAP farklarının karşılaştırılması	50
Tablo 4.25. EMG-B grubunda yer alan hastaların postoperatif 1. gün ve taburculuk günü MUAP farklarının karşılaştırılması	50
Tablo 4.26. NMES grubunda yer alan hastaların preoperatif ve postoperatif 1. gün MUAP farklarının karşılaştırılması	51
Tablo 4.27. NMES grubunda yer alan hastaların postoperatif 1. gün ve taburculuk günü MUAP farklarının karşılaştırılması	51
Tablo 4.28. Preoperatif ve Postoperatif 1. gün motor ünite aksiyon potansiyellerinin gruplar arası karşılaştırılması	51
Tablo 4.29. Postoperatif 1. gün ve taburculuk günü motor ünite aksiyon potansiyellerinin gruplar arası karşılaştırılması	52
Tablo 4.30. Postoperatif 1. gün ve Taburculuk Günü Yürüme Mesafesi ile İlgili Bulguların Karşılaştırılması	53
Tablo 4.31. Postoperatif 1.gün ve taburculuk günü yürüme mesafesinin gruplar arası karşılaştırılması.	53
Tablo 4.32. Hastanede kalma sürelerinin gruplar arası karşılaştırılması	54

Tablo 4.33. Düz bacak kaldırma ve sandalyeye transfer sürelerinin gruplar arası karşılaştırılması.

55

1. GİRİŞ

Osteoartrit, esas olarak eklem kıkırdığını etkileyen dejeneratif bir hastalıktır. Gelişmekte olan ülkelerde en fazla yetersizliğe neden olan on hastalıktan birisidir. Dünya üzerinde 60 yaş üzerindeki erkeklerin %9,6'sının, kadınların ise %18'inin semptomatik osteoartriti olduğu belirtilmektedir. Osteoartritli kişilerin %80'inde hareket limitasyonu gelişmekte ve %25'i günlük yaşam aktivitelerini yerine getirememektedir (WHO).

Bu hastalarda tedavide son seçenek olan artroplasti operasyonları gerek kullanılan malzeme, gerekse cerrahi operasyon ve ek tedaviler ile sağlık harcamalarının önemli bir kısmını oluşturmaktadır. Bu tür bir cerrahi yaklaşımda operasyon veya operasyon sonrasında uygulanan tedaviler başarılı olmaz ise yapılan harcamalar boşa gitmekte ve aynı işlemlerin tekrarı gerekebilmektedir. Bu da hasta sağlığında ve ülke ekonomisinde önemli bir kayba neden olmaktadır.

Total diz artroplastisinin ileri derecede diz osteoartriti olan hastalarda ağrıyı başarılı bir şekilde azalttığı ve fonksiyonel bir hareket genişliği sağladığı, yapılan çalışmalar ile gösterilmiştir (1, 2, 3). Bu olumlu sonuçlara karşın hastaların cerrahiden bir yıl sonra bile aynı yaştaki kişilerden yaklaşık %50 daha az yürüme ve merdiven çıkma hızlarına sahip oldukları rapor edilmiştir (4). Total diz artroplastisinde erken postoperatif değişikliklere yönelik çalışmalar nadir olmakla birlikte var olan kanıtlar, hastaların ilk bir ayda preoperatif M. Quadriceps femoris kuvvetlerinin yaklaşık %60'ını kaybettikleri (5-7) ve bu kaybın uzun süre devam ettiği yönündedir (8, 9). Hurley ve diğerleri (10), yaptıkları çalışmada diz osteoartritli hastalarda eklem hasarının M. Quadriceps femoris motor nöron uyarılabilirliğini azalabileceğini, bunun da kasın istemli aktivasyonunu ve proprioseptif duyarlılığını azaltarak zayıflamasına neden olabileceğini belirtmişlerdir. Yazarlar, M. Quadriceps femoris'in sensorimotor fonksiyonundaki artrojenik tutulumun ve azalmış postüral stabilitenin, hastaların azalmış fonksiyonel performansları ile ilişkili olduğunu göstermişlerdir. Diz osteoartritin M. Quadriceps femoris'i etkilemesi durumunda hastaların denge, yürüme, mobilite ve fonksiyonlarının etkilenebileceğini bildirmişlerdir. Palmieri ve diğerleri (11), artrojenik kas inhibisyonunun diz eklem yaralanması sonrası M. Quadriceps femoris'in aktivasyonunu önleyerek rehabilitasyonu engellediğini bildirmişlerdir. Mekanizması henüz açıklanamamış

olan artrojenik kas inhibisyonunun kuvvet kazanımını ve normal proprioseptif fonksiyonun restorasyonunu engellediği, kalıcı fonksiyonel yetersizliklere neden olduğu belirtilmektedir (12, 13). Literatürde deneysel olarak oluşturulmuş ya da cerrahi sonrası görülen M. Quadriceps femoris refleks inhibisyonunun tedavisi için önerilen yöntemler; Nöromusküler Elektrik Simülasyonu (NMES), Elektromyografik Biofeedback (EMG-B) (5-7, 13) veya buz uygulamasıdır (14).

NMES motor nöronların ateşlenmesini sağlayarak immobilizasyon periyodu ve sonrasında kas kütlesini korumakta ve kası güçlendirmektedir. Bu sayede kasların fasilasyon ve reedükasyonu ile istemli motor kontrolü artırmaktadır (15). Kasın kuvvetli kontraksiyonunu engelleyen ağrı, şişlik, yorgunluk veya motor kontrol kaybı gibi durumlarda NMES'nin istemli egzersiz ile birlikte kullanılan etkin bir tedavi yöntemi olduğu gösterilmiştir (16).

EMG-B cihazı, myoelektrik sinyalleri görsel veya işitsel sinyallere dönüştürerek kasın eğitimini sağlamakta ve hastaya istenen yanıtı nasıl ortaya çıkarabileceğini öğretmektedir (17). Draper ve Ballard (18), ön çapraz bağ cerrahisi sonrası EMG-B uygulamasının sadece elektrik stimülasyonu uygulamasına oranla daha etkin diz ekstansiyonu sağladığını göstermiştir. Gotlin ve diğerleri (19), total diz artroplastili hastalarda iyileşme süresince elektrik stimülasyonu uygulamasının ekstansiyon kaybını etkin bir şekilde azalttığını ve hastanede kalma süresini kısalttığını belirtmişlerdir.

Yapmış olduğumuz literatür taramaları sonucunda total diz artroplastisi sonrası M. Quadriceps femoris'e yapılan NMES ve EMG-B uygulamalarının erken dönem rehabilitasyon sonuçları üzerine etkisini karşılaştıran herhangi bir çalışmaya rastlanmamıştır.

Bu çalışmanın amacı; total diz artroplastisi uygulanan hastalarda, postoperatif erken dönem rehabilitasyon sonuçlarını iyileştirmek için en etkin fizik tedavi yöntemini belirlemek, böylece hem sağlık maliyetinin azaltılmasına hem de hastanın daha kontrollü ve fonksiyonel bir düzeyde taburcu edilmesine katkıda bulunmaktır.

Çalışmanın hipotezleri;

Hipotez 1: Total diz artroplastili hastalarda hastanede kalma süresini azaltmada EMG-B uygulaması NMES uygulamasından daha etkindir.

Hipotez 2: Total diz artroplastili hastalarda hastanede kalma süresini azaltmada NMES uygulaması EMG-B uygulamasından daha etkindir.

Hipotez 3: Total diz artroplastili hastalarda hastanede kalma süresini azaltmada NMES uygulaması ile EMG-B uygulaması arasında fark yoktur.

Hipotez 4: Total diz artroplastili hastalarda diz fleksiyonunu artırmada EMG-B uygulaması NMES uygulamasından daha etkindir.

Hipotez 5: Total diz artroplastili hastalarda diz fleksiyonunu artırmada NMES uygulaması EMG-B uygulamasından daha etkindir.

Hipotez 6: Total diz artroplastili hastalarda diz fleksiyonunu artırmada NMES uygulaması ile EMG-B uygulaması arasında fark yoktur.

Hipotez 7: Total diz artroplastili hastalarda diz ekstansiyon kaybını azaltmada EMG-B uygulaması NMES uygulamasından daha etkindir.

Hipotez 8: Total diz artroplastili hastalarda diz ekstansiyon kaybını azaltmada NMES uygulaması EMG-B uygulamasından daha etkindir.

Hipotez 9: Total diz artroplastili hastalarda diz ekstansiyon kaybını azaltmada NMES uygulaması ile EMG-B uygulaması arasında fark yoktur.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. DİZ EKLEMİNİN ANATOMİSİ

Diz, yapısı itibarı ile vücuttaki en karmaşık ve en geniş sinovyal eklemdir. Her ne kadar menteşe tipi bir eklem olduğu söylene de, diz eklemi 3 nedenden ötürü basit bir menteşe tipi eklem değildir.

- 1- Fleksiyon süresince femur tibial plato üzerinde öne hareket ederken ekstansiyon süresince arkaya doğru hareket eder.
- 2- Ekstansiyonun son safhası süresince eklemdede biraz medial rotasyon oluşurken, fleksiyonun erken safhalarında lateral rotasyon meydana gelmektedir.
- 3- Femur ile tibia kondilleri arasında yer alan ve fibrokartilajinöz disklerden oluşan menisküsler, femurun eklem yaptığı yüzeyin şeklini alırlar ve hareket süresince bir miktar yer ve şekil değiştirebilirler (20).

2.1.1. Kemik Yapılar

Diz eklemi, femur, tibia kondilleri ve patella arasında yer alır. Femurun eklemi oluşturan distal ucu iki kondilden oluşmuştur ve interkondiler çentik her iki kondili birleştirir. Medial femoral kondil daha büyük ve eğriliği daha simetriktir. Lateral kondilin eğriliği ise arkada daha keskin olarak artar. Lateral kondilin uzun aksı medial kondile göre daha uzun olup, vertikal planda yerleşmiştir (21, 22). Bu da sagittal planda kondillerin eksentrik yerleşmesine ve *mil desteği* olarak adlandırılan bir mekanizma ile ekstansiyonda bağların gerilmesine, fleksiyonda ise gevşemesine neden olur (21). Lateral kondil öne doğru daha çıkıntılıdır, bu da büyük olasılıkla M. Quadriceps femoris'in çekmesi ile patellanın laterale yer değiştirmesini kontrol etmek içindir (22).

Tibia eklem yüzü, medail ve lateral tibia kondilleri ile bunları birbirinden ayıran interkondiler mesafeden oluşur (21). Transvers düzlemde medial kondil iç bükey, lateral kondil ise dış bükeydir (21, 22). Antero-posterior yönde medial tibial yüzey lateralden daha uzundur (22). Femoral kondillerin şekil ve akslarındaki vertikal düzleme göre farklılıkları ile tibial kondillerin yüzlerindeki farklılık *screw home* mekanizması ile dizin tam ekstansiyon hareketinde femurda iç, tibiada ise dış rotasyonunun pasif olarak gerçekleşmesini sağlar (21).

Patella sesamoid kemiğe en iyi örnektir. Patella tuberositas tibia'nın üzerine insersio yapan ve M. Quadriceps femoris'in devamı olan patellar ligament içerisindedir ve bu tendon patellayı eklemden ayırır (20, 21).

Proksimal tibiofibular eklem her ne kadar diz eklemine katılmasa da lateral tibial bükme momentlerini ve ayağın uyguladığı torsiyonel stresleri dağıttığı kanıtlanmıştır (21).

2.1.2. Menisküsler

Menisküsler femur ve tibia kondilleri arasında uzanan fibrokartilajinöz disklerdir. Femoral kondiller ile tibial plato arasındaki temas alanını artırır, eksternal kompresyona, makaslamaya ve gerilim güçlerine direnç gösterir veya bu güçleri dengede tutarlar. İç kısımları neredeyse avasküler olan menisküslerin periferik kısımları göreceli olarak vaskülerdir. Bu kısımları medial, orta ve lateral geniculat arterlerin dallarından uzanan circumferential capiller plexus tarafından beslenir. Menisküslerin periferi tip I ve tip II sinir sonlanmaları tarafından inerve edilirler, iç kısım ise tamamen inervasyondan yoksundur. Medial ve lateral menisküs yarım ay şeklindedir bununla birlikte lateral menisküsün mediale göre daha dairesel bir şekli vardır. Bu kama şekli yapı eklemi daha derin hale getirir ve kapsülü korur aynı zamanda basınca karşı bir bariyer sağlar. Menisküslerin merkezi bağlantılarının olmaması belirgin bir hareket serbestisi sağlar. Diğer taraftan medial menisküsün medial kollateral ligament ve semimembranosus ile bağlantısı periferik kısmın hareketliliğini limitler. Lateral menisküs ise popliteus kası ile bağlantısına rağmen medial menisküsten daha hareketlidir ve bu da medial menisküsün daha sık yaralanmasına neden olur (20-23).

2.1.3. Diz Eklemine Bağlı

1. Medial Kollateral Bağ

Femur medial kondilinden başlar ve tibia'nın medial kondili ve medial yüzeyine uzanır. Pes anserin kas kompleksi tendonlarının altından geçer, medial inferior genicular arter ve siniri örter. Medial kondilin hemen altındaki tibial insersiyonu yakınında semimembranosus tendonunun anterior parçası ile karışır (24).

Dizde valgus ve iç rotasyonun engellenmesindeki en önemli yapılar medial kollateral bağ ve daha az olarak ön çapraz bağdır (21).

2. Lateral Kollateral Bağ

Femur lateral epikondilinden başlar ve fibula styloid çıkıntısına uzanır. M. Biceps femoris'in tendonu tarafından çevrelenir ve popliteus tendonu, lateral genicular damarlar ve siniri örter. Lateral kollateral bağ, lateral meniskal kıkırdağa veya diz eklem kapsülünün lateral kısmına tutunmadığı için tümüyle eklem dışı bir yapıdır (24). Tüm fleksiyon derecelerinde, varus zorlanmalarına karşı stabiliteyi sağlayan en önemli yapıdır. Aynı zamanda dış rotasyon laksitesinin engellenmesine de katkıda bulunur (21).

3. Ön Çapraz Bağ (ÖÇB)

ÖÇB femoral ve tibial kondiller arasındaki gelişimine fetal hayatın 7 ve 8. haftaları arasında başlar ve 19. haftada tam gelişmiş hale gelir. ÖÇB popliteal arterin dalları olan orta ve lateral inferior genicular arter segmentleri tarafından beslenir. Snovial membrandaki vasküler bir pleksus doku beslenmesinin ikincil kaynağını sağlar. ÖÇB tibial sinir dalları tarafından inerve edilir. Ligamentöz yapı boyunca var olan golgi tendon organına benzer mekanoreseptörler diz kasları ile refleks bir bağlantı sağlar. Bu bağlantı ÖÇB aşırı yüklendiğinde kas ateşlemesini başlatarak dizin dinamik stabilizasyonunu sağlar. ÖÇB'nin diğer nöral fonksiyonları vazomotor kontrol, nosisepsiyon ve proprioepsiyonu içerir (24). Tibianın femur altında öne doğru yer değiştirmesini ve iç rotasyonunu engelleyen en önemli yapıdır. Varus ve valgus zorlanmalarına karşı koyar (21).

4. Arka Çapraz Bağ (AÇB)

Tibianın posterior interkondiler fossa'sına ve lateral menisküs'un posterior kenarına yapışır. Ligament oblik bir şekilde medial, anterior ve superiora doğru ilerleyerek femur medial kondili'nin iç yüzeyine tutunur. ÖÇB gibi AÇB de orta ve lateral inferior genicular arter dalları tarafından beslenir. Tibial sinirden dallar alır (21, 23, 24). Tibianın posterioara translasyonunu önleyen en önemli yapıdır. Fonksiyonel olarak antero-lateral ve postero-medial olarak iki banttandır. Antero-lateral bant

fleksiyonda, postero-medial bant ise ekstansiyonda gergindir. AÇB, posterior stabilitenin %90'ını sağlar ve AÇB kesildiğinde başka hiçbir ikincil yapının posterior stabiliteye %2'den fazla katkısı yoktur (21).

2.1.4. Kaslar

1. M. Quadriceps Femoris: M. Quadriceps femoris kas kompleksini M. Rectus femoris, M. Vastus lateralis, M. Vastus medialis ve M. Vastus intermedius kas grupları oluşturmaktadır. M. Rectus femoris'in iki başı bulunmaktadır ve L2,3,4 den köken alan femoral sinir tarafından inerve edilmektedir (21, 24). Anatomik doğası gereği M. Rectus femoris, biartikülerdir ve hem diz hem de kalça eklemi hareketlerine katılır. Primer olarak kalçaya fleksiyon, dize ekstansiyon ve sekonder olarak kalçaya abduksiyon yaptırır. Femoral sinir tarafından inerve edilen M. Vastus lateralis, M. Vastus medialis ve M. Vastus intermedius başlıca diz ekstansörleridir (24).

2. M. Hamstring: M. Hamstring kompleksi, M. Biceps femoris, M. Semitendinosus ve M. Semimembranosus kas gruplarından oluşmaktadır. Kompleksi oluşturan tüm kaslar biartiküler olup kalça ve diz eklemlerini hareketine katılırlar. M. Biceps femoris'in uzun başı S1,2,3 ten köken alan siyatik sinir kompleksinin tibial kısmınca inerve edilir. M. Biceps femoris'in kısa başı ise L5, S1,2 den köken alan siyatik sinir kompleksinin peroneal kısmınca inerve edilir. M. Biceps femoris'in her iki başı kontrakte olduğunda temel olarak dize fleksiyon ve tibiaya eksternal rotasyon yaptırırken, sadece uzun başı kontrakte olduğunda kalçaya ekstansiyon ve eksternal rotasyon yaptırır. M. Semitendinosus, M. Sartorius ve M. Gracilis grupları ile birlikte pes anserin kompleksinin bir parçası olarak kategorize edilebilir. M. Semitendinosus ve M. Semimembranosus, L5, S1,2 sinirlerinin liflerini içeren siyatik sinir kompleksinin tibial kısmı tarafından inerve edilir (21, 24). M. Semimembranosus dize fleksiyon, tibiaya iç rotasyon yaptırırken (21), M. Semitendinosus, primer olarak kalçaya ekstansiyon, dize fleksiyon ve tibiaya iç rotasyon, sekonder olarak ise kalçaya iç rotasyon yaptırır (24).

3. Pes Anserinus: Pes anserinus (kazayağı), M. Semitendinosus, M. Sartorius ve M. Gracilis'in oluşturduğu fonksiyonel bir komplekstir. Grup bu ismi tibia üzerindeki kazayağına benzer insersiyolarından almaktadır (24).

4. M. Sartorius: Vücudun en uzun kasıdır. Biartiküler bir kas olup L2,3 sinirlerden lif alan femoral sinir tarafından inerve edilmektedir (21, 24). M. Sartorius, primer olarak kalçada fleksiyon, abduksiyon ve dış rotasyon hareketine yardım edip, pes anserinus'taki insersio yerine göre sekonder olarak dizde tibia iç rotasyonuna ve diz fleksiyon veya ekstansiyonuna yardımcı olmaktadır (24).

5. M. Gracilis: L3-4' ten lif alan N. Obturatorius tarafından inerve edilmektedir (21, 24). Primer olarak kalçaya abduksiyon ve iç rotasyon, sekonder olarak ta dize fleksiyon ve tibiaya iç rotasyon yaptıran biartiküler bir kastır (24).

6. M. Popliteus: L 4-5 ve S1'den lif alan N. Tibialis tarafından inerve edilmektedir. M. Popliteus, alt ekstremité kinetik halkasının durumu ile ilişkili olarak birçok fonksiyona sahiptir. Kinetik halka açıkken (alt ekstremité ağırlık taşıyamıyorken) primer olarak tibiaya iç rotasyon yaptırır. Kinetik halka kapalıyken (alt ekstremité ağırlık taşıyorken) primer fonksiyonu tibia üzerinde femurun dış rotasyonunu sağlamaktır. Bu yüzden M. Popliteus'un fonksiyonu, tibiofemoral eklemin dinamik stabilizasyonunu ve diz ekstansiyonu süresince “*screw-home*” rotasyonel mekanizmasının ayarlanmasını sağlamaktır (24).

7. M. Gastrocnemius: S1-2'nin liflerini içeren tibial sinir tarafından inerve edilmektedir (21, 24). Açık halka durumunda primer olarak ayak bileğine planlar fleksiyon ve sekonder olarak dize fleksiyon yaptırır. Kapalı halka durumunda ise primer ayak bileği planlar fleksörü olarak görev yapan gastrocnemius kası sekonder olarak dize ekstansiyon yaptırmaktadır. Teknik olarak gastrocnemius kası quadriartikülerdir ve tibiofemoral, patellofemoral, talocrural ve subtalar eklemleri geçer (24).

2.1.5. Bursalar

Diz eklemi çevresinde yüzeysel ve derin olarak yerleşmiş çeşitli bursalar bulunmaktadır. Bu bursalar eklem çevresindeki kapsül ve tendonların rahat hareket etmesini sağlarlar.

Diz eklemi çevresinde yer alan bursalar:

- 1- Prepatellar bursa (cilt altı)
- 2- İnfrapatellar bursa (cilt altı)
- 3- İnfrapatellar bursa (derin, subtendinöz)

- 4- Medial ve lateral gastrocnemius başları altındaki bursalar
- 5- Semimembranosus bursası
- 6- Pes anserinus bursası
- 7- İliotibial bant altında bursa
- 8- Lateral kollateral ligament ve eklem kapsülü arasındaki bursa
- 9- Biceps bursası
- 10- Medial kollateral bağın yüzeyel ve derin tabakaları arasındaki bursa (21).

2.1.6. Sinirler

Medial popliteal sinir (N. Tibialis) siyatik sinirden ayrıldıktan sonra popliteal fossaya girer. Daha sonra distale doğru ilerleyerek, derin olarak her iki M. Gastrocnemius başı arasına yerleşir. Sural sinir M. Gastrocnemius yüzeyine uzanır. Tibial sinir popliteada M. Gastrocnemius, M. Plantaris, M. Soleus ve M. Popliteus'a motor dal verir.

Lateral popliteal sinir (N. Peroneus) popliteal mesafeye girdikten sonra biceps femoris kası boyunca ilerler. Fibula başını posteriordan dolaşarak bacağına geçer. Cilt dalı, N. Suralis Communicantes'tir (21).

2.1.7. Damarlar

Femoral arter popliteal fossaya girdiğinde popliteal arter adını alır. Popliteal arter anterior ve posterior tibial artere ayrılır. Popliteal arter kaslara giden sayısız dal ile birlikte 5 adet eklem dalı verir. Bunlar supero-medial, supero-lateral, infero-medial, infero-lateral ve orta genicular arterlerdir. Orta genicular arter eklem içi yapıları ve çapraz bağları besler (21).

2.1.8. Proprioseptif Duyu

Eklemdeki kapsül ve bağlar, içerdikleri küçük sinir terminalleri aracılığı ile nöromusküler işleve de sahiptirler. Aydın ve diğerlerinin (21) belirttiğine göre Freeman ve Wyke, diz eklemdeki proprioseptörleri dört tipe ayırmışlardır. Bunlar ruffini korpuskülleri, Vater - Pacini korpuskülleri, golgi cisimcikleri ve serbest sinir uçlarıdır. Ön-arka çapraz bağın, medial-lateral kollateral bağın, menisküslerin ve eklem kapsülünün proprioseptör taşıdıkları yapılan çalışmalar ile gösterilmiştir (21).

2.2. DİZ EKLEMİNİN BİYOMEKANİĞİ

Diz eklemının stabilitesi kemik uyum veya çevresel kas kütlesinden çok ligamentöz faktörlerce sağlanır. Dizin en stabil konumu diz eklemının tam ekstansiyonda olduğu ve ekstremitte üzerine yeterli ağırlık aktarılmış olduğu pozisyonudur (20). Dizin kemik ve yumuşak doku yapılarının özelliği nedeniyle, en önemli hareketleri fleksiyon-ekstansiyon ile iç ve dış rotasyondur, en az hareket ise aksiyel kompresyon-distraksiyon ve medial-lateral translasyon yönündedir. Antero-posterior yer değiştirme ve addüksiyon-abduksiyon yönündeki hareketler ise çapraz ve yan bağların sağlamlığı ve gerginliğine bağlı olarak değişir.

Dizin fleksiyon-ekstansiyon kinematiği, bağlaık dört bar sistemi ile açıklanmıştır. Bu sistemde dört bar, ön arka çapraz bağların nötral lifleri ve bağların femoral ve tibial insersiyolarını birleştiren çizgilerden oluşur. Femur ve tibia eklem yüzlerinin geometrik yapısı ve bağlaık dört bar sistemi sayesinde, diz fleksiyonu arttıkça femurda arkaya doğru bir yer değiştirme hareketi meydana gelir. Bu harekete *femoral roll-back* adı verilir. Bağlaık dört bar sistemiyle geri kayma sırasında, femurun tibia posteriorundan arkaya düşmesi engellenir. *Femoral roll-back*, eklem hareket genişliğinin sağlanmasında rol oynar ve diz protezi tasarımında önemlidir. Normal diz kinematiğinin sağlanabilmesi için arka çapraz bağ ister korunsun ister kesilsin, femoral komponent ile tibia insert geometrisinin bu hareketi sağlayacak şekilde tasarlanması gerekir. Diz normal aktiviteler süresince birçok zorlanmaya maruz kalan kompleks ve dinamik bir eklemdir. Anormal zorlanmalar destek yapılar da dizilim bozukluğuna ve dizde dejenerasyona neden olabilir. Dejenerasyonun önlenmesi için alt ekstremitte yeniden düzenlenerek etkilenen kompartman üzerindeki yıkıcı güçler azaltılabilir (25).

Alt ekstremitenin normal diziliminde femoral başın merkezinden ayak bileğinin merkezine çizilen bir çizgi diz eklemının merkezinden geçmelidir. Bu çizgi diz eklemının lateraline düşerse alt ekstremitte valgusta, medial tarafına düşerse varustadır. Alt ekstremitenin ağırlık aktarma çizgisi varus yönünde olduğunda medial kompartmanda, valgus yönünde olduğunda ise lateral kompartmanda yüklenme artar. Paley ve Testworth'a göre diz eklemi alt ekstremitenin mekanik

eksenine dikey değildir. Alt ekstremitenin mekanik eksenini diz ekleminin medialinden geçer ve vertikal eksen ile 3° dercelik açı yapar (26).

Hsu ve diğerleri (27), normal tibiofemoral mekanik eksenin ortalama 1.2° varusta olduğunu, femoral mekanik ve anatomik eksenler arası normal açının ise 4.2° (tam uzunluk filmleri analiz edildiğinde 4.9°) olduğunu bulmuşlardır. Tek ayak üzerinde durma süresince vücut ağırlığının %75'inin medial kompartmandan geçtiğini belirlemişlerdir. Diz eklemi oblikliğinin erkeklerde varus ($1.0^\circ \pm 1.5^\circ$), kadınlarda ise daha çok valgus ($0.1^\circ \pm 1.7^\circ$) yönünde olduğunu belirtmişlerdir. Benzer olarak Moreland ve diğerleri (28), erkeklerde tibiofemoral mekanik eksenin 1.3° varusta olduğunu ve ortalama eklem çizgi oblikliğinin 2.6° - 3.0° varusta olduğunu bulmuşlardır.

Diz eklemi yürüme periyodu içerisinde farklı kapasitelerdeki fonksiyonları üstlenir. Sallanma fazında diz gerekli güç ve momentleri sağlar ve bacağın eylemsizlik etkilerini kontrol eder. Duruş fazında ise kompresif zorlanmalara maruz kalır. Bunlardan en önemlisi ayak tarafından yüklenen yer reaksiyon kuvvetlerine karşı koymasındır. Dize gelen fleksiyon-ekstansiyon ve varus-valgus yönündeki yükler; eklem yüzlerinin geometrisi ve uyumluluğu, kapsül ve bağlar, agonist ve antagonist kasların kasılması ile karşılanır (9). Rotasyonel yükleri karşılamada kasların fazla bir önemi yoktur (25).

Yer reaksiyon kuvvetinin yönü diz eklemine geçen ikinci değişken kuvvettir. Bu kuvvet topuk kalkışı süresince dizde arkaya ve yukarı yöndeleyen orta duruş fazında öne ve yukarı yöndedir. Diz fleksiyon ve ekstansiyon yeteneğine sahip olduğu için bu kuvvetlerin etkisi topuk kalkışında fleksiyon veya orta duruşta ekstansiyon momentine neden olur. Diz stabilitesinin sağlanabilmesi için bu momentler antagonist kas grupları tarafından kontrol edilmelidirler (Topuk kalkışında M. Quadriceps femoris, orta duruş fazında M. Hamstring).

Diz üzerindeki antagonist kas kuvvetine ek yer reaksiyon kuvveti, dizde kompresif kuvvetlere veya eklem reaksiyon kuvvetine neden olur.

Bu durumu; Eklem Reaksiyon Kuvveti= Yer Reaksiyon Kuvveti + Antagonist Kas Kuvveti şeklinde formüle edilebilir.

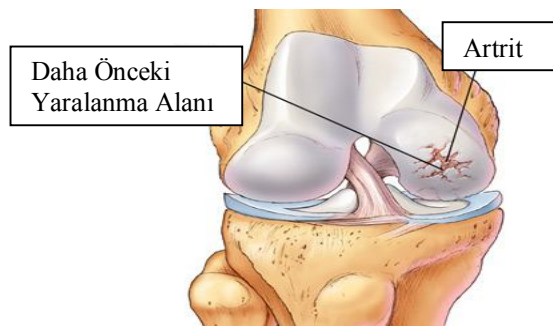
Antagonist kasın moment kolu yer reaksiyon kuvvetinin veya dışarıdan uygulanan herhangi bir kuvvet moment kolundan oldukça küçüktür. Bu yüzden

antagonist kas grubu tarafından oluşturulan kuvvet yer reaksiyon kuvveti tarafından oluşturulana göre oldukça büyüktür. Antagonist kas gruplarının uzunluğu insersio noktası tarafından nispeten sabitlenir. Bununla birlikte yer reaksiyon kuvvetinin veya dışardan uygulanan kuvvetin moment kolu çok uzun olabilir (ayak bileğine takılan ağırlıklar ile düz bacak kaldırma gibi).

Çoğu aktivitede dışarıdan uygulanan kuvvet antagonist kasın 6 katından daha fazla olabilecek mekanik avantaja sahiptir. Bu da normal aktiviteler süresince dizde çok büyük kuvvetlere neden olur. Bu yüzden 70 kilogram (kg) ağırlığındaki bir kişi normal aktiviteler süresince dizde 3500 Newtonluk (N) gücü kolayca oluşturabilmelidir (29). Diz 15 dereceden fazla fleksiyonda iken, yürüme sırasında quadriceps kasına ihtiyaç süresi artar. M. Quadriceps femoris kasının normalden uzun süre çalışması enerji tüketimini artırır ve erken yorulmaya sebep olur (25).

2.3. OSTEOARTRİT

Osteoartrit kas iskelet ağrısı ve ömrün en yaygın nedenidir (30). Kıkırdak hasarı osteoartritin temel özelliğidir. Başlangıçta yüzeysel başlayan kıkırdak fibrilasyon ve ülserasyonu zamanla daha derin katmanlara ilerler. Kıkırdak defektleri ile birlikte subkondral kemik de etkilenebilir. Bunun sonucu olarak da osteofitler gelişir. Ayrıca fokal sinovyal membran inflamasyonu da gözlenebilir. Sinovyal hücreler ve kondrositlerden salgılanan matriks metalloproteinazları ve proinflamatuvar sitokinler, kıkırdak hasarına neden olan önemli mediyatörler gibi görünmektedir. Bu yıkıcı güçleri dengeleyebilmek için çok sayıda büyüme faktörü ve matriks metalloproteinaz inhibitörleri başarısız bir çaba olarak ortama salgılanmaktadır (31).



Şekil 2.1 Diz Osteoartriti (<http://www.zimmer.com>)

Dünyada en yaygın eklem hastalığı olarak görülen osteoartrit sınıflandırılması, etiolojisine ve tutulan eklem göre yapılmaktadır. Etiolojisine göre osteoartrit primer (idiopatik) ve sekonder (sebebi saptanabilen) olmak üzere ikiye ayrılır. Tutulan eklemlere göre ise monoartiküler, oligoartiküler veya poliartiküler şeklinde sınıflanır (32).

Osteoartrit için sistemik risk faktörleri; yaş, cinsiyet, etnik köken, genetik, hormonal durum ve kemik dansitesi, obezite, travma, mesleki faktörler, spor, kassal zayıflık ve fiziksel özür gibi pek çok durumu içerir. Ana semptom eklem kullanılması ile artıp, dinlenme ile azalan ağrıdır. Ağrının lokalizasyonu zordur. Hastalık ilerledikçe eklem yüzeyinde oluşan düzensizlik, kas spazmı ve kontraktür, eklem kapsülü kontraktürü ve osteofitler veya eklem faresi nedeni ile oluşan mekanik blok yüzünden hareket limitasyonları gelişir. Ağrı, kas kuvvet kaybı ve eklem hareket genişliğinde azalma hastada görülebilecek olan fonksiyon kaybının ana nedenleridir (32).

Diz osteoartritinin medikal tedavisi için The European League Against Rheumatism (EULAR), on öneride bulunmaktadır. Bunlar;

- 1- Nonfarmakolojik ve farmakolojik tedavilerin kombinasyonu uygulanır.
- 2- Çeşitli faktörlere göre tedavi programı oluşturulur.
- 3- Nonfarmakolojik tedavi eğitim, egzersiz ve kilo vermeyi içerir.
- 4- Parasetamol ilk tercih edilecek oral analjeziktir, eğer başarılı olursa uzun süreli kullanımı tercih edilir.
- 5- Topikal uygulamalar klinik olarak etkin ve güvenilirdir.
- 6- Parasetamole yanıt vermeyenlerde Nonsteroid Antienflamatuarlar (NSAI) kullanılabilir.
- 7- NSAI' lara yanıt vermeyenlerde Opioid analjezikler kullanılır.
- 8- Semptomatik yavaş etkili ilaçlar yapıyı modifiye edebilirler.
- 9- Diz ağrısı alevlenmesinde intraartiküler uzun etkili kortikosteroidler endikedir.
- 10- Dirençli ağrı ve özür olanlarda eklem replasmanı yapılır (33).

Erer ve diğerleri (34), enflamatuar artritlerde sadece ağrının kontrolünü amaçlayan analjezik ve NSAI ilaçların hedeflenen etkiyi sağlamakta başarısız olduğunu, enflamatuar sürecin devamını ve buna bağlı yapısal hasarın ve fonksiyonel

kayıpların gelişimini engelleyemediklerini belirtmişlerdir. Bu nedenle altta yatan nedenin etkili ve kalıcı şekilde tedavi edilmesi ve böylece periferik-santral duyarlaşmanın engellenmesi ile ağrı kontrolünün sağlanmasının tedavide en önemli hedefi oluşturduğunu, ayrıca uygun ağrı kontrolünün sağlanmasında psikososyal faktörlerin (anksiyete-depresyon gibi) bireysel düzeyde hastaya göre ele alınması gerektiğini, ilaç dışı egzersiz ve rehabilitasyon programlarından da faydalanılmasının etkili ve doğru bir yaklaşım olacağını söylemişlerdir .

Farmakolojik olmayan müdahale sıklıkla ve geniş bir şekilde osteoartrit tedavisinde kullanılmıştır. Bu tedavilerin çoğu egzersiz, breys ve ayakkabı, rehabilitasyon, davranışsal müdahale ve alternatif tedavileri içermektedir (35, 36).

Osteoartritte hastalık patogenezinin yönelik bir tedavi yöntemi bulunmamaktadır ve kullanılmakta olan semptomatik tedavilerin yararları da sınırlı kalmaktadır (34).

Yaşlılarda özür ve kronik eklem ağrısının en yaygın nedenlerinden birisi olan osteoartritte, çoğu durumda olduğu gibi hastalığın oluşmasını önlemek ya da oluşan dejenerasyonun ilerlemesini yavaşlatmak için erken dönemde önlem alınması kuşkusuz çok daha anlamlı olacaktır.

Osteoartritli kişilerde egzersizin etkinliğini destekleyen çok sayıda kontrollü çalışma bulunmaktadır. Egzersiz ile birlikte hareket genişliği, kas kuvveti, endurans ve güç artmakta, ağrısı azalan kişi günlük yaşam aktivitelerini daha bağımsız yapabilir hale gelmekte ve fonksiyonelliği artmaktadır. Terapatik egzersiz ile kişi bir yandan eklem sağlığını koruyup geliştirirken, diğer taraftan osteoartritin azalmış mobilite gibi ikincil etkilerini de önlemektedir. Puett ve diğerleri (37) osteoartritte egzersizin hastanın psikolojik ve fonksiyonel durumunda iyileşme ile ilişkili olduğunu belirtmişlerdir.

Ettinger ve diğerleri (38), aerobik veya rezistans egzersiz programı uygulanan hastaların ağrı, disabilite ve fonksiyon açısından değerlendirildiğinde sağlık eğitim programına katılanlara göre daha belirgin bir iyileşme gösterdiklerini bulmuşlardır. Orta şiddette uygulanan egzersiz programının hastalığın ilerleyişini hızlandırmadığını ve yaşlı hastalarda ağır egzersiz programlarına göre yaralanma ve kaza riskini daha aza indirdiğini belirtmişlerdir.

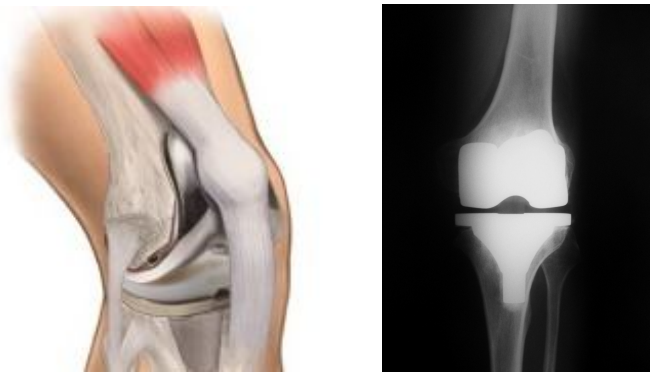
Buschbacher (39) ise düzenli aerobik egzersizin, muhtemelen endojen opiat salınımını stimüle ederek ağrı eşiğini arttırdığını, kronik ağrı durumlarında hastanın kendini daha iyi hissetmesine yardımcı olduğunu, ayrıca anksiyete, depresyon ve nörotisizmi azalttığını belirtmiştir.

Obezite, osteoartrit gelişimi için bir risk faktörü olup kadınlarda belirgin kilo vermenin semptomatik diz osteoartriti gelişme riskini azalttığı, birçok çalışma ile gösterilmiştir (40-43). Bu hastaların eğitilmesi ile yaşam kalitelerini artırıp, ağrılarını azaltmak mümkün olabilmektedir (44).

Tedavide amaç, ağrıyı kontrol etmek, etkilenmiş eklemlerin hareket genişliğini ve stabilitesini korumak ve artırmak ve fonksiyonel bozuklukları azaltmaktır (45, 46).

2.4. CERRAHİ TEDAVİ

Cerrahi dışı yöntemlerle tedavi edilemeyen osteoartritte, cerrahi seçenekler düşünülmelidir. Biyolojik olmayan temel prosedürler osteotomi, artroskopi, artrodez ve artroplastidir. Son zamanlarda ise biyolojik yaklaşımlar araştırılmaktadır (31, 47, 48). Primer ve revizyon total diz artroplastisi yapılma sıklığının kadın hastalarda, erkek hastalara göre %60-70 oranında daha fazla olduğu, 65-84 yaş aralığında ise bu oranın 3.6 -4.5 kat arttığı belirtilmektedir (47).



Şekil 2.2 Total Diz Artroplastisi (<http://www.zimmer.com>)

2.4.1. Total Diz Protezi Komponentlerinin Sınıflaması ve Seçimi

Total diz artroplastisinde sınıflama değiştirilen bölüme, prostetik tasarım tarafından sağlanan mekanik destek ve sınırlamaya veya fiksasyon yöntemine göre yapılmaktadır (32).

Değiştirilen bölüme göre total diz artroplastisi unikompartmantal, bikompartmantal, trikompartmantal olarak 3'e ayrılır (32, 49).

Unikompartmantal artroplastide medial veya lateral kompartmanda femur veya tibianın her iki yüzü de değiştirilmekte olup, implantların tümü unconstrained tiptedir.

Bikompartmantal artroplastide tibia ve femurda medial ve lateral kompartmanlarda karşılıklı yüzeyler değiştirilmekte, patellofemoral ekleme ise müdahale edilmemektedir.

Trikompartmantal artroplastide ise patellofemoral eklem de değiştirilmektedir ve en çok kullanılan implant türüdür (32).

Protezin sağladığı mekanik sınırlamaya göre kısıtlamasız (unconstrained), yarı kısıtlamalı (semiconstrained), kısıtlamalı (constrained) olarak 3'e ayrılmaktadır (32, 49).

Kısıtlamasız protezlerde eklem stabilitesini sağlayan büyük oranda yumuşak dokudur. Bu tür implantlarda eklem stabilitesini sağlamak için yumuşak doku dengelerinin iyi olması ve anatomik düzgünlük gerekmektedir (32).

Yarı kısıtlamalı protezlerde hareketi sınırlama oranı minimalden tama kadar değişen oranlarda çeşitli tasarımlar vardır. Alt sınıflama arka çapraz bağın korunup korunmaması ve yerine konmasına göre yapılır (32, 49).

Kısıtlamalı protez ise dize posterior, varus-valgus ve rotasyonel stabilite sağlar. Dizde fleksiyon-ekstansiyon hareketine izin verir, abduksiyon-adduksiyon ve rotasyonları kısıtlar. Bu nedenle implant, implant-sement, kemik-sement yüzeylerindeki stres oldukça yüksektir. Bu da gevşeme, kırılma ve aşırı aşınmaya yol açabilir. Özellikle instabilite ve deformitesi fazla olan, semiconstrained protezler ile düzeltme sağlanamayan hastalarda tercih edilir.

Fiksasyon yöntemine göre çimentolu, çimentosuz (poruslu) ve pres fit protez olmak üzere 3'e ayrılmaktadır (32, 49). Diz artroplastisinde sement kullanımı "altın standart" olarak görülmektedir (32).

Bazı diz protezlerinde arka çapraz bağ korunurken bazılarında kesilmektedir (32, 49, 50).

Total Diz Artroplastisinin Endikasyonları:

- Konservatif tedavinin yetersiz kaldığı hastalar
- Romatoid artrit ve juvenil romatoid artrit
- Osteoartrit
- Post-travmatik artrit
- Başarısız yüksek tibial osteotomi
- İzole patellofemoral artrit
- Nöropatik eklem (tartışmalıdır)

Kontraendikasyonlar:

- Artrodez uygulanmış hastalar.
- Kas zayıflığına bağlı genu recurvatum ve belirgin quadriceps femoris zayıflığı olanlar.
- Genç, aktif hastalar
- Nöropatik eklem veya aktif eklem infeksiyonu bulunan hastalar.
- Genel sağlık durumu bozukluğu bulunanlar.
- Ağır osteoporozu bulunanlardır (32, 51).

Total diz artroplastisi uygulamasında farklı insizyon yöntemleri kullanılmaktadır. Malik ve diğerleri (52), total diz artroplastisi için en yaygın tercih edilen insizyon şeklinin (%87.2) orta hat longitudinal cilt insizyonu olduğunu belirtmişlerdir. Patellofemoral komplikasyonları azaltmak ve postoperatif M. Quadriceps femoris fonksiyonunun geri dönüşünü hızlandırmak için kullanılan yöntem ise subvastus (*Southern*) yöntemidir. Plaster ve Murdock (53) ise dizi açmak için subvastus yönteminden farklı olarak ekstansör mekanizmanın laterale sublüksasyon metodunu kullanmışlardır. Bu yöntemin savunucuları ise ekstansör mekanizmanın intakt kalması ile M. Quadriceps femoris kuvvetinde geri dönüşün daha hızlı olduğunu, patellada dolaşımın daha fazla korunduğunu, postoperatif ağrı azalması ile hasta memnuniyetinin arttığını ve lateral gevşeme gereksiniminin azaldığını iddia etmektedirler.

Engl ve Parks (54), midvastus yaklaşımını tanımlamışlardır. Bu yaklaşımın subvastus yaklaşımından farkı M. Vastus medialis'i tümüyle sublükse etmektense

liflerini bir çizgi halinde ayırmasıdır. Midvastus yöntemi, genicular arteri patella ve Quadriceps tendonundan korumakta daha üstündür. Midvastus yaklaşımının göreceli kontraendikasyonları ise obezite, daha önce geçirilmiş yüksek tibial osteotomi ve 80 dereceden daha az preoperatif diz fleksiyonudur.

2.4.2. Total Diz Artroplastisi Sonrası Gelişebilecek Komplikasyonlar

1. Tromboembolizm

Total diz artroplastisi sonrası gelişen en önemli komplikasyonlardan birisi, yaşamı tehdit eden pulmoner emboli ile sonuçlanması mümkün olan derin ven trombozudur. 40 yaş üstünde olmak, östrojen kullanımı, hemipleji, nefrotik sendrom, kanser, uzun süreli immobilizasyon, daha önce geçirilmiş tromboemboli, konjestif kalp yetmezliği, femoral ven kateteri yerleştirilmesi, inflamatuvar bağırsak hastalığı, obezite, varikoz ven, sigara kullanımı, hipertansiyon, diabetes mellitus ve miyokard enfaktüsü, derin ven trombozu riskini artıran faktörlerdir. Herhangi bir mekanik veya farmasötik koruyucu olmaksızın total diz artroplastisi sonrası derin ven trombozunun prevelansının % 40-84 olduğu rapor edilmiştir (55).

2. Enfeksiyon

Enfeksiyon total diz artroplastili hastaları etkileyen en korkutucu komplikasyonlardan birisidir (56, 57, 58). Geniş serili çalışmalarda total diz artroplastisi sonrası enfeksiyon oranlarını; Mayo Klinik çalışmasında Hanssen ve Rand 18.749 (%2.5) olarak (59), Wilson, Kelly ve Tornhill (60) ise 4171 (%1.6) olarak belirtmişlerdir.

Peersman ve diğerleri (61), açık cerrahi prosedürlerin, immunosupresif tedavinin, yetersiz beslenmenin, hipokaleminin, diabetes mellitusun, obezitenin, sigara kullanımının ve ameliyatın 2.5 saatten daha uzun sürmesinin enfeksiyon riskini belirgin derecede artırdığını belirtmişlerdir.

3. Patellofemoral Komplikasyonlar

Patellofemoral komplikasyonlar sonucu operasyonun yenilenmesini gerektiren faktörlerden en önemlileri; patellofemoral instabilite, patellar kırık,

patellar komponent yetersizliği, patellar komponent gevşemesi, *patellar chunk* sendromu ve ekstansör mekanizma tendon rüptürüdür (56, 62).

Hozack ve diğerleri (62), tarafından tanımlanan *patellar chunk* sendromu, M. Quadriceps femoris tendonunun arka yüzeyi üzerindeki fibröz bir nodülün diz fleksiyondan ekstansiyona giderken yaklaşık 30-45° arasında femoral protezin interkondiler çentiğinde sıkışması ile meydana gelmektedir (56).

4. Nörovasküler Komplikasyonlar

Ayers ve diğerleri (56), total diz artroplastisi sonrası peroneal sinir paralizi prevelansını %0.58 olarak belirtmiştir. Total diz artroplastisi uygulaması sonrası peroneal sinir paralizisinin prevelansında artış ile ilişkili durumlar; valgus deformitesi, 20° den fazla fleksiyon deformitesi veya her iki durumun birlikte var olmasıdır (56-58). Peroneal sinir paralizisinin prevelansı İsveç Diz Artroplastisi projesinde %1.8 (2273 romatoid artritli hastada), Mayo Klinik serisinde ise %0.3 (10.361 hastada) olarak verilmiştir (63). Idusuyi ve Morrey (64), total diz artroplastisi sonrası peroneal paralizi için risk faktörlerinin; epidural anestezi, daha evvel geçirilmiş laminektomi ve valgus deformitesi olduğunu belirtmişlerdir. Hastada postoperatif peroneal sinir paralizi varlığında sargılar gevşek bırakılmalı ve diz fleksiyonda pozisyonlanmalıdır.

5. Periprostetik Kırıklar

Total diz artroplastisi çevresindeki kırıklar; pelvis ve femoral boyun stres kırıklarını, suprakondiler femur kırıklarını, proksimal tibia metafiz ve diafiz kırıklarını ve patella kırıklarını içerir (65).

Bu kırıklar intraoperatif veya postoperatif olarak meydana gelebilir (66). Suprakondiler femur kırıkları multifaktöryeldir, tibial metafiz ve diafiz kırıkları daha seyrek, patella kırıkları ise sorunlu ve tartışmalıdır (57, 58, 65).

Chalidis ve diğerleri (67), periprostetik patella kırıklarının tüm total diz artroplastisi hastalarının % 1.19'unda görüldüğünü ve %88.32'sinde kırık nedeninin travma ile ilişkisinin olmadığını rapor etmişlerdir. Lateral gevşetme, aşırı kemik çıkarılması, çivi fiksasyonu ve çimentolama, yetersiz patellar kaydırma ve protezin

yanlış pozisyonlanmasının kırığa yatkınlığı artırdığını, kırıkların %50'nden fazlasının implant gevşemesi ile ilişkili olduğunu bildirmişlerdir.

6. Aseptik Gevşeme

Sundfeldt ve diğerlerine (68) göre, eklem implantlarında aseptik gevşeme en büyük problemdir. Multifaktöryel olan aseptik gevşeme makro, mikro ve nano olayların bir kombinasyonudur. Aktif ve genç hastalarda aseptik gevşemeyi önlemek için daha güvenilir, dayanıklı ve kalıcı yüzeyler gereklidir.

7. Diğer Komplikasyonlar

- Ağrı
- Ödem
- Akıntılı yara
- M.Quadriceps femoris refleks inhibisyonu
- M. Quadriceps femoris kuvvet kaybı
- M. Quadriceps femoris kasında atrofi
- Diz ekstansiyon hareket genişliği kaybı
- Diz fleksiyon hareket genişliği kaybı
- M. Hamstring kas kısalığı
- Proprioseptif defisitler
- Postüral stabilite bozuklukları
- Ekstremité boy farkı
- Yürüyüş bozuklukları
- Fonksiyonel limitasyonlar
- Antero-posterior ve lateral instabilitedir (5-7, 69,70).

2.5. POSTOPERATİF TEDAVİ

Eklem replasman cerrahisinin amacı cerrahi komplikasyonları minime indirgeyerek ağrıyı rahatlatan ve fonksiyonu artıran uzun ömürlü yapay bir eklem sağlamaktır. Farklı insizyon tipleri olmakla birlikte tüm insizyon yöntemlerinde rehabilitasyon aynıdır. Cerrahide arka çapraz bağın korunması veya arka çapraz bağ

fonksiyonun protez tarafından sağlanmasının uzun takiplerde eklem hareket genişliğinde farklılık oluşturduğu konusunda kanıt bulunmamaktadır (70).

Total diz artroplastisi sonrası hastaların rehabilitasyonu, ameliyat öncesi dönem, erken ameliyat sonrası dönem, ameliyat sonrası geç dönem ve aktivitelere dönüş dönemi olmak üzere 4 dönemde gerçekleştirilir (71). Total diz artroplastisi sonrası erken rehabilitasyon döneminde eklem sertliği (limitli fleksiyon veya fleksiyon kontraktürü) ve ağrı en yaygın sorunlardır. Artroplasti uygulaması sonrasında tam diz ekstansiyonunun elde edilmesi fonksiyonel performans açısından son derece önemlidir. Fleksiyon kontraktürü postoperatif diz ağrısı, dizde insitabilite hissi, ekstremitte uzunluk farkı yakınması ve ısrarlı topallamanın yaygın nedenidir. Aktif ve pasif diz ekstansiyonu üzerine yoğunlaşmak postoperatif erken rehabilitasyonun en önemli komponentidir. M. Hamstring ve iliotibial bant germe, terminal diz ekstansiyonunu ve kalça abduksiyonunu kuvvetlendirme eğitimi, adezyonları elimine etmeye yardımcı manuel eklem mobilizasyonu, yürüyüşte tam topuk vuruşunun sağlanması, dizde valgus deformitesi veya momenti olan hastalarda medail kama kullanımı, opere dizde daha iyi ekstansiyon sağlamak için karşı taraf ayakkabıya yükseltici yerleştirilmesi gibi rehabilitasyon stratejilerinin bir kombinasyonu oluşturulabilir. Hasta gün boyunca düzenli aralıklar ile dizini ekstansiyonda germe konusunda eğitilebilir. Total diz artroplastisi sonrasında diz fleksiyon yetersizliği yaygın bir komplikasyondur. Çoğu hasta 60° diz fleksiyonu ile normal bir şekilde yürüyebilir. 90°'den daha az fleksiyon dereceleri özellikle uzun boylu kişilerde oturma ve kalkma aktivitelerini limitleyebilir. Limitli fleksiyon bahçe ile uğraşmak isteyen hastalarda çökmeyi veya dua etmek isteyen hastalarda diz çökmeyi engellemektedir. Geniş serili çalışmalarda 6 haftalık süreç sonunda 90° diz fleksiyonuna ulaşamayan hastalara anestezi altında manipulasyon uygulamasının fleksiyon limitasyonlarını değiştirmedeği belirtilmektedir. Diz fleksiyon kontraktürü olan hastalar için manipulasyon çok da etkin olmamaktadır. Belirgin ve ısrarlı sertlik ve artrofibrozis manipulasyon ile birlikte artroskopik debridman ile tedavi edilmekte, bazen de komponent değişimi gerekebilmektedir. Eklem sertliği bulunan hastaların tedavisinde yüksek doz analjezikler, antiinflamatuvarlar, şiddetli aktif yardımcı eklem hareket açıklığı egzersizleri ve fonksiyonel ağırlık aktarma egzersizleri (bisiklet,

duvarda çömelme gibi) verilebilir. Ayrıca tüm tedavi seanslarına manuel eklem mobilizasyonu eklenebilir. SPH erken dönemde diz fleksiyonunu fasilite etse de uzun dönemde bu etki ortadan kalkmaktadır. Özellikle aşırı ağırlı ve sert eklemi olan ve fizyoterapi uygulanamayan hastalarda kullanılabilir. Postoperatif fazda çok farklı egzersiz programları olmakla birlikte net bir protokol bulunmamaktadır (70).

Bu hastalara verilen herhangi bir rehabilitasyon protokolü; ağrıyı kontrol etmeli, hemorajı azaltmalı, emosyonel destek sağlamalı, ambulasyonu artırmalı, hareket genişliğini artırmalı, kas kuvvetini geliştirmeli, hastanın günlük yaşam aktivitelerine, sosyal ve sportif faaliyetlere katılımını sağlamalıdır (71, 72).

Bu amaçla kompresif yöntemler, elevasyon, soğuk uygulama verilebilir. Elektriksel ajanlar, masaj, derin friksiyon masajı, SPH uygulaması, alt ekstremité normal eklem hareketleri, M. Quadriceps femoris izometrik egzersizleri, düz bacak kaldırma, germe ve askı egzersizleri, patellar mobilizasyon, denge ve proprioseptif eğitim uygulanabilir. Hastaların ambulasyon, transfer ve yürüme aktiviteleri geliştirilebilir. Ayrıca merdiven inip çıkarken, günlük yaşam aktivitelerinde ve bundan sonraki yaşamlarında nelere dikkat etmesi gerektiği konusunda eğitilebilir (71, 73).

Hangi rehabilitasyon protokolünün uygulandığına bakılmaksızın total diz artroplastili hastaların %85'inden fazlası diz fonksiyonunu yeniden elde etmektedir. Bununla birlikte hastaların geriye kalan %15'i belirgin ağrı, limitli preoperatif hareket veya artrofibrozis gelişmesine sekonder olarak diz fonksiyonunu elde etmede güçlük çekmektedir. Bu alt küme uzatılmış oral anestetik, devam eden fizik tedavi, ek tanısal çalışmalar ve nadiren manipulasyonu içeren bireyselleştirilmiş özel bir rehabilitasyon programı gerektirebilir (63).

2.5.1. Nöromusküler Elektrik Stimulasyonu

Herhangi bir ekleme ait travma veya cerrahi geçiren hastalar, uzun süreli kullanmama gibi bir problem olmamasına rağmen genellikle harekete istemli katılımda ciddi problemler yaşarlar. Bu zayıflık birçok hastada periferik duyu iletimin motor nöron havuzları üzerine inhibisyonunun bir sonucudur. Elektrik stimulasyonu ağrı, şişlik veya yaralanma nedeniyle inhibe olan istemli kas

kontraksiyonunu başlatma ve fasilite etmede etkindir. Tedavinin amacı kas kontraksiyonunun fasilasyonu ise (örneğin: M. Quadriceps femoris kasının ağırlı inhibisyonu) öncelikle hastanın kas aktivasyonunu hissetmesi sağlanıp ardından elektrik stimülasyonu ile birlikte istemli kontraksiyonunu denemesi istenebilir. Elektrikle uyarılan kasta uyarım süresi uzatıldığında veya uyarım dinlenme oranı 1:1 olduğunda yorgunluk meydana gelmektedir. Kas yorgunluğunu azaltmak için başlangıçta düşük frekanslar, kısa kontraksiyon ve uzun dinlenme süreleri kullanılabilir. Açık-kapalı oranı stimüle edilen kasın yorgunluk karakterine göre modifiye edilmelidir. Yorgunluk oluşturmamak için kontraksiyon 10 saniye ise dinlenmenin en az 60 saniye olması gerekmektedir. Tedavi frekansı ve kontraksiyon sayısı zamanla dereceli olarak artırılabilir. Seansta 8-15 kontraksiyon alınabilir ve haftada 3-5 seans uygulanabilir. Elektriksel kas stimülasyonu ile oluşturulmuş kontraksiyonlar kasın siniri yolu ile oluşan kontraksiyon paternine dönüşüm ile sonuçlanır. Tüm yeniden eğitim ve fasilasyon tedavi programlarının amacı, hastanın motor kontrolünü artırmaktır. Bu kazanımlar iyileşmeyi hızlandırabilir, kullanmamanın olumsuzluklarını azaltmaya yardımcı olabilir ve genellikle ekstremiteler veya eklemin daha işlevsel kullanımını sağlar (5, 74-80).

2.5.2. Elektromyografik Biofeedback

EMG-B' nin kullanım amacı, hastaya iskelet kaslarının fizyolojik aktivasyonunu artırmasını veya azaltmasını öğretmek için işitsel veya görsel bilgiler vermektir. EMG-B artrit, bel ağrısı ve cerrahi sonrası ortopedik problemlerde ve nörolojik bozukluğu olan hastalarda kas aktivasyonunun kontrolünü artırmada kullanılmaktadır. Normal motor harekette nöral aksiyon potansiyeli spinal kordun terk ettikten sonra nöromusküler kavşağa ilerler ve bununla birlikte bir kas aksiyon potansiyeli oluşturur. Asetilkolin sinaptik yarık boyunca ilerler ve sarkolemma üzerindeki reseptörler ile etkileşir. Asetilkolin postsinaptik membranın sodyum ve potasyuma geçirgenliğini artırır. Bu da bir son plak potansiyeline neden olur. Son plak potansiyeli nöromusküler kavşaktan uzağa iletilir ve sarkolemmaya çok yakın bir kas aksiyon potansiyelinin üretimi ile sonuçlanır. EMG-B cihazının ortaya çıkardığı sarkolemmanın depolarizasyonu yani kas aksiyon potansiyelidir. Bir ortopedik cerrahi girişim veya kas-iskelet yaralanmasını takiben kas performansı

etkilenen kişinin biofeedback eğitimine katılımı kolaydır. Bu hastalarda merkezi sinir sistemi normaldir ve bilişsel olarak biofeedback uygulamasını anlayabilecek yetiye sahiptirler. Yeterli merkezi motor koordinasyona sahip olan bu kişiler kaslardan, eklemlerden ve ciltten duyuşal geribildirim alabilirler. Bu hastaların tedavisinde genellikle amaç tek bir kastan veya bir kas grubundan yanıt almaktır. Biofeedback bu kişilerde kasın elektromyografik aktivitesinin farkındalığını sağlayarak var olan kas fonksiyonunun artırılmasına yardımcı olur (5, 75-81, 82).

2.5.3. Hastanede Kalma Süresi

Total diz protezi cerrahisi sonrasında yapılan çeşitli çalışmalarda kullanılan protez ve rehabilitasyon protokolü göz önüne alınmaksızın bildirilen taburculuk süreleri, 3.6–30.25 gün (83-89), diz ekstansiyon limitasyonları ise -5.7° ile -13.92° arasında değişmektedir (88-91, 92). Total diz artroplastisi sonrası akut dönemde diz ekstansiyonunu gerçekleştirmekteki zorluk, ekstansör kas zayıflığı, fleksör kaslarda gerginlik, dizde efüzyon, ağrı, posterior bağın gerginliği veya bu durumların bir kombinasyonundan kaynaklanabilmektedir (71).

Geçen zaman ile birlikte total diz artroplastisi uygulaması sonrasında taburculuk kriterlerinde değişimler gözlenmiştir. Bunlardan ilki hastanede kalma süresi olup, günümüzde 5 ile 10 gün arasında değişmektedir. Diğer önemli bir kriter olan 90° diz fleksiyonu ise daha küçük değerler olan $63-80^{\circ}$ lere indirilmiştir. Günümüzde artık fonksiyonel yetenekler üzerinde durulmaya başlanmıştır (86).

Teeny ve diğerleri (93), total diz artroplastisi uygulanan hastalarda, hastanede kalış süresinin ortalama 1.3 gün azaltılmasının diz hareket genişliği ve *Knee Society Skoru* açısından 3. ay, 6. ay ve 12. ay kontrollerde anlamlı bir fark oluşturmadığını ve rehabilitasyon çıktıları açısından risk teşkil etmediğini belirtmişlerdir.

2.5.4. Fonksiyonel Düzey

Diz osteoartritinde M. Quadriceps femoris'in kuvvetinde azalma, proprioseptif defisitler ve patolojik yürüme paterni gelişmektedir. Bunu yanı sıra osteoartrit nedeni ile total diz artroplastisi operasyonlu hastalarda yürüyüş kinematiklerini etkileyen ekstremitenin fonksiyonel değişiklikleri de söz konusudur (9, 94-99). Bazı günlük yaşam aktivitelerinin tamamlanabilmesi için gerekli diz

fleksiyon dereceleri: yürüyüşün salınım fazı için 65-70°, merdiven çıkma 83°, merdiven inme 90°, sandalyeden kolaylıkla kalkma 105°, iskemleye oturma 90° ve ayakkabı bağlamak için 106° olarak belirtilmiştir (32, 69). Bunun yanı sıra günlük yaşam aktivitelerinde iyi bir iyileşme için kalça ve diz fleksiyonunun toplam hareket genişliğinin 190° den daha büyük olması önerilmektedir (100). Normal ambulasyon süresince yürüyüşün bazı fazlarını yerine getirebilmek için (çift destek periyodu, orta sallanma ve terminal duruş fazı) diz ekstansiyonunun tamamlanması esas öneme sahiptir. Total diz artroplastisi sonrasında uygulanan rehabilitasyon opere dizin fonksiyonunu artırmalı, eklem hareketinin düzgünlüğünü sağlamalı, kasları kuvvetlendirmeli ve yürüme paternini iyileştirmelidir (69).

2.6. REFLEKS İNHİBİSYON

Diz cerrahileri sonrasında, bazı hastalarda çeşitli derecelerde artrojenik kas inhibisyonu görülmektedir. Hurley (10), diz osteoartritli kişilerde, M. Quadriceps femoris'in istemli aktivasyonunun kontrol hastalarından %20-27 oranında, Hassan (101) ise %21'den daha az oranda olduğunu belirtmişlerdir. Bu durumu da diz eklemi içinden ve etrafından gelen afferentler aracılığı ile M. Quadriceps femoris'i inerve eden motor nöronların inhibisyonuna bağlamışlardır. Berth ve diğerleri (9), total diz artroplastisi uygulaması sonrasında M. Quadriceps femoris'te istemli aktivasyonun azaldığını ve rehabilitasyonda istemli aktivasyonun artırılmasından sonra kuvvetlendirme egzersizlerine geçilmesi gerektiğini belirtmişlerdir.

Artrotomi ve menisektomi yapılan hastalardaki incelemeler, refleks inhibisyon üzerine yapılan ilk çalışmalara deneysel model oluşturmaktadır. M. Quadriceps femoris inhibisyonu operasyon öncesinde ve belirli aralıklarla sonrasında gerçekleştirilerek aynı kasa ait postoperatif ölçümlerin preoperatif ölçümlere göre yüzde kaç azaldığı belirlenebilir. Bu basit yaklaşım inhibisyon hakkında iyi bir bilgi sağlamaktadır. Menisektomi sonrası opere edilen ekstremitte M. Quadriceps femoris istemli aktivasyonunda operasyondan yaklaşık 72 saat sonra %70 gibi ciddi bir inhibisyon görüldüğü bildirilmiştir. Operasyondan iki hafta sonra bile %30-40 inhibisyon yaygın bir şekilde görülebilmektedir. İnhibisyonun eklem enjekte edilen anestetik ile azalsa bile basitçe sadece ağrı kaynaklı olmadığı düşünülmektedir. İnhibisyon efüzyon varlığında artmaktadır. Efüzyonun aspirasyonu ile azalmakta

fakat tamamen ortadan kalkmamaktadır. İzometrik egzersizler diz fleksiyonda yapıldığında diz ekstansiyonda iken yapılarına göre inhibisyonun şiddeti azalmaktadır. Stokes'e göre durum uzamış peroperatif toruniquet iskemisinin sonucu olacak kadar basit değildir. Hayvan çalışmaları inhibisyonunda nörofizyolojik mekanizmaların rol oynadığını göstermektedir. Farklı kas tiplerinin seçici atrofisinin farklı tip motor ünitlerin seçici inhibisyonundan kaynaklanabileceği öne sürülmekle birlikte, bu varsayım hala tam olarak açıklanabilmiş değildir. Efüzyon, artmış eklem afferenti, azalmış eklem afferenti, azalmış inen tonik inhibisyon, artmış fleksiyon refleksi, algılanamamış ağrı gibi farklı nedenler öngörülmüştür. Artrojenik inhibisyonun ölçümünde; dinamometre, elektromyografi, istemli kontraksiyon ile kombine *burst superimposed* tekniği, *twitch interpolation* tekniği, *H-reflex* ölçümü ve yüzeysel elektrot ile elektromyografik ölçüm gibi metodlar kullanılmaktadır. Artrojenik inhibisyonun tedavisine yönelik çalışmalar; lokal anestezi uygulaması, epidural anestezi, transkutanöz sinir stimülasyonu, buz uygulaması ve nöromusküler elektrik stimülasyonunu içermektedir. Artrojenik inhibisyonun varlığı hastanın egzersizlere istemli katılımını etkilemektedir. Bu yüzden inhibisyonun varlığının belirlenmesi ve tedavisi hastanın terapötik egzersizlere aktif olarak katılımını sağlamak için önemlidir (11, 14, 102-105).

BİREYLER ve YÖNTEM

3.1. Bireyler

Total diz artroplastisi uygulanan hastalarda NMES ve EMG-B uygulamasının erken dönem rehabilitasyon sonuçları üzerine etkisini araştırmak amacını taşıyan bu çalışma, Hacettepe Üniversitesi Tıp Fakültesi Hastanesi Ortopedi ve Travmatoloji Anabilim Dalı Ortopedi Servisi'ne total diz artroplastisi yapılmak üzere yatışı kabul edilen hastalar üzerinde gerçekleştirilmiştir. Çalışmaya, klinik ve radyolojik incelemeler sonucu ileri derecede osteoartrit nedeni ile dizlerinde ağrı, dejenerasyon ve fonksiyon kaybı bulunan ve total diz artroplastisi uygulanan 20 hasta dahil edilmiştir. Hastalar basit rastgele yöntem ile 10'ar kişilik iki gruba ayrılmıştır. Tüm hastalar tek bir ortopedik cerrah tarafından opere edilmiştir. Tüm hastalara aynı anestezi tipi (spinal+epidural), aynı cerrahi yöntem (midvastus) ve aynı tip *NexGen LPS- Fleks (Zimmer®)* (Arka çapraz bağı kesen fakat dizin posterior stabilizasyonu protez dizaynı tarafından sağlanan) protez uygulaması yapılmıştır. Her iki grupta yer alan hastalara benzer rehabilitasyon protokolü verilmiş olup farklı olarak gruplardan birinde yer alan hastalarda M. Quadriceps femoris'e NMES, diğerine ise EMG-B uygulaması yapılmıştır. Her iki grupta da 9'ar kadın, 1'er erkek hasta yer almaktadır.

Çalışmaya Dahil Edilme Kriterleri

Alt ekstremitelerinden herhangi birine daha önce cerrahi uygulanmış olan, görme-işitme bozukluğu, nörolojik bozukluğu, kooperasyon sorunu, 2 santimetreden (cm) fazla ekstremitel uzunluk farkı olan veya osteoartrit dışı nedenlerle artroplasti planlanan hastalar çalışmaya alınmamıştır. Postoperatif dönemde M. Quadriceps femoris kasında refleks inhibisyon görülmeyen, enfeksiyon, yara problemi veya rezidüel hematoma bulunan hastalar çalışmadan çıkartılmıştır. Hacettepe Üniversitesi Etik Kurulu'na öngörülen aydınlatılmış onam formunu kabul eden hastalar ile çalışmaya devam edilmiştir. (Etik Kurul Onay Tarihi: 28.07.2006) (LUT Numarası: 06/65)



Şekil 2.3 *NexGen LPS- Fleks (Zimmer®)* protez

3.2. Yöntem

Çalışmaya alınan tüm hastalar, ortopedik cerrahi öncesinde (1-3 gün önce), postoperatif 1. gün ve postoperatif taburculuk kriterlerini tamamladıkları günde değerlendirmeye alınmıştır. Cerrahi sonrası birinci günden itibaren cerrahi sonrası uygulanan rutin rehabilitasyon programına ek olarak bir grup hastanın (n=10) M. Quadriceps femoris'ine NMES, diğer bir grup hastanın M. Quadriceps femoris'ine ise EMG-B uygulaması yapılmıştır. NMES ve EMG-B uygulanan hastaların verileri kendi içlerinde ayrıca her iki grubun verileri birbirleri ile karşılaştırılmıştır. Bu sayede total diz protezi sonrasında NMES ve EMG-B uygulamasının erken dönem rehabilitasyon sonuçları üzerindeki etkinliği karşılaştırmalı olarak araştırılmıştır.

Değerlendirmeler:

Cerrahi öncesi tüm hastalara yapılan ortak değerlendirmelerin içeriği aşağıdaki gibidir (EK 1).

Demografik Bilgiler

Hastanın demografik bilgileri alınmış, şikayetlerinin ne kadar süredir var olduğu sözel olarak sorgulanmıştır.

Eklem Hareket Genişliği

Tüm hastaların diz fleksiyon ve ekstansiyon eklem hareket genişliği, geçerliliği ve güvenilirliği kanıtlanmış olan universal gonyometre kullanılarak oturma pozisyonunda ölçülmüştür (ICC: aktif diz fleksiyonu 0.89, pasif diz

ekstansiyonu 0.62) (80) (ICC: pasif diz fleksiyonu 0.99, pasif diz ekstansiyonu 0.98) (102).

Ekstremitte Uzunluk Ölçümü

Ekstremitte uzunluk ölçümleri sırtüstü pozisyonda umblikus-medial malleol, spina iliaca anterior superior-medial malleol ve trokanter major-medial malleolden mezura kullanılarak alınmıştır (107).

Çevre Ölçümü

Çevre ölçümü, uylukta ödem veya atrofinin varlığını değerlendirmek amacı ile yapılmıştır. Ölçüm için hasta sırtüstü yatırılmış ve femur medial kondili referans nokta olarak belirlenmiştir. Ölçüm, femur medial kondili ve femur medial kondilinin 9 cm yukarısından mezura ile gerçekleştirilmiştir. Cerrahi sonrası postoperatif erken dönemde cerrahi bölgesinde bulunan pansuman materyalinin ölçüm sonuçlarını etkilememesi için ölçüm femur medial kondilinin 9 cm yukarısından yapılmıştır (107).

Dominant Ekstremitenin Belirlenmesi

Hastanın dominant alt ekstremitesini belirlemek amacı ile hastadan her iki ayağına eşit uzaklıkta bulunan bir topa tekme atması istenmiştir. 3 deneme sonrası topa vurmak için kullandığı ekstremitte dominant alt ekstremitte olarak kabul edilmiştir. Üst ekstremitte dominant tarafı, hastadan hangi eli ile yazı yazdığı veya yemek yediği sorularak belirlenmiştir (108).

Motor Ünite Aksiyon Potansiyelinin (MUAP) Belirlenmesi

Çalışmaya alınan tüm hastalarda preoperatif dönem ve postoperatif 1. gün M. Vastus medialis'in ortalama MUAP'ı EMG-B cihazı ile değerlendirilmiştir. Postoperatif 1. gün M. Vastus medialis ortalama MUAP'ı preoperatif dönemden düşük olan hastaların M. Quadriceps femoris kasında refleks inhibisyon olduğu kabul edilmiştir (102). M. Quadriceps femoris kasında refleks inhibisyon görülmeyen hastalar çalışmadan çıkartılmıştır. M. Quadriceps femoris kasında refleks inhibisyon oluşan hastaların M. Vastus medialis kasının ortalama MUAP ölçümü taburculuk

günü de yapılmıştır. Taburculuk günü ve postoperatif 1. gün MUAP sonuçlarının farkı alınarak uygulanan tedavinin inhibisyona etkisi belirlenmiştir.

Hastalara EMG-B cihazının tanıtımı yapılmış ve hasta uygulamayı tamamen anladığını ifade ettikten sonra, öncelikle hastanın diğer dizine eğitim amacıyla üç adet kontraksiyon yaptırılmıştır. Hasta oturur pozisyonda, diz altına havlu rulo konularak diz 15° fleksiyonda pozisyonlanmıştır. Patellanın proksimal-medial 10 santimetrekarelik kısmı alkol ile temizlenmiş ve patella superior kenarının 2 cm medialinin 5-7 cm superioruna (M. Vastus medialis) EMG-B cihazının (Chattanooga Group Inc., EMG Retrainer) elektrodu yerleştirilmiştir. Aktif elektrotlar kas liflerine paralel gelecek şekilde konulmuş ve elastik bant ile sabitlenmiştir. Her ölçümde yeni elektrot kullanılmıştır. Cihazın ses şiddetini belirleyen *volume* modu en yüksek şiddet olan dokuz, ölçümün hedef sınırlarını belirleyen *target* modu *auto* sekmesine, algılama hassasiyetini belirleyen *zoom* modu en hassas algılama düzeyi olan dokuz, ses şeklini belirleyen *sound* modu sürekli olan *constant* sekmesine ayarlanmıştır.

Uygulamada hastadan ayak bileğini kendisine doğru çekerek dizini tüm gücü ile bastırması ve bu esnada cihaz ekranında görünen çubukların sayısını mümkün olduğu kadar arttırıp, cihazdan mümkün olduğu kadar sürekli ses çıkartması istenmiştir. Auto modda cihaz 15 saniyelik süreçte oluşan MUAP'lerinin ortalamasını otomatik olarak vermektedir. Uygulama 3 kez tekrar edilerek sonuçların ortalaması alınmıştır.

Fonksiyonel Testler

Hastanın fonksiyonel düzeyini belirlemek için kendi hızında 12 m yürüme testi, basamak testi ve *Timed Up and Go* (TUG) testi uygulanmıştır.

Kendi Hızında Yürüme Testi: Test için hastadan normal hızda yürümesi istenerek önceden belirlenen 12 m.'lik mesafeyi katetme süresi dijital kronometre ile ölçülmüş ve kaydedilmiştir. Test eğimsiz, engelsiz, dönme gerektirmeyen, hastanın kendisini güvende hissedeceği bir mekanda gerçekleştirilmiştir (ICC:0.91) (109).

Basamak Testi: Test için hastadan 15 cm yüksekliğinde 10 adet merdiven basamağını mümkün olduğu kadar hızlı inip çıkması istenmiş ve dijital kronometre ile testi gerçekleştirme zamanı kaydedilmiştir. Hastanın teste başlaması ile kronometre başlatılmış ve başlangıç noktasına her iki ayağını basması ile test

sonlandırılmıştır. Test esnasında hastanın trabzandan tek taraflı tutunmasına izin verilmiştir (ICC:0.90) (109).

TUG Testi: Test için hastadan standart kolluklu (43 cm) bir sandalyeden kalkıp, 3 metre ilerideki işaretli noktaya kadar mümkün olduğunca hızlı yürümesi ve dönüp tekrar sandalyeye oturması istenmiştir. Başla komutu ile dijital kronometre başlatılmış ve hastanın kalçalarının sandalyeye değmesi ile test sonlandırılmıştır. Testi gerçekleştirme süresi kaydedilmiştir (ICC: 0.75) (109).



Şekil 2.4. Timed-Up and Go Testi

Kennedy ve diğerleri (109), bu üç testin total diz artroplastisi sonrası postoperatif erken dönemde hastanın durumunda iyileşme veya kötüleşmeyi belirlemede güvenilir olduğunu bildirmişlerdir.

Knee Society Rating System (KSS)

Cerrahi öncesinde tüm hastalarda İnsall ve diğerleri (110) tarafından oluşturulan KSS skorlaması kullanılmıştır. Bu skorlamada diz değerlendirmesi ve fonksiyonel değerlendirme birbirinden ayrılmıştır. Diz değerlendirmesinde sadece

ağrı, stabilite ve hareket genişliği olmak üzere 3 ana parametre ele alınmış ve fleksiyon kontraktürü, ekstansiyon kısıtlılığı ve dizilim bozukluğu indirim puanı olarak yer almıştır. Ağrısız, 125 derece hareket genişliği olan ve önemsiz antero-posterior ve medio-lateral instabilitesi olan diz iyi hizalanmış kabul edilerek 100 puan elde edilmektedir. Hasta fonksiyonu yürüme yardımcısının indirim puanı ile sadece yürüme mesafesi ve merdiven tırmanmayı içermektedir. 100 puanlık maksimum fonksiyon skoru için hastanın sınırsız yürüyebilmesi ve merdivenleri normal bir şekilde çıkıp-inebilmesi gerekmektedir. Puanlamada KSS'nin diz ve fonksiyon skoru kullanılmış, radyolojik değerlendirme kısmı çalışma dışı bırakılmıştır. Kreibich ve diğerleri (111), total diz artroplastisi çıktılarını ölçmede en sorumlu ölçüm yöntemlerinin *The Western Ontario and McMaster Universities Osteoarthritic Index* ve KSS olduğunu belirtmişlerdir.

Ağrı

Ağrı değerlendirmesi için Numerik Analog Skala kullanılmıştır ($r=0.99$). Hastadan ağrısına puan vermesi istenmiş ve puanlamanın hiç ağrısı yok ise sıfır, dayanılmayacak ağrısı var ise on puan olması gerektiği söylenmiştir. Hastadan istirahat ve aktivite esnasında var olan ağrı şiddetini her bir ekstremitte için ayrı ayrı rakamla ifade etmesi istenmiştir (111-113).

Tüm hastalara toplam sekiz egzersizden oluşan ortak bir rehabilitasyon programı verilmiştir. İlk 3 gün bu egzersizlerden yedi tanesi, 3. günden itibaren ise tümü uygulanmıştır. Postoperatif birinci günden itibaren egzersizler günde bir kez fizyoterapist eşliğinde, iki kez de hastanın kendisi tarafından yapılmıştır. Hastalara bu egzersizlerin hatırlanmasını kolaylaştırmak amacıyla resimli egzersiz bukleti verilmiştir (EK 2).

Postoperatif Dönemde Günlük Tedavi Öncesi Yapılan Değerlendirmeler:

Fizyoterapist tarafından uygulanan her rehabilitasyon seansı öncesi hastanın ağrı şiddeti, uyluk çevre ölçümü ve normal eklem hareket genişliği değerlendirilmiştir. Tüm hastalara Hacettepe Üniversitesi Tıp Fakültesi Ortopedi ve Travmatoloji Anabilim Dalı'na yatan hastalara uyguladığımız egzersiz programı uygulanmıştır.

Tüm Hastalara Uygulanan Ortak Rehabilitasyon Programının İçeriği:

Post-operatif 1. gün:

Hastanın toleransına göre 40-50 derece diz fleksiyon açısında sürekli pasif hareket (SPH) cihazının uygulanması.

Yürüteç ile bir sandalyeye transfer (protezli tarafa tolere edebildiği kadar yük vererek).

Yürüteç ile yürüme (protezli tarafa tolere edebildiği kadar yük vererek).

Yatak İçi Egzersizler:

Egzersizler günde 1 defa fizyoterapist eşliğinde, 2 defa da hastanın kendisi tarafından yapılmıştır. Egzersiz programının içeriği aşağıdaki gibidir:

Postoperatif 1. gün

Ayakbileği pompalama hareketi,

Quadriceps izometrik egzersiz,

Kalça çevresi kaslara izometrik egzersiz,

Yatakta topuk kaydırma,

Düz bacak kaldırma,

Yatak kenarında diz fleksiyon-ekstansiyon egzersizleri.

Solunum egzersizleri.

M. Hamstring germe egzersizleri.

Hasta tolere edebiliyorsa protezli tarafa tam ağırlık vererek yürüteç ile yürüme.

Post-operatif 2. gün:

Hastanın toleransına göre SPH cihazının derecesinin artırılması,

Yatak içi egzersizlerin tekrarı,

Hasta tolere edebiliyorsa protezli tarafa tam ağırlık vererek yürüteç ile yürüme mesafesinin artırılması.

Post-operatif 3. gün:

Hastanın toleransına göre SPH cihazının derecesinin artırılması,

Yatak içi egzersizlerin tekrarı,

Hasta tolere edebiliyorsa protezli tarafa tam ağırlık vererek yürüteç ile yürüme mesafesinin artırılması,

Günlük yaşam aktivitelerinin eğitimi,

Merdiven çıkma-inme.

Post-operatif 4. gün ve sonrası:

Hastanın toleransına göre SPH cihazının derecesinin artırılması,

Yatak içi egzersizlerin tekrarı,

Yürüteç veya koltuk değneği ile yürüme mesafesinin artırılması,

Günlük yaşam ve merdiven çıkma-inme aktivitelerinin eğitimi.

EMG-B Uygulaması:

Biofeedback grubunda yer alan hastalara biofeedback cihazının tanıtımı yapılmış ve hasta uygulamayı tamamen anladığını ifade ettikten sonra, öncelikle hastanın diğer dizine eğitim amacıyla üç adet kontraksiyon yaptırılmıştır. Hasta oturur pozisyonda, diz altına havlu rulo konularak diz 15° fleksiyonda pozisyonlanmıştır. Patellanın proksimal-medial 10 santimetrekarelik kısmı alkol ile temizlenmiş ve patella superior kenarının 2 cm medialinin 5-7 cm superioruna (M. Vastus medialis) EMG-B cihazının (Chattanooga Group Inc., EMG Retrainer) elektrodu yerleştirilmiştir. Aktif elektrotlar kas liflerine paralel gelecek şekilde konulmuş ve elastik bant ile sabitlenmiştir. Her ölçümde yeni elektrot kullanılmıştır. Cihazın ses şiddetini belirleyen *volume* modu en yüksek şiddet olan dokuza, ölçümün hedef sınırlarını belirleyen *target* modu *manual* sekmesinden en alt değer olan sıfıra, algılama hassasiyetini belirleyen *zoom* modu en hassas algılama düzeyi olan dokuza, ses şeklini belirleyen *sound* modu sürekli olan *constant* sekmesine ayarlanmıştır.

Uygulamada hastadan ayak bileğini kendisine doğru çekerek dizini tüm gücü ile bastırması ve bu esnada cihaz ekranında görünen çubukların sayısını mümkün olduğu kadar arttırıp, cihazdan mümkün olduğu kadar sürekli ses çıkartması istenmiştir. Her seans 10 saniye kontraksiyon, 50 saniye dinlenme olacak şekilde toplam 10 kontraksiyon ile tamamlanmıştır (82).



Şekil 2.5 Elektrot yerleşim yerlerinin belirlenmesi ve uygulamaya hazırlık



Şekil 2.6 EMG-B uygulaması

NMES Uygulaması:

NMES grubunda yer alan hastalara uygulanacak olan işlem anlatılmış ve hasta işlemi tamamen anladığını ifade ettikten sonra opere olmayan dizine 3 eğitim uygulaması yapılmıştır. Hasta uzun oturma pozisyonundayken diz altına havlu rulo konularak dizde 15° fleksiyon sağlanmıştır. Elektrotların yerleştirileceği vücut kısımları alkol ile temizlenmiştir. NMES (Chattanooga Group Inc., İntelect 440 Combo) cihazının elektrotlarından biri patellanın superior kenarının 2 cm medialinin 5-7 cm superioruna ve diğeri ise inguinal ligamentin altına yerleştirilerek elastik bant ile sabitlenmiştir. Akım: Simetrik Bifazik , Faz Süresi: 300microsaniye, Uyarı Süresi: 10 sn, Dinlenme Süresi: 50 sn, Frekans: 40 Hz, Akım Formatı : Devamlı, Amplitüd: Sabit, Uygulama Süresi: 10 dakika olacak şekilde cihaz ayarlandıktan sonra akım şiddeti kontraksiyon görülene kadar hastanın ağrı sınırları içerisinde artırılmıştır. İlk 5 kontraksiyon için hastadan akım ile birlikte ayak bileğini kendisine doğru çekerek dizini yere doğru bastırması, daha sonraki kontraksiyonlarda ise akım gelmeden dizini bastırması istenmiştir (16,82).



Şekil 2.7 NMES uygulaması

Postoperatif Dönemde Günlük Fizyoterapi Seansları Sonrasında Yapılan Değerlendirmeler:

Rehabilitasyona alınan tüm hastalarda her tedavi sonrasında, ağrı şiddeti ve normal eklem hareket genişliği değerlendirilmiştir.

Oldmeadow ve diğerleri (114) total diz artroplastisi uygulanan hastaların hastaneden taburcu olabilmeleri için gerekli kriterin ne olduğunu araştırdıkları çalışmada *Iowa Level of Assistance Rating Scale*'in geçerli ve güvenilir bir yöntem olduğunu belirtmişlerdir (Kapa=0.74). Bu skalaya göre yataktan çıkabilen, yataktan kalkıp ayakta durabilen, 4.57 m yürüyebilen ve 3 basamağı çıkıp inebilen hasta taburculuk kriterini tamamlamış sayılmaktadır (115).

Çalışmamızda ise, hastalara preoperatif dönemde uygulamış olduğumuz fonksiyonel testleri taburcu günü tekrar yapabilmek için, taburculuk kriterlerinde modifikasyon yapılmıştır. Buna göre, bağımsız olarak yatağından kalkabilen ve tekrar yatağına yatabilen, bağımsız olarak standart (43cm) sandalyeye oturabilen ve tekrar kalkabilen, bağımsız olarak 10 basamak merdiven inip çıkabilen (tek trabzandan tutunabilir), bağımsız olarak 20 metre yürüyebilen (yürüteç veya koltuk değneği ile), aktif 90° diz fleksiyonu yapabilen, 10° den az diz ekstansiyon kaybı olan hastalar taburculuk kriterlerini tamamlamış olarak kabul edilmişlerdir.

Taburculuk kriterlerini tamamladıkları gün hastalarda pre-operatif dönemde yapılan tüm değerlendirmeler tekrarlanmıştır.

3.3. İstatistiksel Analiz

Verilerin istatistiksel analizlerinde SPSS 11.5 programı kullanılmıştır. Ölçümle belirlenen değişkenler, ortalama $\pm$ standart sapma ($X \pm SS$) olarak ifade edilmiş, sayımla belirlenen değişkenler için yüzde (%) değeri hesaplanmıştır. Hastaların ölçümsel değerlerinin gruplar arası karşılaştırması "Mann-Whitney U", grup içi değişimleri ise "Wilcoxon" testi ile analiz edilmiştir.

Tüm istatistiklerde p anlamlılık değeri 0.05 olarak alınmıştır.

4. BULGULAR

Çalışma sonucunda EMG-B (n=10) ve NMES (n=10) grubundaki hastalardan elde edilen bulgular aşağıda yer almaktadır.

4.1. Hastaların Fiziksel Özellikleri ile İlgili Bulgular

Çalışmaya alınan hastaların yaş, boy, kilo ve vücut kütle indeksi (VKİ) ortalamaları karşılaştırılmış ve grupların sayılan özellikler açısından benzer oldukları görülmüştür ($p>0.05$) (Tablo 4.1).

Tablo 4.1. Fiziksel özelliklerin gruplar arası karşılaştırılması. Ortalamalar (X) $\pm$ Standart Sapma (SS) olarak verilmiştir.

Fiziksel Özellik	EMG-B (n=10) X $\pm$ SS	NMES (n=10) X $\pm$ SS	Z	p
Yaş (yıl)	68.50 $\pm$ 4.53	65.50 $\pm$ 6.82	-0.986	0.324
Boy(cm)	161.40 $\pm$ 4.27	161.60 $\pm$ 8.70	-0.115	0.909
Kilo (kg)	81.40 $\pm$ 6.75	83.40 $\pm$ 8.60	-0.572	0.567
VKİ(kg/m ²)	31.35 $\pm$ 3.63	32.13 $\pm$ 4.39	-0.529	0.597

p=0.05

4.2. Hastaların Cinsiyet ve Dominant Taraf Dağılımları ile İlgili Bulgular

Çalışmaya alınan hastaların cinsiyet ve dominant taraf dağılımlarının benzer olduğu belirlenmiştir (Tablo 4.2).

Tablo 4.2. Hastaların cinsiyet ve dominant taraf dağılımları.

Gruplar	Kadın		Erkek		Üst Ekstremité Dominant				Alt Ekstremité Dominant			
					Sağ		Sol		Sağ		Sol	
	Sayı	%	Sayı	%	Sayı	%	Sayı	%	Sayı	%	Sayı	%
EMG-B	9	90	1	10	10	100	0	0	10	100	0	0
NMES	9	90	1	10	9	90	1	10	9	90	1	10

4.3. Hastaların Eğitim ve Meslek Dağılımları ile İlgili Bulgular

Çalışmaya alınan olguların çoğunluğu ilk okul mezunu ve ev hanımı olduğu gözlenmiştir (Tablo 4.3). Ortalama eğitim süresi EMG-B grubunda 7.4 yıl, NMES grubunda ise 6.7 yıldır. Her iki grupta yer alan hastaların çoğunluğu ev hanımıdır.

Tablo 4.3. Hastaların eğitim ve meslek dağılımları.

		EMG-B		NMES	
		Sayı	%	Sayı	%
Eğitim	Okuma yazma bilmiyor	0	0	1	10
	İlkokul	7	70	6	60
	Lise	1	10	2	20
	Üniversite	2	20	1	10
Meslek	Ev hanımı	6	60	9	90
	Emekli öğretmen	3	30	0	0
	Emekli işçi	1	10	0	0
	Emekli mühendis	0	0	1	10

4.4. Hastaların Preoperatif *Knee Society* Diz ve Fonksiyon Puanları ile İlgili Bulgular

Hastaların preoperatif dönem KSS diz, fonksiyon ve toplam skor ortalamaları karşılaştırıldığında, gruplar arasında diz ve fonksiyon skorları açısından fark bulunmadığı görülmüştür ($p>0.05$) (Tablo 4.4).

Tablo 4.3. Preoperatif KSS diz ve fonksiyon skorlarının gruplar arası karşılaştırılması.

Knee Society	EMG-B (n=10)	NMES (n=10)	Z	P
Skoru	X±SS	X±SS		
Diz	41.70±21.65	34.70±10.78	-0.303	0.762
Fonksiyon	66.50±17.17	66.50±13.95	-0.153	0.878
Toplam	108.20±33.88	101.20±17.97	-0.113	0.910

p=0.05

Her iki grupta yer alan hastaların fiziksel özellikleri, diz patolojisine ait klinik özellikleri ve fonksiyonel düzeyleri arasında anlamlı bir fark yoktur ($p>0.05$). Her iki grupta yer alan hastaların eğitim ve meslek dağılımları benzerlik göstermektedir. EMG-B ve NMES grubunda yer alan hastalar bu özellikler açısından homojen bir dağılım göstermektedir.

4.5. EMG-B Grubunun Fonksiyonel Test Sonuçları ile İlgili Bulgular

EMG-B grubunda yer alan hastaların taburcu oldukları günde değerlendirilen TUG, 12 m. yürüme ve basamak testi süreleri preoperatif dönem ile karşılaştırıldığında, tüm fonksiyonel test sonuçlarında anlamlı azalma gözlenmiştir ($p<0.05$) (Tablo 4.5).

Tablo 4.5. EMG-B grubunun preoperatif ve taburculuk sırasındaki fonksiyonel test sonuçlarının karşılaştırılması.

Fonksiyonlar (sn)	Preoperatif dönem X±SS (n=10)	Taburcu X±SS (n=10)	Z	p
TUG	10.50±2.22	24.14±10.42	-2.803	0.005*
12 m. yürüme	17.79±2.56	27.34±6.44	-2.599	0.009*
Basamak testi	21.51±6.69	51.76±15.49	-2.803	0.005*

p=0.05

4.6. NMES Grubunun Fonksiyonel Test Sonuçları ile İlgili Bulgular

NMES grubunda yer alan hastaların taburcu oldukları günde değerlendirilen TUG, 12 m. yürüme ve basamak testi süreleri preoperatif dönem ile karşılaştırıldığında, tüm fonksiyonel test sonuçlarında anlamlı azalma gözlenmiştir ($p<0.05$) (Tablo 4.6).

Tablo 4.6. NMES grubunun preoperatif ve taburculuk fonksiyonel test sonuçlarının karşılaştırılması.

Fonksiyonlar (sn)	Preoperatif dönem X±SS (n=10)	Taburcu X±SS (n=10)	Z	p
TUG	11.43±3.77	24.36±18.34	-2.803	0.005*
12 m. yürüme	17.84±4.04	28.04±7.33	-2.803	0.005*
Basamak testi	23.76±10.56	54.08±26.05	-2.803	0.005*

p=0.05

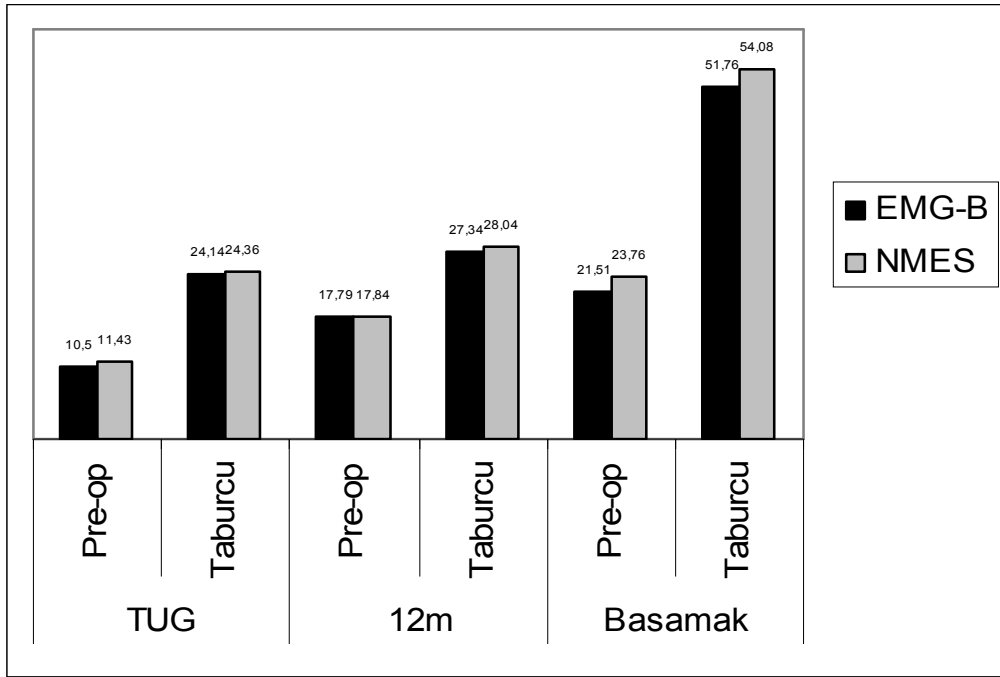
4.7. Fonksiyonel Test Süreleri ile İlgili Bulguların Gruplar Arası Karşılaştırılması

EMG-B ve NMES grubunda yer alan hastaların preoperatif ve taburculuk günü TUG, 12 m yürüme ve basamak testlerini tamamlama süreleri açısından gruplar arasında anlamlı fark gözlenmemiştir (p>0.05) (Tablo 4.7).

Tablo 4.7. Preoperatif ve taburculuk fonksiyonel test sonuçlarının gruplar arası karşılaştırılması.

Dönemler	Test (sn)	EMG-B (n=10) X±SS	NMES (n=10) X±SS	Z	p
Preoperatif	TUG	10.50±2.22	11.43±3.77	-0.454	0.650
	12m.yürüme	17.79±2.56	17.84±4.04	-0.643	0.520
	10 basamak	21.51±6.69	23.76±10.56	-0.227	0.821
Taburculuk	TUG	24.14±10.42	24.36±18.34	-0.983	0.326
	12m.yürüme	27.34±6.44	28.04±7.33	-0.151	0.880
	10 basamak	51.76±15.49	54.08±26.05	-0.076	0.940

p=0.05



Şekil 4.1. Fonksiyonel test süreleri ile ilgili bulgular

4.8. EMG-B Grubunun Diz Hareket Genişliği ile İlgili Bulgular

EMG-B grubunda yer alan hastaların taburculuk günü diz fleksiyon ve ekstansiyon hareket genişliği dereceleri preoperatif döneme göre daha düşüktür ($p<0.05$) (Tablo 4.8). Taburculuk günü ölçülen diz fleksiyon hareket genişliğinin postoperatif 1.güne göre daha fazla ($p<0.05$) ve ekstansiyon hareket kısıtlılığının ise postoperatif 1.güne göre daha az olduğu belirlenmiştir ($p<0.05$) (Tablo 4.9).

Tablo 4.8. EMG-B grubunun preoperatif ve taburculuk sırasındaki diz hareket genişliğinin karşılaştırılması.

Hareket Genişliği (derece)	Preoperatif dönem X±SS (n=10)	Taburcu X±SS (n=10)	Z	p
Fleksiyon	103.90±10.93	91.20±5.08	-2.408	0.016*
Ekstansiyon	0.00±0.00	-7.40±1.78	-2.810	0.005*

p=0.05

Tablo 4.9. EMG-B grubunun postoperatif 1. gün ve taburculuk sırasındaki diz hareket genişliğinin karşılaştırılması.

Hareket Genişliği	Postoperatif 1.gün X±SS (n=10)	Taburcu X±SS (n=10)	Z	p
Fleksiyon	61.20±14.13	91.20±5.08	-2.805	0.005*
Ekstansiyon	-23.50±6.38	-7.40±1.78	-2.705	0.007*

p=0.05

4.9. NMES Grubunun Diz Hareket Genişliği ile İlgili Bulgular

NMES grubunda yer alan hastaların taburculuk günü diz fleksiyon ve ekstansiyon hareket genişlikleri Preoperatif dönemdeki hareket genişliklerinden daha düşük olmakla birlikte, ($p<0.05$) (Tablo 4.10), postoperatif 1.güne göre anlamlı artış göstermiştir ($p<0.05$) (Tablo 4.11).

Tablo 4.10. NMES grubunun preoperatif ve taburculuk diz hareket genişliğinin karşılaştırılması.

Hareket Genişliği (derece)	Preoperatif dönem (n=10) X±SS	Taburcu (n=10) X±SS	Z	p
Fleksiyon	106.90±13.17	92.10±3.07	-2.666	0.008*
Ekstansiyon	0.00±0.00	5.80±1.62	-2.820	0.005*

p=0.05

Tablo 4.11. NMES grubunun postoperatif 1. gün ve taburculuk diz hareket genişliğinin karşılaştırılması.

Hareket Genişliği (derece)	Postoperatif 1.gün X±SS (n=10)	Taburcu X±SS (n=10)	Z	p
Fleksiyon	67.30±11.43	92.10±3.07	-2.805	0.005*
Ekstansiyon	22.70±13.22	5.80±1.62	-2.668	0.008*

p=0.05

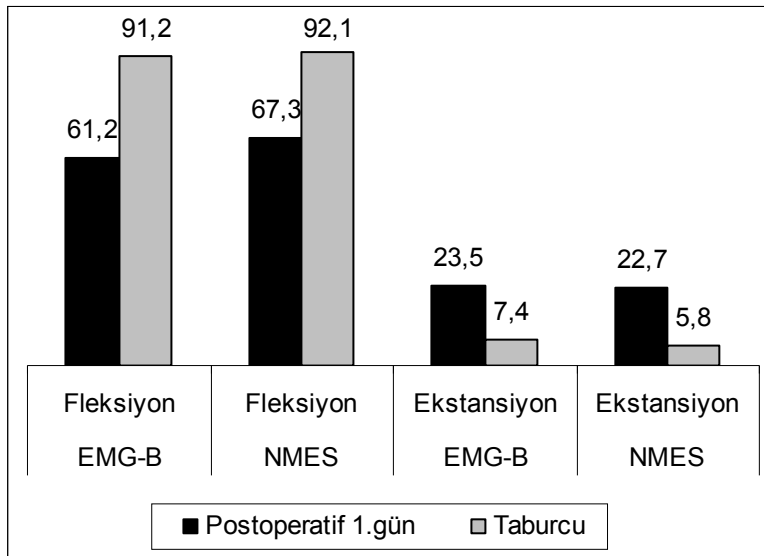
4.10. Diz Hareket Genişliği ile İlgili Bulguların Gruplar Arası Karşılaştırılması

EMG-B grubunda yer alan hastaların postoperatif 1. gün diz fleksiyon ve ekstansiyon hareket genişliği dereceleri NMES grubunda yer alanlar ile benzerdir ($p>0.05$). Taburculuk günü diz fleksiyon derecelerinde gruplar arasında anlamlı fark bulunmazken ($p>0.05$), NMES grubunda yer alan hastaların daha iyi diz ekstansiyon hareket genişliği derecesine sahip oldukları belirlenmiştir ($p=0.05$) (Tablo 4.12).

Tablo 4.12. Postoperatif 1. gün ve taburculuk diz hareket genişliğinin gruplar arası karşılaştırılması.

Diz Hareket Genişliği (derece)		EMG-B (n=10) X±SS	NMES (n=10) X±SS	Z	p
Postoperatif 1.gün	Fleksiyon	61.20±14.13	67.30±11.43	-0.874	0.382
	Ekstansiyon	23.50±6.38	22.70±13.22	-0.572	0.568
Taburculuk	Fleksiyon	91.20±2.50	92.10±3.07	-0.578	0.563
	Ekstansiyon	7.40±1.78	5.80±1.62	-1.961	0.050*

p=0.05



Şekil 4.2. Diz hareket genişliği ile ilgili bulgular

4.11. EMG-B Grubunun Ağrı Sonuçları ile İlgili Bulgular

EMG-B grubunda yer alan hastaların taburculuk günü istirahat ağrı şiddetleri preoperatif ve postoperatif 1. güne göre anlamlı bir değişim göstermezken ($p>0.05$), aktivite esnasındaki ağrı şiddetleri hem preoperatif, hem de postoperatif 1. güne göre anlamlı azalma göstermiştir ($p<0.05$) (Tablo 4.13-14).

Tablo 4.13. EMG-B grubunun preoperatif ve taburculuk günü istirahat ve aktivite ağrı şiddetlerinin karşılaştırılması.

Ağrı Şiddeti (nümerik)	Preoperatif dönem X±SS (n=10)	Taburcu X±SS (n=10)	Z	p
İstirahatte	2.70±3.74	2.55±3.16	0.000	1.000
Aktivitede	8.82±1.56	2.10±3.04	-2.705	0.007*

p=0.05

Tablo 4.14. EMG-B grubunun postoperatif 1. gün ve taburculuk günü istirahat ve aktivite ağrı şiddetlerinin karşılaştırılması.

Ağrı Şiddeti (nümerik)	Postoperatif 1.gün X±SS (n=10)	Taburcu X±SS (n=10)	Z	p
İstirahat	3.80±3.46	2.55±3.16	-1.291	0.197
Aktivite	6.30±3.44	2.10±3.04	-2.521	0.012*

p=0.05

4.12. NMES Grubunun Ağrı Şiddeti ile İlgili Bulgular

NMES grubunda yer alan hastaların taburculuk günü istirahat ağrı şiddetleri preoperatif ve postoperatif 1. güne göre anlamlı bir değişim göstermezken ($p>0.05$), aktivite esnasındaki ağrı şiddetleri hem preoperatif, hem de postoperatif 1. güne göre anlamlı azalma göstermiştir ($p<0.05$) (Talo4.15-16).

Tablo 4.15. NMES grubunun preoperatif ve taburculuk günü istirahat ve aktivite ağrı şiddetlerinin karşılaştırılması.

Ağrı Şiddeti (nümerik)	Preoperatif dönem X±SS (n=10)	Taburcu X±SS (n=10)	Z	p
İstirahat	2.50±4.08	1.40±2.32	-1.095	0.273
Aktivite	7.50±3.57	3.05±3.17	-2.193	0.028*

p=0.05

Tablo 4.16. NMES grubunun postoperatif 1. gün ve taburculuk günü istirahat ve aktivite ağrı şiddetlerinin karşılaştırılması.

Ağrı Şiddeti (nümerik)	Postoperatif 1.gün X±SS (n=10)	Taburcu X±SS (n=10)	Z	p
İstirahat	2.95±3.99	1.40±2.32	-1.355	0.176
Aktivite	5.44±3.28	3.05±3.17	-2.243	0.025*

p=0.05

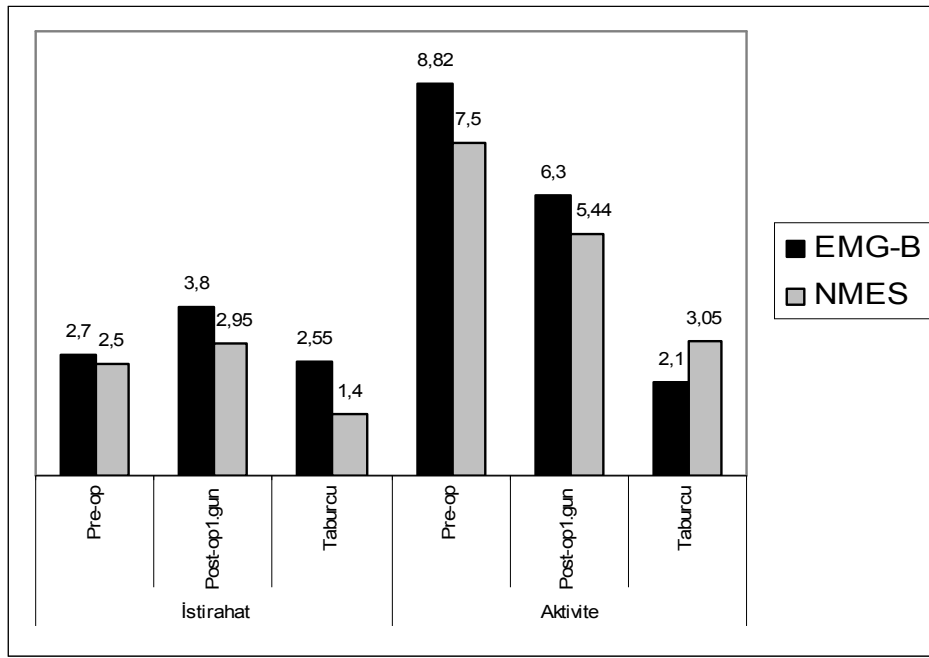
4.13. Ağrı Şiddeti ile İlgili Bulguların Gruplar Arası Karşılaştırılması

Her iki grupta yer alan hastaların preoperatif dönem, postoperatif 1. gün ve taburculuk günü istirahat ve aktivite esnasındaki ağrı şiddetleri açısından gruplar arasında anlamlı fark görülmemiştir ($p>0.05$) (Tablo 4.17).

Tablo 4.17. Preoperatif ve taburculuk günü istirahat ve aktivite ağrı şiddetlerinin gruplar arası karşılaştırılması.

AĞRI (nümerik)		EMG-B (n=10) X±SS	NMES (n=10) X±SS	Z	p
Preoperatif dönem	İstirahat	2.70±3.74	2.50±4.08	-0.133	0.894
	Aktivite	8.82±1.56	7.50±3.57	-0.706	0.480
Postoperatif 1.gün	İstirahat	3.80±3.46	2.95±3.99	-0.675	0.500
	Aktivite	6.30±3.44	5.44±3.28	-0.723	0.470
Taburcu	İstirahat	2.55±3.16	1.40±2.32	-1.172	0.241
	Aktivite	2.10±3.04	3.05±3.17	-0.586	0.558

p=0.05



Şekil 4.3. Ağrı şiddeti ile ilgili bulgular

4.14. EMG-B Grubunun Çevre Ölçüm Sonuçları ile İlgili Bulgular

EMG-B grubunun postoperatif 1. gün çevre ölçümleri preoperatif dönem ile karşılaştırıldığında hem femur medial kondil hizası hem de 9 cm yukarısında ödem olduğu görülmüştür ($p<0.05$) (Tablo 4.18). Operasyon sonrası oluşan ödemdeki değişimi değerlendirmek amacıyla taburculuk çevre ölçüm sonuçları postoperatif 1. gün ile karşılaştırıldığında femur medial kondil hizasında ödemde anlamlı azalma görülürken ($p<0.05$), 9 cm yukarısındaki ödemde istatistiksel olarak anlamlı bir azalma gözlenmemiştir ($p>0.05$) (Tablo 4.19).

Tablo 4.18. EMG-B grubunun preoperatif ve postoperatif 1. gün femur medial kondil ve 9 cm yukarısı çevre ölçüm farklarının karşılaştırılması.

Ölçüm Seviyeleri (cm)	Preoperatif dönem X±SS (n=10)	Postoperatif 1. gün X±SS (n=10)	%	Z	p
Medial Kondil	45.70±1.97	49.50±2.43	8.32	-2.807	0.005*
9 cm Yukarı	50.75±4.12	54.10±4.80	6.60	-2.677	0.007*

p=0.05

Tablo 4.19. EMG-B grubunun postoperatif 1. gün ve taburcu femur medial kondil ve 9 cm yukarısı çevre ölçüm farklarının karşılaştırılması.

Ölçüm Seviyeleri (cm)	Postoperatif 1. gün X±SS (n=10)	Taburcu X±SS (n=10)	%	Z	p
Medial Kondil	49.50±2.43	48.85±2.48	-1.31	-2.047	0.041*
9 cm Yukarı	54.10±4.80	53.60±4.54	-0.92	-1.426	0.151

p=0.05

4.15. NMES Grubunun Çevre Ölçüm Sonuçları ile İlgili Bulgular

NMES grubunun postoperatif 1. gün çevre ölçümleri preoperatif dönem ile karşılaştırıldığında femur medial kondil ve 9 cm yukarisından yapılan ölçüm sonuçlarına göre postoperatif dönemde ödem olduğu belirlenmiştir ($p<0.05$) (Tablo 4.20). Operasyon sonrası oluşan ödemdeki değişimi değerlendirmek amacıyla taburculuk çevre ölçüm sonuçları postoperatif 1. gün ile karşılaştırıldığında hem femur medial kondil hizası hem de 9 cm yukarisındaki değişimin istatistiksel olarak anlamlı olmadığı belirlenmiştir ($p>0.05$) (Tablo 4.21).

Tablo 4.20. NMES grubunun preoperatif ve postoperatif 1. gün femur medial kondil ve 9 cm yukarısı çevre ölçüm farklarının karşılaştırılması.

Ölçüm Seviyeleri (cm)	Preoperatif dönem X±SS (n=10)	Postoperatif 1. gün X±SS (n=10)	%	Z	p
Medial Kondil	46.30±5.52	50.00±3.77	7.99	-2.812	0.005*
9 cm Yukarı	52.60±5.16	54.00±4.37	2.66	-2.392	0.017*

p=0.05

Tablo 4.21. NMES grubunun postoperatif 1. gün ve taburculuk sırasındaki femur medial kondil ve 9 cm yukarısı çevre ölçüm farklarının karşılaştırılması.

Ölçüm Seviyeleri (cm)	Postoperatif 1. gün X±SS (n=10)	Taburcu X±SS (n=10)	%	Z	p
Medial Kondil	50.00±3.77	48.85±4.71	-2.30	-1.542	0.123
9 cm Yukarı	54.00±4.37	54.30±4.34	0.56	-1.137	0.256

p=0.05

4.16. Çevre Ölçüm Sonuçları ile İlgili Bulguların Gruplar Arası Karşılaştırılması

Her iki grupta yer alan hastaların postoperatif 1. gün çevre ölçüm sonuçları ile preoperatif dönem çevre ölçüm sonuçları arasındaki farklar karşılaştırıldığında gruplar arasında anlamlı fark olmadığı gözlenmiştir ($p>0.05$) (Tablo 4.22).

Taburculuk günü çevre ölçüm sonuçlarının postoperatif 1. gün sonuçlarından farkı karşılaştırıldığında da gruplar arasında anlamlı fark görülmemiştir ($p>0.05$) (Tablo 4.23).

Tablo 4.22. Preoperatif ve postoperatif 1. gün çevre ölçüm farklarının gruplar arası karşılaştırılması.

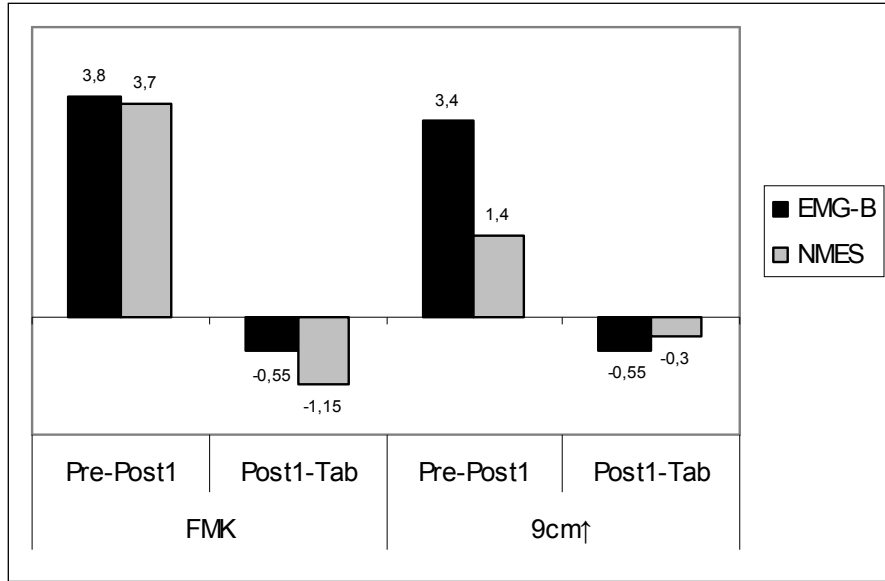
Ölçüm	EMG-B (n=10)	NMES (n=10)	Z	p
Seviyeleri (cm)	X±SS	X±SS		
Medial Kondil	3.80±2.24	3.70±2.84	-0.456	0.648
9cm yukarı	3.40±3.08	1.40±1.33	-1.651	0.099

p=0.05

Tablo 4.23. Postoperatif 1. gün ve taburculuk çevre ölçüm farklarının gruplar arası karşılaştırılması.

Ölçüm	EMG-B (n=10)	NMES (n=10)	Z	p
Seviyeleri (cm)	X±SS	X±SS		
Medial Kondil	-0.55±0.69	-1.15±2.53	-1.150	0.250
9cm yukarı	-0.55±1.01	0.30±0.86	-1.800	0.072

p=0.05



Şekil 4.4. Çevre ölçüm sonuçları ile ilgili bulgular

4.17. EMG-B Grubunun MUAP ile İlgili Bulguları

EMG-B grubunda yer alan hastaların postoperatif 1. gün M. Quadriceps femoris kası MUAP'ında preoperatif döneme göre istatistiksel olarak anlamlı azalma görülürken ($p<0.05$) (Tablo 4.24), taburculuk günü MUAP'ında postoperatif 1. güne göre anlamlı artış belirlenmiştir ($p<0.05$) (Tablo 4.25).

Tablo 4.24. EMG-B grubunda yer alan hastaların preoperatif ve postoperatif 1. gün MUAP farklarının karşılaştırılması.

MUAP	Preoperatif dönem X±SS (n=10)	Postoperatif 1. gün X±SS (n=10)	%	Z	p
µV	337.30±193.25	44.90±30.64	-86.69	-2.803	0.005*
p=0.05					

Tablo 4.25. EMG-B grubunda yer alan hastaların postoperatif 1. gün ve taburculuk günü MUAP farklarının karşılaştırılması.

MUAP	Preoperatif 1. gün X±SS (n=10)	Taburcu X±SS (n=10)	%	Z	p
µV	44.90±30.64	243.10±248.30	441.43	-2.803	0.005*
p=0.05					

4.18. NMES Grubunun MUAP ile İlgili Bulguları

NMES grubunda yer alan hastaların postoperatif 1. gün M. Quadriceps femoris kası MUAP'ında preoperatif döneme göre istatistiksel olarak anlamlı azalma görülürken ($p<0.05$) (Tablo 4.26), taburculuk günü MUAP'ında postoperatif 1. güne göre anlamlı artış belirlenmiştir ($p<0.05$) (Tablo 4.27).

Tablo 4.26. NMES grubunda yer alan hastaların preoperatif ve postoperatif 1. gün MUAP farklarının karşılaştırılması.

MUAP	Preoperatif dönem X±SS (n=10)	Postoperatif 1. gün X±SS (n=10)	%	Z	p
μV	153.20±98.05	28.70±23.31	-81.27	-2.803	0.005*
p=0.05					

Tablo 4.27. NMES grubunda yer alan hastaların postoperatif 1. gün ve taburculuk günü MUAP farklarının karşılaştırılması.

MUAP	Preoperatif 1. gün X±SS (n=10)	Taburcu X±SS (n=10)	%	Z	p
μV	28.70±23.31	175.20±240.05	510.45	-2.547	0.011*
p=0.05					

4.19. MUAP ile İlgili Bulguların Gruplar Arası Karşılaştırılması

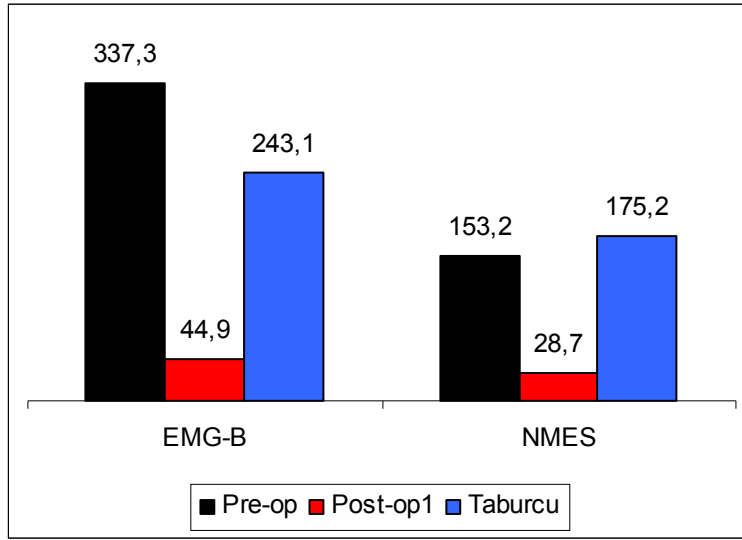
M. Quadriceps femoris kasının postoperatif 1. gün MUAP'ı preoperatif dönem ile, taburculuk MUAP de postoperatif 1. gün ile karşılaştırıldığında gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmamıştır ($p>0.05$) (Tablo 4.28-29).

Tablo 4.28. Preoperatif ve Postoperatif 1. gün motor ünite aksiyon potansiyellerinin gruplar arası karşılaştırılması.

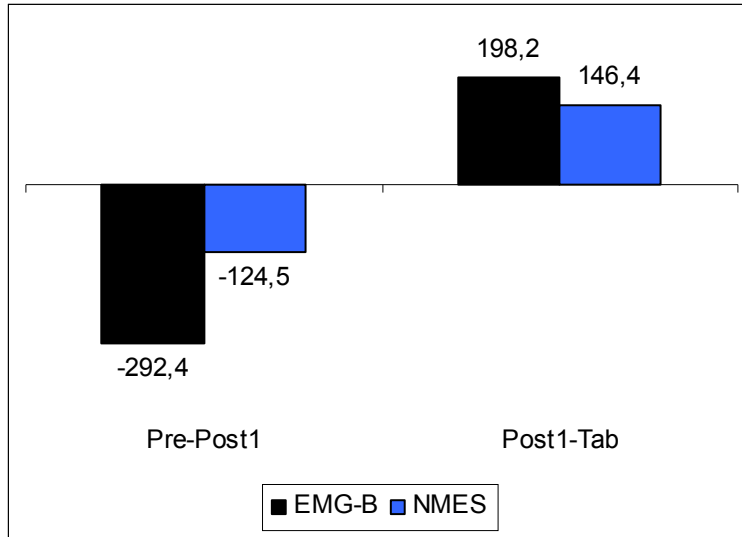
MUAP	EMG-B (n=10) X±SS	NMES (n=10) X±SS	Z	p
μV	-292.40±211.53	-124.50±87.92	-1.814	0.070
p=0.05				

Tablo 4.29. Postoperatif 1. gün ve taburculuk günü motor ünite aksiyon potansiyellerinin gruplar arası karşılaştırılması.

MUAP	EMG-B (n=10) X±SS	NMES (n=10) X±SS	Z	p
μV	198.20±247.27	146.50±240.38	-0.76	0.940
p=0.05				



Şekil 4.5. Preoperatif, postoperatif 1. gün ve taburculuk günü MUAP sonuçları



Şekil 4.6. Preoperatif dönem- postoperatif 1. gün ve Postoperatif 1. gün – taburculuk günü MUAP farkları.

4.20. Postoperatif 1. gün ve Taburculuk Günü Yürüme Mesafesi ile İlgili Bulguların Karşılaştırılması

EMG-B ve NMES grubunda yer alan hastaların taburculuk günü yürüme mesafeleri postoperatif 1. güne göre anlamlı artış göstermiştir ($p<0.05$) (Tablo 4.30).

Tablo 4.30. Postoperatif 1. gün ve Taburculuk Günü Yürüme Mesafesi ile İlgili Bulguların Karşılaştırılması.

Yürüme Mesafesi (m)	Postoperatif 1. gün X±SS (n=10)	Taburcu X±SS (n=10)	Z	p
EMG-B (n=10)	11.30±14.94	76.50±27.69	-2.805	0.005*
NMES (n=10)	7.80±4.78	114.00±53.37	-2.810	0.005*

p=0.05

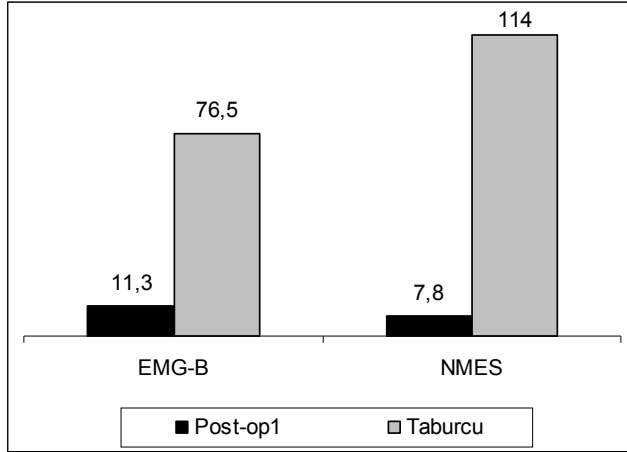
4.21. Postoperatif Yürüme Mesafesi ile İlgili Bulguların Gruplar Arası Karşılaştırılması

Her iki grupta yer alan hastaların postoperatif 1. gün ve taburculuk günü yürüme mesafeleri karşılaştırıldığında gruplar arasında anlamlı fark görülmemiştir ($p>0.05$) (Tablo 4.31).

Tablo 4.31. Postoperatif 1.gün ve taburculuk günü yürüme mesafesinin gruplar arası karşılaştırılması.

Dönemler	EMG-B (n=10) X±SS	NMES (n=10) X±SS	Z	p
Postoperatif 1. gün	11.30±14.94	7.80±4.78	-0.191	0.849
Taburcu	76.50±27.69	114.00±53.37	-1.435	0.151

p=0.05



Şekil 4.7. Postoperatif 1. gün ve taburculuk günü yürüme mesafesi

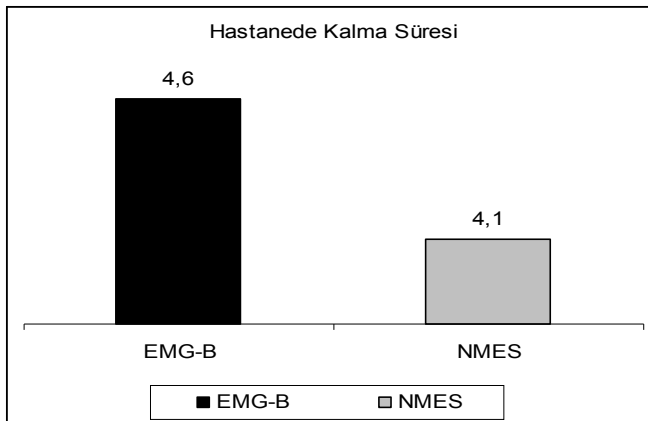
4.22. Hastanede Kalma Süreleri ile İlgili Bulguların Gruplar Arası Karşılaştırılması.

Her iki grupta yer alan hastaların hastanede kalma süreleri açısından, gruplar arasında anlamlı fark olmadığı gözlenmiştir ($p>0.05$) (Tablo 4.32).

Tablo 4.32. Hastanede kalma sürelerinin gruplar arası karşılaştırılması.

Süreler (gün)	EMG-B (n=10) X±SS	NMES (n=10) X±SS	Z	p
Hastanede Kalma Süresi	4.60±1.35	4.10±0.74	-0.739	0.460

$p=0.05$



Şekil 4.8. Ortalama hastanede kalma süresi

4.23. Düz Bacak Kaldırma ve Sandalyeye Transfer Süreleri ile İlgili Bulguların Gruplar Arası Karşılaştırılması.

Her iki grupta yer alan düz bacak kaldırma ve sandalyeye transfer süreleri açısından, gruplar arasında anlamlı fark olmadığı gözlenmiştir ($p>0.05$) (Tablo 4.33).

Tablo 4.33. Düz bacak kaldırma ve sandalyeye transfer sürelerinin gruplar arası karşılaştırılması.

Süreler (gün)	EMG-B (n=10) X±SS	NMES (n=10) X±SS	Z	p
Düz Bacak Kaldırma	1.90±0.88	1.60±0.70	-0.797	0.426
Sandalyeye Transfer	2.20±1.30	2.40±0.70	-0.562	0.574
p=0.05				

5. TARTIŞMA

Total diz artroplastisi uygulamalarının, osteoartritli hastalarda ağrıyı azaltarak işlevselliği artırdığı çeşitli çalışmalarda belirtilmektedir (31, 32, 116, 117). Her ne kadar hastaların ağrısı azalsa da M. Quadriceps femoris kuvvetleri, operasyondan aylar sonra bile kendi yaş grubundaki sağlıklı bireylerinkine ulaşamamaktadır (5-9). Total diz artroplastisi sonrasında oluşan bu kas zayıflığının nedenine yönelik birçok hipotez ortaya atılmıştır. Literatürde yapılan çalışmaların sonuçlarına baktığımızda bu kişilerdeki kas zayıflığı ve buna bağlı fonksiyonel yetersizliklerin asıl nedeni M. Quadriceps femoris kasının cerrahi sonrası refleks inhibisyona uğramasıdır (5-7). Farklı deneysel çalışmalar ve diz cerrahileri sonrasında da M. Quadriceps femoris'te refleks inhibisyon görüldüğü kanıtlanmıştır (9, 11, 14, 118-120). Refleks inhibisyona neden olan bazı etkenler üzerinde durulmaktaysa da, esas etkenin ne olduğu henüz tam olarak aydınlatılamamıştır. Literatürde, M. Quadriceps femoris refleks inhibisyonu nedeniyle kastaki aktivasyon yetersizliğinin tedavisinde NMES ve EMG-B yöntemleri önerilmektedir (5-7). Ancak total diz artroplastisi uygulanan hastalar için bu iki farklı tedavi yönteminin birbirine olan üstünlüğünü karşılaştıran herhangi bir çalışma yoktur. Bu çalışmanın amacı total diz artroplastisi uygulaması sonrası M. Quadriceps femoris kasında refleks inhibisyon görülen hastalarda etkin tedavi yöntemini belirlemek ve hastanın daha fonksiyonel bir diz ile erken taburcu edilmesini sağlamaktır.

Literatürde total diz artroplastisi uygulanma oranının 65–84 yaş aralığında 45-64 yaş aralığına göre 3.6-4.5 kez daha fazla olduğu belirtilmektedir (47). Kurtz ve diğerleri (121), osteoartritli hastalar arasında total diz artroplastisi nedeniyle yapılan cerrahi oranının kadınlarda erkeklerden %30-67 oranında daha fazla olduğunu bildirmişlerdir.

Can ve diğerleri (92) total diz artroplastisinin rehabilitasyonunda SPH'in önemini araştırdıkları çalışmaya 44 vaka almışlardır. Alınan 44 vakanın sadece 2'si erkek 42'si ise kadındır.

Hallaçeli ve diğerleri (89) total diz artroplastisi uygulanan hastalarda epidural anestezi uygulamasının rehabilitasyon programı üzerine etkilerini araştırdıkları çalışmaya 37 olgu almışlardır. 37 olgunun 8'i erkek, 29'u kadındır.

Bu çalışmada yer alan hastalar, hem yaş hem de cinsiyet açısından daha önceki çalışmalarda belirtilen total diz artroplastisi uygulanma oranı yüksek hastalar sınıflamasını desteklemektedir.

Liu ve diğerleri (122), orta yaş kadınlarda boy, kilo ve BMI' nin total diz ve kalça replasmanı ile ilişkili olduğunu belirtmişlerdir. 1.70 cm' den uzun boyluların kalça, 1.55 cm' den kısa olanların ise diz replasmanı riskinin daha fazla olduğunu, 75 kg' dan daha kilolu olanların 60 kg' dan daha az olanlara ve BMI' i 30' un üzerinde olanların 25' in altında olanlara göre hem kalça hem de diz replasmanı risklerinin daha fazla olduğunu belirtmişlerdir.

Bu çalışmada yer alan her iki gruptaki kadınların boy ortalaması $160,78 \pm 6,4$ cm, kilo ortalaması $82,33 \pm 7,9$ kg ve BMI ortalaması $32,00 \pm 4,1$ kg/m² olup, Liu ve diğerlerinin belirtmiş olduğu total diz protezi için riskli hasta grubu sınıflamasını destekler niteliktedir.

Literatürde obezitenin osteoartrit gelişimi ve total diz replasmanı için bir risk faktörü olduğu bildirilmektedir. Ayrıca obez osteoartritli hastaların hem hastanede kalma sürelerinin hem de hastane masraflarının artması söz konusudur (40, 123).

Bu çalışmada, her iki grupta yer alan hastaların vücut kitle indeksleri obez sınıfına girmekte olup, vücut kitle indeksleri açısından gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamaktadır ($p > 0.05$). Grupların obezite açısından homojen olması, hastaların hastanede kalma süresi ve fonksiyonelliklerine ait sonuçları daha güvenilir kılmaktadır.

Fiziksel performans ölçümleri total diz ve kalça artroplastili hastaların sonuçlarının değerlendirilmesinde önemli bir role sahiptir (109).

Lin ve diğerleri (124), ileri yaşta kalça ve diz osteoartriti olan kişiler için fiziksel fonksiyonu değerlendirmede 8 inç yürüme, 4 basamak merdiven çıkma-inme ve sandalyeye 5 kez oturup-kalkma testlerinin basit, güvenilir ve yararlı test bataryaları olduklarını belirtmişlerdir. Bu çalışmada da fiziksel performans ölçümü olarak TUG testi, 12 m kendi hızında yürüme testi ve 10 basamak merdiven çıkıp-inme testi yapılmıştır.

Börjesson ve diğerleri (125, 126), 2005 yılında yayımladıkları bir çalışmada, diz osteoartriti olan ve sonrasında cerrahi uygulanan hastalarda kullanılan yürüme testinin hastanın kendi yürüme hızında olması gerektiğini belirtmişlerdir. Aynı

yazarlar, 2007 yılında yapmış oldukları çalışmada ise yürüyüş testinin yavaş, kendi hızında veya hızlı olmak üzere farklı hızlarda uygulanmasının değişiklikleri ortaya çıkarmada eşit derecede değerli olduğunu bildirmişlerdir. Bu çalışmada da 12 m yürüme testi hastanın kendi yürüme hızında gerçekleştirilmiştir.

Avramidis ve diğerleri (127), osteoartrit nedeni ile total diz artroplastisi uygulanan hastaların egzersiz programına NMES uygulamasının eklenmesi ile yürüme hızının belirgin bir şekilde artacağını belirtmişlerdir. Bu çalışmada da yürüme ve benzeri fonksiyonel aktivitelerin yapılmasında gerekli olan M. Quadriceps femoris aktif kas kasılma kapasitesini artırmak amacı ile NMES kullanılmıştır.

Kennedy (128) ve Thomas (129), total diz artroplastisi uygulanan hastalarda fiziksel performans testlerinin hastaların fiziksel aktivite düzeyleri ile ilişkili olduğunu ve hastaların fiziksel fonksiyonlarında zamana bağlı oluşan değişiklikleri gösterdiğini belirtmişlerdir.

Maly ve diğerleri (130), diz osteoartritli hastalarda performans ölçümleri ile kişisel bildirimlerin ilişkisinin kısmi olduğunu kişisel bildirimlerin daha çok ağrı ile korelasyon gösterdiğini belirtmişlerdir.

Stratford ve diğerleri (131, 132), osteoartritli hastalarda fiziksel fonksiyonu değerlendirmek için hasta tarafından rapor edilen anketler ile performans ölçümlerini kullanmışlar ve çalışma sonucunda fiziksel fonksiyonu değerlendirmede hasta tarafından rapor edilen anketlerin tek başına kullanılmaması gerektiğini belirtmişlerdir. Bu çalışmada da hastaların fiziksel fonksiyonlarını değerlendirmek için fiziksel performans ölçümleri kullanılmıştır.

Yapılan birçok çalışmada total diz artroplastisi uygulamasının ardından M. Quadriceps femoris'in zayıfladığı ve fonksiyonel kapasitenin azaldığı belirtilmektedir (5-8, 133-134).

Literatürde total diz artroplastisi planlanan hastalarda preoperatif dönem KSS'yi değerlendiren çalışmaların değerlerine baktığımızda; Kumar (90) bir grubun KSS diz skorunun 37.8, fonksiyon skorunun 44.5, diğer grubun diz skorunun 43.2, fonksiyon skorunun ise 47.4, Healy (140) bir grubun KSS diz skorunu 43.61, fonksiyon skorunu 45.18, diğer grubun diz skorunu 51.58, fonksiyon skorunu ise 49.90, Can (92) bir grubun fonksiyon skorunu 13.85, diğer grubun fonksiyon

skorunu 16.59, Erden (85) diz skorunu 32.42, fonksiyon skorunu 38.57, Lenssen (83) ise bir grubun diz skorunu 49, fonksiyon skorunu 53, diğer grubun diz skorunu 43, fonksiyon skorunu ise 52 olarak bildirmişlerdir.

Bu çalışmada, EMG-B grubundaki hastaların preoperatif ortalama KSS diz skorları 41.70 ± 21.65 tir ve bu değer literatür ile benzerlik göstermektedir. NMES grubunda yer alanların diz skoru ise 34.70 ± 10.78 'dir. Bu değer ise literatürde belirtilenlerden ve EMG-B grubundan daha düşüktür. Her iki grup hastaların ortalama fonksiyon skorları ise (EMG-B 66.50 ± 17.18 , NMES 66.50 ± 13.95) literatürde belirtilenlerden daha yüksektir. NMES grubunda yer alan hastaların daha düşük diz skoruna sahip olmalarına karşın EMG-B grubunda yer alanlar ile benzer fonksiyon göstermelerinin nedeni yaklaşık 3 yaş daha genç olmalarından kaynaklanabilir.

Denis ve diğerleri (86), total diz artroplastisi uygulanan hastaların preoperatif TUG testini 16.8 sn de, taburculuk günü ise yaklaşık 3 katı bir zaman olan 48.2 sn de tamamlayabildiklerini belirtmişlerdir.

Podsiadlo ve diğerleri (141), TUG testini modifiye etmiş ve elde edilen test sürelerini fonksiyonel seviye ile uyumlandırmışlardır. Kişinin testi tamamlama süresi 10 sn'den az ise tamamen mobil, 10-20 sn arasında ise çoğunlukla bağımsız, 20-29sn arasında ise değişken mobil ve 30 sn'den fazla ise zayıf mobil olarak sınıflandırmışlardır.

Bu çalışmada, fiziksel performansın değerlendirilmesinde, gerek preoperatif dönemde gerekse hastaların taburcu oldukları günde TUG testi, 12 metre kendi hızında yürüme testi ve 10 basamak merdiven çıkıp-inme testi uygulanmıştır. Her iki grupta yer alan hastaların taburcu oldukları gündeki fiziksel performans test verileri, preoperatif dönem değerlerinden istatistiksel olarak anlamlı derecede daha düşüktür ($p < 0.01$). Hastanede kalma süresi yaklaşık 4 gün olan hastaların ağırlı ve limitli hareketleri, yetersiz M. Quadriceps femoris kas gücü ve operasyon nedeni ile oluşan endişeleri yüzünden performanslarının düşük olması anlaşılır bir durumdur. Fiziksel performans açısından gruplar arasında anlamlı bir fark bulunmamaktadır ($p > 0.05$). Her iki grupta yer alan hastaların taburculuk TUG testi süreleri preoperatif değerlerin yaklaşık 2,5 katı, 12m yürüme testi değerleri ortalama 1,5 katı ve basamak testi süreleri de ortalama 2,5 katı olacak şekilde artmıştır. Bu veriler Denis ve diğerlerini

destekler niteliktedir. Her iki grupta yer alan hastalar, Podsiadlo (141) tarafından yapılan sınıflamaya göre preoperatif dönemde “çoğunlukla bağımsız” grubunda yer alırlarken postoperatif dönemde “değişken mobil” grubunda yer almışlardır..

Fautrel ve diğerleri (142), yaş ortalaması 66.2 olan 10.412 osteoartritli hastanın %95’inin aynı yaş grubundaki normal kontrollere göre ev dışına çıkmakta zorlandıklarını belirtmişlerdir.

Benzer yaş ortalamasına sahip hastalarımızın tümü KSS fonksiyon skorlamasında ev dışına çıkabildiklerini fakat ağrı nedeni ile fazla yürüyemediklerini belirtmişlerdir.

Literatürde total diz artroplastisi uygulaması sonrasında rehabilitasyona erken başlamanın derin ven trombozu riski ve hastane masraflarını azaltarak, yürüme mesafesi ve fonksiyonel aktiviteleri artırdığı belirtilmektedir (143). Postoperatif erken rehabilitasyon ileri yaşta dahi olsalar, hastalar tarafından tolere edilebilmekte ve ek bir komplikasyona neden olmamaktadır (86, 143, 144).

Bu çalışmaya alınan tüm hastaların rehabilitasyonuna postoperatif birinci günden itibaren başlanmıştır. Postoperatif erken dönemde rehabilitasyona başlamamız hiçbir hastada ek tıbbi bir sorun oluşturmamış ve herhangi bir komplikasyon gelişmemiştir. Bu veriler literatürü destekler niteliktedir.

Lenssen ve diğerleri (88), total diz artroplastisi uygulaması sonrasında günde bir seans ve iki seans fizik tedavi uygulamasının kısa ve uzun dönem sonuçlarını karşılaştırmışlardır. Sonuç olarak yapılan tüm değerlendirme aşamalarında gruplar arasında ağrı, hareket genişliği ve KSS fonksiyon skoru bakımından anlamlı bir fark bulunmadığını, total diz artroplastisi uygulanan hastaların erken rehabilitasyon döneminde günde iki seans fizik tedaviye alınmaları ile günde bir seans fizik tedaviye alınmaları arasında anlamlı bir fark olmadığını belirtmişlerdir.

Bu çalışmada da tüm hastalar günde bir seans fizyoterapist eşliğinde fizyoterapi ve rehabilitasyon programına alınmış, ek olarak günde iki kez de kendilerine öğretilen ve broşür verilerek pekiştirilen egzersizlerin hastalar tarafından yapılması istenmiştir.

Literatürde total diz artroplastisi uygulanan hastalar için rutin bir rehabilitasyon protokolü bulunmamaktadır. Operasyon sonrası SPH kullanımına postoperatif kaçınıcı günde, hangi derece ile başlanıp kaç dereceye kadar gidileceği

ve ne kadar süre ile uygulama yapılacağı konusunda farklılıklar bulunmaktadır (72, 83, 86, 87, 145, 146).

Lenssen ve diğerleri (88), total diz artroplastisi uygulaması sonrasında günde bir seans fizik tedavi uygulaması ile hastaların diz fleksiyonunun postoperatif 4. günde 70 dereceye ulaştığını bildirmişlerdir.

Kumar ve diğerleri (90), total diz artroplastisi uygulanan hastalarda SPH uygulama ile postoperatif 5. gün 83.1 derece, *drop and dangle* yönteminin kullanılması ile 84.5 derece diz fleksiyonu elde ettiklerini bildirmişlerdir.

Vince ve diğerleri (147), total diz artroplastisi sonrasında 90 derece diz fleksiyonuna SPH uygulanan kişilerde ortalama 9.1günde, kontrol grubunda ise 13.8 günde ulaştıklarını bildirmişlerdir.

Denis ve diğerleri (86), total diz artroplastisi uygulaması sonrasında SPH cihazı ile tedavi edilen hastaların 75 ± 5 derecelik diz fleksiyon derecesine ortalama 7.6 günde ulaştıklarını bildirmişlerdir.

Can ve diğerleri (92) total diz artroplastisi uygulanan hastalarda klasik fizyoterapi uygulamasına ek olarak SPH cihazı uygulanan hastaların 21.85'inci günde taburcu oladıklarını ve taburculuk fleksiyon derecesinin 66.35° olduğunu, sadece klasik fizyoterapi uygulanan grubun ise ortalama 25.09 günde taburcu olduklarını ve taburculuk diz fleksiyon derecesinin 75.18° olduğunu belirtmişlerdir.

Hallaçeli H. ve diğerleri (89) total diz artroplastisi uygulanan hastalarda epidural anestezi uygulanan hastaların hastaneden ortalama 5.8 günde taburcu olduklarını ve taburculuk diz fleksiyon derecelerinin 82.75° olduğunu, genel anestezi uygulanan hastaların ise hastaneden 30.25 günde taburcu olduklarını ve taburculuk günü ortalama diz fleksiyon derecesinin 46.50° olduğunu belirtmişlerdir.

Bu çalışmada, SPH uygulamalarında sabit bir protokol belirlenmemiş ve postoperatif birinci gündeki eklem hareket açıklığı derecesine ve daha sonraki günlerdeki açı artışına, hastanın toleransına göre karar verilmiştir. Her iki gruptaki hastaların günlük diz hareket genişliği değerleri dereceli olarak artış göstermiştir. Hareket genişliğindeki bu artış her iki grupta da taburculuk sonunda postoperatif 1. güne göre istatistiksel olarak anlamlıdır ($p < 0.05$). Hastaların taburculuk kriteri olan 90 derece diz fleksiyonunu elde etme süreleri EMG-B grubunda 4.6, NMES grubunda ise 4.1 gündür. Her iki grupta yer alan hastalar, taburculuk kriterine

literatürde verilenlerden daha kısa sürede ulaşmışlardır. Bu kadar kısa sürede, taburculuk için yeterli olan diz fleksiyon açısına ulaşmamızın nedeni, postoperatif erken dönemden itibaren M. Quadriceps femoris'te görülen refleks inhibisyona odaklı bir tedavi programı oluşturmamız ve hastalara fizyoterapist ile yapmış oldukları egzersiz dışında da egzersizlerini tekrarlamayı teşvik edici broşür vermiş olmamıza bağlanabilir.

Total diz artroplastisi sonrası düz bacak kaldırma aktivitesini hastaların erken dönemde başaramaları büyük önem taşımaktadır. Postoperatif dönemde bağımsız olarak düz bacak kaldıramayan hastalar, çoğunlukla yürüme ve transfer aktivitelerinde zorlanmaktadır. Düz bacak kaldırma ekstremit kontrolünün kazanılması ve M. Quadriceps femoris kasının restorasyonu için önerilen temel egzersizlerdendir (21).

Bäthis ve diğerleri (148), midvastus yöntemi ile total diz artroplastisi uygulanan hastaların postoperatif 1.7'nci gün, parapatellar girişimde ise 5.2'nci gün düz bacak kaldırabildiklerini belirtmişlerdir.

Erden ve diğerleri (85), total diz artroplastisi uygulanan hastalarda rehabilitasyonun fonksiyonel aktivite ve proprioseptif duyu üzerine etkilerini incelemişler ve hastaların düz bacak kaldırma aktivitesini ortalama 4.09 ± 1.72 günde, yürüteç veya koltuk değneği kullanarak bağımsız yürümeyi ortalama 4.28 ± 1.55 günde tamamladıklarını belirtmişlerdir.

Hallaçeli ve diğerleri (89) epidural anestezi uygulanarak total diz artroplastisi uygulananların ortalama 1.75 günde, genel anestezi uygulanan hastaların ise ortalama 5.18 günde düz bacak kaldırabildiklerini bildirmişlerdir.

Çalışmamız hastalarından EMG-B grubunda yer alanlar aktif düz bacak kaldırma aktivitesini postoperatif ortalama 1.90 ± 0.88 günde, bağımsız sandalyeye transferi 2.20 ± 1.03 günde yapabilmişlerdir. NMES grubunda yer alanlar ise aktif düz bacak kaldırabilmeyi ortalama 1.60 ± 0.70 günde, bağımsız sandalyeye transferi ise 2.40 ± 0.70 günde başaramışlardır. Bu süreler Bäthis ve Hallaçelinin verileri ile uyum gösterirken, Erden ve diğerlerinin belirtmiş olduğu sürelerden daha düşüktür. Verilerdeki farklılık uygulanan cerrahi prosedür veya protez tipinin farklı olmasından kaynaklanıyor olabilir.

Ortopedik alt ekstremité cerrahisi sonrası derin ven trombozunun önlenmesinde sık kullanılan başlıca iki yöntem bulunmaktadır. Bunlar pnömatik kompresyon cihazı ve varis çorapları veya antitrombotik tedavidir. Pnömatik kompresyon ve varis çorapları alt ekstremité travmalı hastalarda trombüs formasyonuna primer olarak neden olan venöz stazı önlemekte, antitrombotik ajanlar ise pıhtı oluşumunu azaltmaktadır.

Tamir ve diğerleri (149), alt ekstremité cerrahisi sonrası ağrı ve şişliğin tedavisinde antitrombotik tedavi ile kombine pnömatik kompresyon ve varis çorabı uygulamasının tek başına antitrombotik tedaviden daha etkin olduğunu bildirmişlerdir.

Owen ve diğerleri (150), total diz artroplastisi uygulanan hastalarda postoperatif 5.gün diz çevre ölçümünün efüzyon nedeni ile ortalama 3.9 cm arttığını, operasyon sonrası diz üstü kısa varis çorabı kullanımının ödem oluşumunda uzun çorap kullanımından farklı olmadığını hatta daha rahat olduğunu ve tercih edilmesi gerektiğini belirtmişlerdir.

Bu çalışmada, hastaların tümünde postoperatif varis çorabı ve antitrombotik tedavi uygulanmıştır. Her iki grupta yer alan hastaların femur medial kondil hizasından yapılan postoperatif 1. gün diz çevre ölçümleri preoperatif dönemden anlamlı şekilde daha fazladır (EMG-B: 3.80 ± 2.24 cm, NMES: 3.70 ± 2.84 cm) ($p < 0.05$). Postoperatif dönemde her iki hasta grubunda da ödem gelişmiştir. Oluşan ödem miktarı Owen ve diğerlerinin belirtmiş oldukları miktara çok yakındır. Taburculuk günü çevre ölçüm sonuçları postoperatif 1. gün ile karşılaştırıldığında her iki grupta da istatistiksel olarak anlamlı olmamakla birlikte ($p > 0.05$) düşüş belirlenmiştir. Ödemi azaltmada her iki tedavi yöntemi arasında istatistiksel olarak anlamlı fark gözlenmemiştir ($p > 0.05$). NMES ve EMG-B uygulamasının M. Quadriceps femoris refleksi inhibisyonunu azaltma mekanizmasının, ödemin azaltılması ile elde edilen etkinlikten farklı bir temele dayandığını düşündürmektedir.

Mizner ve diğerleri (5), ileri derecede osteoartrit nedeni ile total diz artroplastisi uygulanan kişilerde M. Quadriceps femoris istemli aktivasyonunun ve gücünün azaldığını, rehabilitasyonun erken döneminden itibaren kasın istemli aktivasyonunun sağlanması üzerinde durulması gerektiğini ve bunun için elektrikli uyaranlar veya biofeedback'ten yararlanılabileceğini belirtmişlerdir.

Mizner ve diğerleri (7), total diz artroplastisi sonrası M. Quadriceps femoris kuvvetindeki erken kayıpta kas atrofisi ve istemli kas aktivasyonu yetersizliğinin rolünü incelemişlerdir. Postoperatif 27. gün yapılan değerlendirmeler sonucu M. Quadriceps 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 M. Quadriceps femoris kasında atrofi ve dizde ağrı olmasına rağmen kas kuvvetindeki kaybın asıl nedeninin istemli aktivasyondaki yetersizlik olduğunu belirtmişlerdir. Total diz artroplastisi uygulaması sonrası M. Quadriceps femoris'in istemli aktivasyonunu sağlamak için rehabilitasyonun erken döneminden itibaren elektrik stimülasyonu veya biofeedback uygulamasının etkin olabileceğini belirtmişlerdir.

Stevens ve diğerleri (6), osteoartrit nedeni ile total diz artroplastisi uygulanan hastalarda M. Quadriceps femoris istemli aktivasyonu ve kas kuvveti oluşturmada diz ağrısının rolünü araştırmışlardır. Çalışmaları sonucu total diz artroplastisi uygulamasından sonra birçok faktörün M. Quadriceps femoris zayıflığına katkıda bulunabileceğini, asıl sebebin ise bu kasın tam aktive olamaması olduğunu belirtmişlerdir. Total diz artroplastisi ameliyatı sonrası M. Quadriceps femorisin aktivasyonunu sağlayabilmek ve gücünü artırabilmek için elektrik stimülasyonu ve biofeedbackten yararlanılması önerisinde bulunmuşlardır.

Ng ve diğerleri (151), patellofemoral ağrı sendromlu hastanın M. Vastus medialis obliquus kasına EMG-B cihazı ile eğitim vermiş ve sonuç olarak bu kasın aktivasyonunu kolaylaştırdığını belirtmişlerdir.

Daviin ve diğerleri (152), patellofemoral ağrı sendromlu hastalara değişik kalça pozisyonlarında EMG-B uygulamışlar ve M. Vastus medialis obliquus ve M. Vastus lateralis kaslarının aktivasyonunu EMG ile ölçmüşlerdir. Çalışma sonucunda EMG-B uygulaması sırasında alınan kalça pozisyonunun M. Vastus medialis kası aktivasyonunu etkilemediğini ancak EMG-B uygulamasının M. Vastus medialis obliquus'un aktivasyonunu kolaylaştırmakta etkin olduğunu belirtmişlerdir.

Place ve diğerleri (153), EMG-B uygulamasının rehabilitasyonun erken fazlarında periferik zayıflıktan kaçınmak için bitkinlik oluşturmayacak yoğunlukta kullanılması gerektiğini belirtmişlerdir.

Kilci ve diğerkleri (154), diz operasyonları veya konservatif tedaviler sonrası dizde hareket limitasyonu ve M. Quadriceps femoris zayıflığı bulunanlarda klasik tedaviye ek olarak EMG-B uygulamasının kas zayıflığının rehabilitasyonunda etkin bir tedavi yöntemi olduğı bildirmişlerdir.

Kirnap ve diğerkleri (155), artroskopik menisektomi sonrası EMG-B eğitiminin M. Quadriceps femoris kuvveti üzerine etkilerini araştırmışlardır. Çalışma sonucu artroskopik menisektomi cerrahisi sonrası M. Quadriceps femoris kas kuvvetini artırmada EMG-B' in etkin bir tedavi modalitesi olduğunu belirtmişlerdir.

Lewitt ve diğerkleri (156), minör artroskopik diz cerrahisi uygulanan hastaların postoperatif tedavisinde postoperatif egzersiz süresince EMG-B uygulamasının kontrol grubuna göre daha fazla ekstansor tork ve M. Quadriceps femoris lifi katılımı sağladığını belirtmişlerdir.

Literatürde yer alan çalışmalara bakıldığında EMG-B uygulamasının, özellikle cerrahi sonrası postoperatif erken dönem M. Quadriceps femoris kas rehabilitasyonunda etkin bir yöntem olarak kullanılabileceğı açıktır (5-7, 151-156). Farklı amaçlar için kullanılmakla beraber asıl amaç cerrahi sonrası olası komplikasyonları en aza indirebilmek, cerrahiden etkilenme olasılığı bulunan kasları korumak ve hasta tarafından kontrol edilebilir duruma getirerek hastanın bağımsızlığını artırmaktır. Birçok çalışmacı tarafından önerilen EMG-B uygulaması çalışmaya aldığımız hastalarda ağrıyı azaltıp, M. Quadriceps femoris'i kullanabilme yeteneğini artırarak taburculuk günü diz ekstansiyon kaybının, postoperatif 1. güne göre anlamlı derecede azalmasını sağlamıştır ($p<0.05$).

Avramidis ve diğerkleri (127), osteoartrit nedeni ile total diz artroplastisi uygulanan hastalardan bir gruba fizyoterapi diğerk gruba ise aynı fizyoterapi uygulamasına ek olarak NMES uygulamışlardır. Sonuç olarak osteoartrit nedeni ile total diz artroplastisi uygulanan hastaların egzersiz programına NMES uygulamasının eklenmesi ile hastaların yürüme hızının belirgin bir şekilde arttığını belirtmişlerdir.

Birtane ve diğerkleri (157), NMES ve izometrik egzersizin M. Quadriceps femoris üzerindeki etkilerini kas perfüzyon ajanı *^{99m}Tc sestabimi* sintigrafisi ile karşılaştırmışlardır. Çalışma sonunda her iki grubun M. Quadriceps femoris'inde anlamlı sintigrafik tutulum artışı izlendiğini ve artış oranları açısından anlamlı bir

fark olmadığını, uyluk çevre ölçümü açısından NMES grubundaki artışın daha fazla olduğunu belirtmişlerdir.

Lyons ve diğerleri (158), elektrikle ve pille çalışan elektromyografik iki stimülatör tipinin M. Quadriceps femoris kasında izometrik kontraksiyon torku oluşturabilme yeteneklerini ve oluşturulan bu tork esnasındaki ağrı şiddetlerini değerlendirmişlerdir. Çalışma sonunda elektrikle veya pil ile çalışan stimülatörlerin M. Quadriceps femoris'te yeterli izometrik tork oluşturabildiğini ve stimülasyon uygulaması sırasındaki ağrı şiddetleri arasında fark olmadığını belirtmişlerdir.

Çalışmamızda kullanılan NMES cihazı elektrikle çalışan tipte olup M. Quadriceps femoris'te kontraksiyon oluşturabilen niteliktedir.

Ogino ve diğerleri (159), M. Quadriceps femoris'in istemli ve NMES uygulaması ile elde edilen kontraksiyonunun manyetik rezonans görüntüleme yöntemi ile değerlendirilip değerlendirilemeyeceğini araştırmışlardır. Çalışma sonunda, NMES esnasında M. Quadriceps femoris'teki değişimlerin manyetik rezonans görüntüleme yöntemi ile incelenebileceğini belirtmişlerdir. Ayrıca manyetik rezonans görüntülerine göre istemli M. Quadriceps femoris kontraksiyonunun NMES ile elde edilen kontraksiyondan çok daha güçlü olduğunu, bu sonucun tek bir kontraksiyondan elde edildiğini, NMES uygulamasının uzun süreli eğitim şeklinde yapılması ile sonuçların değişebileceğini belirtmişlerdir.

Laughman ve diğerleri (160), normal M. Quadriceps femoris kasına elektrik stimülasyonu uygulamasının kuvvet değişimine etkisini araştırmışlardır. Çalışma sonunda elektrik stimülasyonu uygulamasının istemli kontraksiyon olmaksızın iskelet kası kuvvetini artırdığını belirtmişlerdir.

Eriksson ve diğerleri (161), ön çapraz bağ rekonstrüksiyonu sonrası M. Quadriceps femoris'in eğitiminde elektrik stimülasyonu uygulamasının etkinliğini araştırmışlardır. Çalışma sonunda yapılan klinik değerlendirmelerde elektrik stimülasyonu grubundaki hastaların daha iyi kas fonksiyonuna sahip olduklarını, *succinate dehidrogenaz* aktivitelerinin belirgin olarak kontrol grubundan daha yüksek olduğunu, elektrik stimülasyonu uygulamasının oksidatif enzim aktivitesindeki düşüşü önleyebileceğini ve atletlerde majör diz bağ cerrahisi sonrası perkutanöz elektrik stimülasyonu uygulamasının kas atrofisini önleyici bir yöntem olabileceğini belirtmişlerdir.

Delitto ve diğerleri (162), ön çapraz bağ cerrahisi sonrası istemli egzersiz ve elektrik stimülasyonu uygulamasının uyluk kas kuvvetine etkisini araştırdıkları çalışma sonucu postoperatif rehabilitasyonun erken fazlarında simültane elektrik stimülasyonu uygulamasının simültane istemli egzersizlerden daha fazla kuvvet kazanımı sağladığını belirtmişlerdir.

Snyder-Macler ve diğerleri (163), ön çapraz bağ cerrahisi sonrasında M. Quadriceps femoris ve M. Hamstring'lerin elektrik stimülasyonu ile uyarımının yürüyüşe ve uyluk kaslarının kuvvetine olan etkisini araştırmışlardır. Çalışma sonunda elektrik stimülasyonu grubunda yer alan hastaların M. Quadriceps femoris kuvvetinin daha fazla olduğunu ve normale daha yakın bir yürüme paterni elde ettiklerini belirtmişlerdir.

Gould ve diğerleri (164), açık menisektomi uygulaması sonrası transkutanöz kas stimülasyonu uygulamasının kullanmama atrofisine etkisini araştırmışlardır. Çalışma sonunda elektrik stimülasyonu grubunda yer alan hastaların daha az kas volümü ve kuvvet kaybı gösterdiklerini, daha erken koltuk değneksiz yürüyebildiklerini, daha fazla diz hareket genişliğine sahip olduklarını, postoperatif daha az diz şişliklerinin olduğunu ve daha az ağrı kesici kullandıklarını belirtmişlerdir.

Stanish ve diğerleri (165), cerrahi sonrası immobilizasyonun etkilerini ve elektrik stimülasyonu uygulamasının kas glikojen ve myofibril *ATPase* aktivitesine etkisini araştırmışlardır. 6 hafta sonra M. Vastus lateralis kasından alınan biyopsilerde kontrol grubundaki hastaların *ATPase* enzim aktivitelerinin azaldığını, stimülasyon grubundaki hastalarda ise bir azalma olmadığını ve stimülasyonun kas glikojen konsantrasyonuna bir etkisinin olmadığını belirtmişlerdir.

Mcmiken ve diğerleri (166), M. Quadriceps femoris kasını kuvvetlendirmede kutanöz elektrik stimülasyonu uygulamasının etkinliğini araştırmışlardır. Sonuç olarak elektrik stimülasyonu uygulanan kişilerde herhangi bir ağrı veya kas lezyonu olmadığını, kutanöz elektrik stimülasyonunun uygulanabilir bir kas kuvvetlendirme tekniği olduğu ve istemli kas kontraksiyonunu etkin bir şekilde sağlayamayan hastaların rehabilitasyonunda kullanılabilecek pratik bir uygulama olduğunu belirtmişlerdir.

NMES' nin sağlıklı ya da cerrahi sonrası etkilenen kaslarda kontraksiyon oluşturabilme ve kas yapısında değişim meydana getirebilme özellikleri, yapılan çalışmalar ile kanıtlanmıştır (7, 127, 133, 157-160, 162-166). Çalışmaların çoğunda cerrahi sonrası M. Quadriceps femoris kasında meydana gelen kuvvet kaybı ele alınmıştır. Çalışmamızdaki asıl amaç ise cerrahi sonrası M. Quadriceps femoris kasında gelişen refleks inhibisyonun, kısa bir süreç olan hastanede kalma periyodunda reedukasyonudur. Gerek NMES, gerekse EMG-B uygulamamızın amacı hastalara cerrahi öncesi kolaylıkla kontrakte olan M. Quadriceps femoris kasını tekrar nasıl kontrakte edilebileceklerinin eğitimi vermektir. Çalışmamız hastalarından NMES grubunda yer alanlar uygulanan NMES' den etkin bir şekilde faydalanabilmişlerdir. NMES uygulaması total diz artroplastisi uygulaması sonrasında postoperatif 1. günden itibaren taburculuk gününe kadar dereceli bir şekilde diz ekstansiyon kaybını azaltmıştır. Taburculuk günü diz ekstansiyon kaybının postoperatif 1.güne göre anlamlı şekilde azalması, NMES uygulamasının hastaların M. Quadriceps femoris kasını kullanılabilme yeteneğini artırdığının bir göstergesidir ($p<0.05$).

Durmuş ve diğerleri (133), 50 osteoartritli kadın hastayı EMG-B ve elektrik stimülasyonu ile tedaviye almışlardır. Çalışma sonunda diz osteoarriti olan hastalarda elektrik stimülasyonu uygulamasının sadece ağrıyı azaltmada değil, M. Quadriceps femorisin kuvvetini artırmada ve hastaların fiziksel fonksiyon ve fonksiyonel performanslarını geliştirmede etkin bir yöntem olduğunu belirtmişlerdir.

Çalışmamız hastalarının tümünde taburculuk günü yürüme mesafesi postoperatif 1. güne göre anlamlı şekilde artış göstermiş olup yürüme mesafesindeki bu artış NMES grubunda daha fazladır ($p<0.05$). Hem EMG-B uygulaması, hem de NMES uygulaması, total diz artroplastisi uygulaması sonrasında hastaların fonksiyonel kapasitelerini artırmaktadır (127, 133, 163, 164). Bu veriler literatür ile uyum göstermektedir.

Lenssen ve diğerleri (88), total diz artroplastisi uygulaması sonrasında günde bir seans fizik tedavi uygulaması ile postoperatif 4. gün diz ekstansiyon kaybının 8° olduğunu belirtmişlerdir.

Gotlin ve diğerleri (91), total diz artroplastisi sonrasında elektrik stimülasyonu uygulaması ile diz ekstansiyon kaybının 7.5° den 5.7° ye indiğini belirtmişlerdir.

Kumar ve diğerleri (90), total diz artroplastisi uygulanan hastalarda SPH cihazının kullanımı ile postoperatif diz ekstansiyon kaybının 6.8° , *drop and dungle* yönteminde ise 8.3° , Beaupré ve diğerleri (167) ise SPH ve kayma tahtası uygulamalarının her ikisinde de 8° olduğunu belirtmişlerdir.

Can ve diğerleri (92) total diz artroplastisi sonrası klasik fizyoterapi uygulanan hastaların taburculuk günü diz ekstansiyon kaybının 13.77° (Postoperatif 25.09'uncu gün), klasik fizyoterapiye ek olarak SPH uygulanan hastaların diz ekstansiyon kaybının ise 13.92° (Postoperatif 21.85'nci gün) olduğunu bildirmişlerdir.

Çalışmamızda yer alan hastalardan EMG-B grubunda yer alanların taburculuk ekstansiyon kayıpları $7,40 \pm 1,78^{\circ}$, NMES grubunda yer alanların ekstansiyon kayıpları ise $5,8 \pm 1,62^{\circ}$ dir. NMES uygulanan grubun diz ekstansiyon kaybı EMG-B uygulanan gruptan istatistiksel olarak anlamlı derecede azdır ($p=0.05$). Hastalarımızın diz ekstansiyon kayıpları Lenssen (88), Kumar (90) ve Beaupré'nin (167) belirtmiş oldukları ekstansiyon kaybı değerinden daha iyidir. Gotlin ve diğerleri (91), ekstansiyon kısıtlılığını bizden yaklaşık 3 gün sonra değerlendirmiş olmalarına rağmen elde ettikleri dereceler çalışmamız hastalarının değerleri ile benzerdir.

Draper ve Ballard (168), ön çapraz bağ cerrahisini takiben M. Quadriceps femoris kas fonksiyonu ve diz ekstansiyon hareketi elde etmede, elektrik stimülasyonunun mu yoksa EMG-B uygulamasının mı daha etkin olduğunu belirlemek amacı ile yapmış oldukları çalışmaya 30 hasta almışlardır. Hastaları iki gruba ayırarak bir gruba izometrik M. Quadriceps femoris egzersizi ve elektrik stimülasyonu, diğer gruba ise izometrik egzersiz ve biofeedback uygulamışlardır. Çalışma sonunda EMG-B uygulamasının M. Quadriceps femoris pik torkunun daha hızlı iyileşmesini fasilite etmede kullanılabileceğini ve tam diz ekstansiyonu sağlamada daha etkin olduğunu belirtmişlerdir.

Bu çalışmadaki hastalarında ise diz ekstansiyon kaybını önlemede NMES uygulamasının EMG-B uygulamasından daha etkin olduğu görülmektedir. Bu veriler

Draper ve Ballard' ın (168) verileri ile uyum göstermemektedir. Draper ve Ballard (168), her iki uygulamayı da 6 hafta süre ile yapmışlardır çalışmamızın sonuçları ise postoperatif erken dönemi içermektedir. Sonuçlar arasındaki fark çalışma sürelerinin farklılığından kaynaklanabilir.

Lenssen ve diğerleri (83), total diz artroplastisi uygulaması sonrası erken dönemde gonyometre ile diz fleksiyon ve ekstansiyonunun farklı iki fizyoterapist tarafından ölçülmesinin güvenilir olmadığını ve ölçümlerin aynı fizyoterapist tarafından yapılması gerektiğini belirtmişlerdir. Aynı çalışmada pasif diz fleksiyon ve ekstansiyon kaybının oturarak ölçülmesinin sırtüstü yatarak ölçülmesinden daha güvenilir olduğu bildirilmiştir.

Çalışmamızda yapılan tüm gonyometrik ölçümler aynı fizyoterapist tarafından ve oturma pozisyonunda gerçekleştirilmiştir.

Hughes ve diğerleri (169), total diz artroplastisi uygulanan hastalarda hafta sonu fizyoterapi uygulamasına ara verilmemesi ile hastaların hastanede kalma süreleri arasındaki ilişkiyi araştırmışlardır. Çalışma sonunda hafta sonu fizyoterapiye ara verilen hastalarda ortalama 12.28 günde, kesintisiz fizyoterapi uygulananlarda ise 10.84 günde taburculuk sağladıklarını belirtmişlerdir.

Çalışmamızda da her iki grupta yer alan hastaların tümü kesintisiz olarak hafta sonu da fizyoterapiye alınmıştır.

Steven ve diğerleri (93), total diz artroplastisi uygulanan hastalarda hastanede kalma süresinin kısaltılmasının rehabilitasyon çıktılarını etkileyip etkilemediğini araştırmışlardır. Çalışma sonunda bir grup hastaneden 1.3 gün daha erken taburcu edilmiştir. Bu hastaların 3., 6. ve 12. aydaki KSS skorlarında ve eklem hareket genişliğinde gruplar arasında anlamlı bir fark olmadığı belirlenmiştir. Sonuç olarak total diz artroplastisi uygulaması sonrasında hastanede kalma süresinin kısaltılmasının hastaların rehabilitasyon sonuçlarını etkilemediğini bildirmişlerdir.

İsaac ve diğerleri (170), total diz artroplastisi sonrası normal ve hızlandırılmış rehabilitasyon uygulamasının etkinliğini araştırmışlardır. Çalışma sonunda hızlandırılmış rehabilitasyon programına alınan hastaların ortalama hastanede kalma sürelerinin ortalama 3.6 gün, kontrol grubunda yer alan hastaların ise ortalama 6.6 gün olduğunu bildirmişlerdir.

Kumar ve diğerleri (90), total diz artroplastisi uygulaması sonrasında SPH cihazı ile tedavi edilen hastaların ortalama 7.1 gün, *drop and dungle* grubunun ise 5.5 gün hastanede kaldıklarını belirtmişlerdir.

Davies ve diğerleri (87), primer total diz artroplastisi uygulanan hastaları üç farklı yöntem ile tedaviye almışlar ve SPH cihazı uygulanan grubun hastanede kalma süresinin 6.9 gün, kayma tahtası grubunun 7.2 gün ve standart egzersiz grubunun ise 7.5 gün olduğunu bildirmişlerdir.

Oldmeadow ve diğerleri (114), total diz artroplastisi uygulaması yapılan 3 hastanenin 5 ay içinde aldığı 105 hastanın ortalama hastaneden taburcu edilme süresinin eve taburcu olanlar için 7.2 gün olduğunu belirtmişlerdir.

Gotlin ve diğerleri (91), total diz artroplastisi sonrasında elektrik stimülasyonu uygulanan hastaların ortalama 6.7 günde, kontrol grubunda yer alan hastaların ise 7.4 günde taburcu olduklarını belirtmişlerdir.

Lenssen ve diğerleri (88), total diz artroplastisi uygulanan hastaların ortalama 4.1 günde, Bohannon ve diğerleri (84) 9.9 günde, Can ve diğerleri (92) klasik fizyoterapi uygulananların 25.09 günde, klasik fizyoterapi ile birlikte SPH cihazı uygulananların 21.85 günde, Hallaçeli ve diğerleri epidural anestezi uygulananların 5.8, genel anestezi uygulananların ise 30.25 günde, Erden (85) ve diğerleri 8.4 günde, Denis ve diğerleri (86) 7.6 günde, Beaupré (167) 5 ile 7 günde, Healy (140) eve taburcu olanların 6.79 günde, rehabilitasyon kliniğine sevk edilenlerin ise 4.16 günde, Munin (143) Postoperatif rehabilitasyona 3. gün başlananların 11.9 günde, 7. gün başlananların ise 13.8 günde taburcu olduklarını belirtmişlerdir.

Bu çalışmada, EMG-B grubunda yer alanların ortalama hastanede kalma süresi 4.6 gün, NMES grubunda yer alanların ise 4.1 gündür. NMES grubunda yer alan hastaların hastanede kalma süresi EMG-B grubunda yer alanlardan daha kısa olmasına rağmen aradaki fark istatistiksel olarak anlamlı değildir ($p>0.05$). Çalışmanın sonuçlarına göre total diz artroplastisi uygulanan hastalarda hem EMG-B hem de NMES uygulaması ile literatürde belirtilenlerden daha kısa sürede taburculuk kriterlerine ulaşılmıştır. NMES uygulaması ile taburculuk kriterlerine ulaşma süresi neredeyse İsaac ve diğerlerinin (170) hızlandırılmış rehabilitasyon uygulaması sonucu elde ettikleri değere (ortalama 3.6 gün) yaklaşmıştır. Rehabilitasyon sürelerindeki bu farklı sonuçların nedeni çalışmaların yapılma yılları ve o yıllarda

uygulanan farklı cerrahi yöntemlerden kaynaklanabilir. Bu çalışmada erken taburculuk sağlanabilmesindeki en büyük farkın, total diz artroplastisi sonrasında oluşan M. Quadriceps femoris refleks inhibisyonunu azaltmaya yönelik tedavi yöntemlerinin uygulanmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Vincent ve diğerleri (171), obezitenin total diz artroplastisi uygulanan hastalardaki rehabilitasyon sonuçları üzerine olan etkilerini araştırdıkları çalışmada, obez olmayanların ortalama 10.3 günde, aşırı kiloluların 9.7 günde, belirgin obezlerin 9.5 günde ve aşırı obezlerin 9.7 günde hastaneden taburcu olduklarını belirtmişlerdir. Obez olmayanların daha geç taburcu olma nedenini ise yaşlarının diğer gruptan daha fazla olmasına bağlamışlardır.

Bu çalışmada yer alan her iki grup hastaların yaş ve BMI değerleri, Vincent ve diğerleri (171) tarafından değerlendirilmiş olan belirgin obez hastalara yakın olmasına rağmen onlardan daha erken taburcu olmuşlardır.

Osteoartrit nedeniyle yapılan primer total diz artroplastisinin amacı hastanın ağrısını gidermek ve fonksiyonel aktiviteyi restore etmektir (135).

Brander ve diğerleri (172), total diz artroplastisi sonrası ağrının doğasını inceledikleri çalışmalarında total diz artroplastisi uygulaması sonrasında ağrının %50 azaldığını belirtmişlerdir.

Erden ve diğerleri (85), total diz artroplastisi uygulaması ardından yapmış oldukları rehabilitasyon uygulamaları sonucu hastaların hem istirahat hem de aktivite esnasındaki ağrılarının preoperatif döneme göre istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde azaldığını belirtmişlerdir.

Çalışmamız hastalarının taburculuk ağrı şiddeti hem preoperatif hem de postoperatif 1. güne göre azalma göstermiştir. Bu veriler total diz artroplastisi uygulamasının Postoperatif erken dönemde bile ağrıyı azalttığı sonucunu desteklemektedir.

DeLoach ve diğerleri (112), akut postoperatif hastalarda Vizüel Analog Skalanın (VAS) Numerik Ağrı Skalsı (NAS) ile iyi korelasyon gösterdiğini fakat var olan ağrıdan ± 2.0 mm farklı sonuçlar verebileceğini belirtmişlerdir.

Briggs ve diğerleri (113), ortopedik cerrahi sonrası VAS'nin Verbal Rating Scale (VRS) ile iyi korele olduğu, 417 hastadan 59'unun (%14.2) VAS'yi, 2'sinin

ise (%0.5) VRS'yi tamamlayamadığını ve postoperatif ortopedik hastalarda VRS'nin kullanılmasının daha uygun olduğunu belirtmişlerdir.

Literatürde NAS' nin postoperatif erken dönem ağrı değerlendirmesi için daha uygun olduğu belirtilmektedir. Bu nedenle bu çalışmada da ağrı değerlendirmesi için NAS kullanıldı.

Bäthis ve diğerleri (148), midvastus yöntemi ile total diz artroplastisi uygulanan hastaların istirahat ağrılarının (VAS) postoperatif 3. gün 1-4 cm, 8.gün 1-2 cm, aktivite sırasındaki ağrılarının ise postoperatif 3. ve 8.gün 2-5 cm arasında olduğunu belirtmişlerdir.

Maestreo ve diğerleri (173), midvastus girişimi ile total diz artroplastisi uygulanan hastaların postoperatif 5. gündeki aktif diz ekstansiyon kaybının 17 derece olduğunu belirtmişlerdir.

Bu çalışmada, hastaların postoperatif erken dönemdeki istirahat ve aktivite ağrı şiddetleri, aynı cerrahi yöntemi uygulayan Bäthis ve diğerlerinin (148) verileri ile uyum göstermektedir. Diz ekstansiyon kayıpları, Maestro ve diğerlerinin (173) belirttiklerinden daha düşüktür. Aynı cerrahi yöntemin uygulanmasına rağmen, bu çalışmada diz ekstansiyon kaybının daha düşük değerde olması, uygulanan rehabilitasyonun etkinliğine bağlanabilir.

Her iki grupta yer alan olguların taburculuk günü ortalama MUAP'ı, postoperatif 1. güne göre istatistiksel olarak anlamlı derecede artış göstermiştir ($p<0.05$). Total diz artroplastisi uygulaması sonrası M. Quadriceps femoris kasında görülen artrojenik kas inhibisyonun tedavi edilmesinde istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmasa da NMES uygulaması EMG-B uygulamasından daha iyi sonuçlar vermiştir. EMG-B cihazı sadece hasta tarafından aktive edilebilen kas liflerini görsel ve işitsel olarak hastaya iletmektedir ve daha fazla kas lifinin kontraksiyona katılabilmesi tamamen hastaya bağlıdır. Oysaki NMES cihazı hasta tarafından aktive edilemeyen kas liflerinin de kontraksiyona katılması için ek bir uyarı oluşturmaktadır. M. Quadriceps femoris kası istemli aktivasyonu azalan hastalarda MUAP'nin NMES ile daha fazla artmasının nedeni hastaların aktive edemedikleri kas liflerinin uygulanan NMES cihazı tarafından aktive edilmesinden kaynaklanabilir.

6. SONUÇLAR ve ÖNERİLER

Osteoartrit nedeniyle total diz artroplastisi uygulanan hastalarda M. Quadriceps femoris'e EMG-B ve NMES uygulamalarının erken dönem rehabilitasyon sonuçlarını ne şekilde etkilediğini araştırmak amacıyla yapmış olduğumuz çalışmaya her iki grupta 10'ar kişi olacak şekilde toplam 20 hasta alınmıştır.

- Taburculuk günü yapılan fonksiyonel test sonuçlarına göre hastaların fonksiyonel düzeyleri preoperatif dönemden daha düşüktür. Her ne kadar taburculuk kriterleri sağlansa da bu hastalar taburcu olduklarında tam bağımsız sayılmazlar. Bu nedenle total diz artroplastisi uygulanan hastaların taburculuk sonrası da rehabilitasyon programlarının devam etmesi gerekmektedir.
- Gerek NMES gerekse EMG-B uygulaması ile diz ekstansiyon kaybında anlamlı azalmalar elde edilmiş olması, her iki yöntemin de etkinliğini ortaya koymaktadır. NMES uygulaması diz ekstansiyon kaybını azaltmada EMG-B uygulamasından anlamlı şekilde daha etkindir. Bu hastaların tedavi programına postoperatif birinci günden itibaren özellikle NMES uygulamasının eklenmesi ile diz ekstansiyon kayıpları bir miktar önlenebilecek ve enerji tüketimleri azaltılarak fonksiyonları arttırılabilinecektir.
- Ağrı değerlendirmelerinin sonuçları, her iki tedavi yönteminin de istirahat ağrısında postoperatif erken dönemde herhangi bir azalma sağlamadığını göstermektedir. Aktivite sırasındaki ağrının azaltılmasında ise, her iki tedavi yöntemi de etkin olmasına rağmen, gruplar arasında anlamlı fark olmadığı gözlenmiştir. Ağrının azalması, hastanın egzersizlere katılımındaki motivasyonunu olumlu yönde etkileyecektir.
- Hastaların düz bacak kaldırma süreleri her iki grupta da literatürde verilenlerden daha kısadır. Aradaki fark istatistiksel olarak anlamlı olmamakla birlikte NMES uygulaması cerrahi sonrası M. Quadriceps femoris' te istemli aktiviteyi EMG-B uygulamasından daha kısa sürede sağlamıştır. Total diz artroplastisi sonrasında erken dönemden itibaren rehabilitasyon programına EMG-B veya NMES uygulamasının eklenmesi, hastaların opere dizlerinde var olan potansiyeli açığa çıkarmaya yardımcı olacaktır.

- Cerrahi sonrası erken dönemde uygulanan EMG-B, NMES ve rehabilitasyon protokolü, hastaların taburculuk kriterlerine literatürde belirtilenden daha kısa sürede ulaşmalarını sağlamıştır. Özellikle NMES uygulaması - istatistiksel olarak anlamlı olmasa da - EMG-B uygulamasına göre hastanede kalış süresini daha fazla kısaltmıştır. Hastaneden mümkün olan en kısa sürede taburcu olmak hem hastanın kendine güvenini artıracak hem de hastane masraflarını azaltacaktır.
- MUAP değerlendirmelerinden elde edilen sonuçlara bakıldığında, total diz artroplastisi uygulaması sonrasında hastaların M. Quadriceps femoris kasını preoperatif döneme göre yaklaşık %80 daha az kasabildikleri görülmektedir. Cerrahi sonrası oluşan kas inhibisyonunun tedavisinde NMES uygulaması istatistiksel olarak anlamlı fark olmasa da EMG-B uygulamasından daha fazla etkinlik göstermiştir. Total diz artroplastisi uygulaması sonrası erken dönemde tedavi programına NMES uygulamasının eklenmesi ile hastaların M. Quadriceps femoris kası istemli kasılması artırılabilir. M. Quadriceps femoris kas inhibisyonunun tedavisi için pahalı bir cihaz olan EMG-B yerine NMES kullanılması daha anlamlı olacaktır.
- Hastalara egzersizleri gösteren broşür verilmesi ve tedavilerinin hafta sonu da kesintisiz olarak sürdürülmüş olması, rehabilitasyon sonuçlarımıza katkıda bulunmuş olabilir.

Sonuç olarak; total diz artroplastisi uygulanan hastalarda NMES uygulamasının erken rehabilitasyon sonuçlarına olumlu etkisi EMG-B uygulamasından daha fazladır. M. Quadriceps femoris kası MUAP'ini artırmada ve hastanede kalma süresini azaltmada her iki uygulama yöntemi arasında anlamlı farklılık bulunmasa da NMES uygulaması EMG-B uygulamasından daha etkindir. Diz ekstansiyon kaybını azaltmada ise NMES uygulaması EMG-B uygulamasından anlamlı derecede daha etkindir.

KAYNAKLAR

1. Chen, P.Q, Cheng, C.K, Shang, H.C, Wu, J.J.(1991). "Gait analysis after total knee replacement for degenerative arthritis." J Formos Med Assoc. Feb;90(2):160-6.
2. Konig, A, Walther, M, Kirschner, S, Gohlke, F. (2000). "Balance sheets of knee and functional scores 5 years after total knaa arthroplasty for osteoarthritis: a source for patient information." J Arthroplasty. Apr; 15(3): 289-94
3. Gill, G.S, Joshi, A.B. (2001). "Long-term results of cemented, posterior cruciate ligament-retaining total knee arthroplasty in osteoarthritis." Am J Knee Surg. Fall;14(4):209-14.
4. Walsh, M, Woodhouse, L.J, Thomas, S.G, Finch, E. (1998). "Physical impairments and functional limitations: a comparison of individuals 1 year after total knee arthroplasty with control subjects." Phys Ther. Mar;78(3):248-58
5. Mizner, R.L, Stevens, J.E, Snyder-Mackler, L. (2003) "Voluntary activation and decreased force production of the quadriceps femoris muscle after total knee arthroplasty." Phys Ther. Apr;83(4):359-65.
6. Stevens, J.E, Mizner, R.L, Snyder-Mackler, L. (2003). "Quadriceps strength and volitional activation before and after total knee arthroplasty for osteoarthritis." J Orthop Res. Sep;21(5):775-9.
7. 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
8. 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.
9. Berth, A, Urbach, D, Awiszus, F. (2002). "Improvement of voluntary quadriceps muscle activation after total knee arthroplasty." Arch Phys Med Rehabil. Oct;83(10):1432-6.

10. Hurley, M.V, Scott, D.L, Rees, J, Newham, D.J. (1997). "Sensorimotor changes and functional performance in patients with knee osteoarthritis." *Ann Rheum Dis.* Nov;56(11):641-8.
11. Palmieri, R.M, Weltman, A, Edwards, J.E, Tom, J.A, Saliba, E.N, Mistry, D.J. ve diğeri. (2005). "Pre-synaptic modulation of quadriceps arthroscopic muscle inhibition. " *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2005 Jul;13(5):370-6.
12. Hurley, M.V. (1997). "The effects of joint damage on muscle function, proprioception and rehabilitation." *Man Ther.* Feb;2(1):11-17.
13. Fitzgerald, G.K, Piva, S.R, Irrgang, J.J, Bouzubar, F, Starz, T.W. (2004). "Quadriceps activation failure as a moderator of the relationship between quadriceps strength and physical function in individuals with knee osteoarthritis." *Arthritis Rheum.* Feb 15;51(1):40-8
14. Hopkins, J., Ingersoll, C.D., Edwards, J., Klootwyk, T.E. (2002). "Cryotherapy and Transcutaneous Electric Neuromuscular Stimulation Decrease Arthroscopic Muscle Inhibition of the Vastus Medialis After Knee Joint Effusion." *J Athl Train.* Mar;37(1):25-31.
15. Karaoğlu, B. 2003. Modaliteler. (C.M. Brammer, M.C. Spires, editörler) *Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon El Kitabı*, Güneş Kitabevi Ltd. Şti. Sıhhiye, Ankara, Turkey. 374-362.
16. Theresa, N. 2001. *Electrotherapy Clinical Procedures Manual*, McGraw-Hill, USA.29-66.
17. Göksoy, T. 2000. Biofeedback. (M. Beyazova, Y. Gökçe-Kutsal, Editörler) *Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon*, Güneş Kitabevi Ltd. Şti. Sıhhiye, Ankara, Turkey. 813-819.
18. Draper V, Ballard L. (1994). "Electrical stimulation effect on extensor lag and length of hospital stay after total knee arthroplasty." *Arch Phys Med Rehabil.* Sep;75(9):957-9.
19. Gotlin, R.S., Hershkowitz, S., Juris, P.M., Gonzalez, E.G., Scott, W.N., Insall, J.N. (1991). "Electrical stimulation versus electromyographic biofeedback in the recovery of quadriceps femoris muscle function following anterior cruciate ligament surgery." *Phys Ther.* Jun;71 (6):455-461

20. The Knee. (t.y.). Eriřim tarihi: 17 Mart 2008,
<http://www.gla.ac.uk/t4/fbls/files/fab/tutorial/anatomy/kneet.html>
21. Aydın, A.T. (1999). Diz Eklemleri Anatomisi. N.R.Tandoğan, A.M. Alpaslan (Ed). Diz Cerrahisi (s. 5-19). Ankara: Haberal Eğitim Vakfı.
22. Soderberg, G.L.(1997). Kinesiology: Application to Pathological Motion. Baltimore: William&Wilkins
23. Werner Platzer. (2004). Color Atlas of Human Anatomy. Locomotor System. Vol. 1. Stuttgart. Thieme.
24. Richardson, J.K., Iglarsh, Z.A. (1994). Clinical Orthopaedic Physical Therapy. Philadelphia. W.B. Saunders Company.
25. Tandoğan, N.R. (1999). Diz Eklemleri Biomekaniđi. N.R.Tandoğan, A.M. Alpaslan (Ed). Diz Cerrahisi (s. 19-29). Ankara: Haberal Eğitim Vakfı.
26. Mehta, J., Mulgaonkar, K.P. “Effect of laterally raised footwear on bilateral medial compartment knee osteoarthritis and its biomechanical analysis- A comparative study” The Indian Journal of Occupational Therapy :Vol. XXXVI: No. 3 (December '04-March '05)
27. Hsu, R.W., Himeno, S., Coventry, M.B., Chao, E.Y. (1990). “Normal axial alignment of the lower extremity and load-bearing distribution at the knee.” Clin Orthop Relat Res. Jun;(255):215-27.
28. Moreland, J.R., Bassett, L.W., Hanker, G.J. (1987). “Radiographic analysis of the axial alignment of the lower extremity.” J Bone Joint Surg Am. Jun;69(5):745-9.
29. Harlan, B. Levine, M.D., Joseph, A. (2007). “Sagittal and Coronal Biomechanics of the Knee. A Rationale for Corrective Measures” Bulletin of the NYU Hospital for Joint Diseases;65(1):87-95
30. Roddy, E., Zhang, W., Doherty, M., Arden, N.K., Barlow, J., Birrell, F. ve diğerleri. (2005). “Evidence-based recommendations for the role of exercise in the management of osteoarthritis of the hip or knee--the MOVE consensus.” Rheumatology (Oxford). Jan;44(1):67-73.
31. Ling, S.M., Rudolph, K. (2007). Romatizmal Hastalıklarda Klinik Tedavi. İstanbul. Yüce Reklam/Yayım/Dağıtım.

32. Beyazova, M., Gökçe-Kutsal, Y.(2000). Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon. Ankara. Güneş Kitabevi.
33. Jordan, K.M., Arden, N.K., Doherty, M. (2003).“EULAR recommendations :an evidence based approach to the management of knee osteoarthritis.” Ann Rheum Dis 2003;62(12):1145-55.
34. Erer, B., Gül. A. (2005):“Enflamatuar ağrı ve yeni tedavi hedefleri”. Ağrı, 17:4
35. Baron, M.C., Rubin, B.R. (2007). “Managing osteoarthritic knee pain.” J Am Osteopath Assoc. Nov;107(10 Suppl 6):21-7.
36. Kuru, Ö. (1998). “Osteoartrit Tedavi ve Rehabilitasyonda Yeni Görüşler”. Cilt:44 Özel Sayı:2
37. Puett, D.W., Griffin, M.R. (1994). “Published trials of nonmedicinal and noninvasive therapies for hip and knee osteoarthritis.” Ann Intern Med.; 121: 133-40.
38. Ettinger, W.H., Burns, .R, Messier, S.P., Applegate, W., Rejeski, W.J., Morgan, T. ve diğerleri (1997). “A randomized trial comparing aerobic ewercise with a health education program in older adults with knee osteoarthritis.” JAMA; 277: 25-31.
39. Buschbacher, R.M. (1996). Physical Medicine & Rehabilitation. Philadelphia, WB Saunders.
40. Felson, D.T., Lawrence, R.C., Dieppe, P.A. (2000). “Osteoarthritis: new insights. Part 1: the disease and its risk factors.” Ann Intern Med; 133: 635-646.
41. Felson, D.T., Zhang, Y., Anthony, J.M. (1992). “Weight loss reduces the risk for symptomatic knee osteoarthritis in women. The Framingham Study.” Ann Intern Med; 116: 535-539.
42. Toda, Y., Toda, T., Takemura, S. (1998). “Change in body fat, but not body weight or metabolic correlates of obesity, is related to symptomatic relief of obese patients with knee osteoarthritis after a weight control program.” J Rheumatol; 25: 2181-2186.
43. Messier, S.P., Loeser, R.F., Mitchell, M.N. (2000). “Exercise and weight loss in obese older adults with knee osteoarthritis: a preliminary study.” J Am Geriatric Soc ; 48: 1062-1072.

44. Lorig, K.R., Manzonson, P.D., Holman, H.R. (1993). "Evidence suggesting health education for self-management in patients with chronic arthritis has sustained health benefits while reducing health care costs." *Arthritis Rheum* ; 36: 439-446.
45. Altman, R.D., Hochberg, M.C., Moskowitz, R.W., Schnitzer, T.J. (2000). "Recommendations for the medical management of osteoarthritis of the hip and knee." *Arthritis Rheum* 2000; 43: 1905-1915.
46. Pendleton, A., Arden, N., Dougados, M., Doherty, M., Bannwarth, B., Bijlsma, J.W. ve diğeri (2000). "EULAR recommendations for the management of knee osteoarthritis: report of a task force of the Standing Committee for International Clinical Studies Including Therapeutic Trials (ESCISIT)." *Ann Rheum Dis*. Dec;59(12):936-44.
47. Vincent, K.R., Vincent, H.K., Lee, L.W., Alfano, A.P. (2006). "Outcomes in total knee arthroplasty patients after inpatient rehabilitation: influence of age and gender." *Am J Phys Med Rehabil*. Jun;85(6):482-9.
48. Taşer, Ö. (1999). *Gonartrozda Artroplasti Dışında Tedavi Yöntemleri*. N.R.Tandoğan, A.M. Alpaslan (Ed). *Diz Cerrahisi* (s. 299-321). Ankara: Haberal Eğitim Vakfı.
49. Tözün, R. Şener, N. (1999). *Arka Çapraz Bağ Koruyan Primer Diz Artroplastileri*. N.R.Tandoğan, A.M. Alpaslan (Ed). *Diz Cerrahisi* (s. 321-339). Ankara: Haberal Eğitim Vakfı.
50. Tokgözoğlu, M. (1999). *Arka Çapraz Bağın Kesildiği Diz Artroplastileri*. N.R.Tandoğan, A.M. Alpaslan (Ed). *Diz Cerrahisi* (s. 339-351). Ankara: Haberal Eğitim Vakfı.
51. Acaroğlu, E. (2003). *Netter Ortopedik Anatomi Atlası*. Ankara. Palme Yayıncılık.
52. Malik, M.H., Chougle, A., Pradhan, N., Gambhir, A.K., Porter, M.L. (2005). "Primary total knee replacement: a comparison of a nationally agreed guide to best practice and current surgical technique as determined by the North West Regional Arthroplasty Register." *Ann R Coll Surg Engl*. Mar;87(2):117-22.

53. Hofmann, A.A., Plaster, R.L., Murdock, L.E. (1991). "Subvastus (Southern) approach for primary total knee arthroplasty." *Clin Orthop Relat Res.* Aug;(269):70-7.
54. Engh, G.A, Parks, N.L. (1998). "Surgical technique of the midvastus arthrotomy." *Clin Orthop Relat Res.* Jun;(351):270-4.
55. O'Reilly, R.F., Burgess, I.A., Zicat, B. (2005). "The prevalence of venous thromboembolism after hip and knee replacement surgery." *Med J Aust.* Feb 21;182(4):154-9.
56. Ayers, D.C., Dennis, D.A., Johanson, N.A., Pellegrini, V.D. (1997). "Common complications of total knee arthroplasty". *Journal of Bone and Joint Surgery;* Feb; 79,2: 278-311
57. Tözün, R. Şener, N. (1999). Total Diz Artroplastisinde Komplikasyonlar ve Çözümleri (I). N.R.Tandoğan, A.M. Alpaslan (Ed). *Diz Cerrahisi* (s. 361-373). Ankara: Haberal Eğitim Vakfı.
58. Alparslan, M. Atilla, B. (1999). Total Diz Artroplastisi Komplikasyonları (II). N.R.Tandoğan, A.M. Alpaslan (Ed). *Diz Cerrahisi* (s. 373-389). Ankara: Haberal Eğitim Vakfı.
59. Hanssen, A.D., Rand, J.A. (1999). "Evaluation and treatment of infection at the site of a total hip or knee arthroplasty." *Instr Course Lect* ;48:111-22.
60. Wilson, M.G., Kelley, K., Thornhill, T.S. (1990). "Infection as a complication of total knee-replacement arthroplasty. Risk factors and treatment in sixty-seven cases." *J Bone Joint Surg [Am]* ;72:878-83.
61. Peersman,G.,Laskin,R. (2001) "Infection in Total Knee Replacement: A Retrospective Review of 6489 Total Knee Replacements." *Clin.Orthop.* ;392:15-23,.
62. Hozack, W.J., Rothman, R.H., Booth, R.E., Balderston, R.A. (1989). "The patellar clunk syndrome. A complication of posterior stabilized total knee arthroplasty." *Clin Orthop Relat Res.* Apr;(241):203-8.
63. Crockarell, J.R, Guyton, J.L. (2003). *Campbell's Operative Orthopaedics.* Philadelphia. Mosby.

64. Idusuyi, O.B., Morrey, B.F. (1996). "Peroneal nerve palsy after total knee arthroplasty Assessment of predisposing and prognostic factors." *J Bone Joint Surg Am.* ; 78(2): 177-184.
65. Tharani, R., Nakasone, C., Vince, K.G. (2005). "Periprosthetic fractures after total knee arthroplasty." *J Arthroplasty.* Jun;20(4 Suppl 2):27-32.
66. Backstein, D., Safir, O., Gross, A. (2007). "Periprosthetic fractures of the knee." *J Arthroplasty.* Jun;22(4 Suppl 1):45-9.
67. Chalidis, B.E., Tsiridis, E., Tragas, A.A., Stavrou, Z., Giannoudis, P.V. (2007). "Management of periprosthetic patellar fractures. A systematic review of literature." *Injury.* Jun;38(6):714-24.
68. Sundfeldt, M., Carlsson, L.V., Johansson, C.B., Thomsen, P., Gretzer, C. (2006). "Aseptic loosening, not only a question of wear: a review of different theories." *Acta Orthop.* Apr;77(2):177-97.
69. Cademartiri C, Soncini G. (2004). "Total knee replacement. Postacute phase in rehabilitation: objectives and strategies in postacute treatment." *Acta Biomed.* Apr;75(1):56-62.
70. Brander, V., Stulberg, S.D. (2006). "Rehabilitation after hip- and knee-joint replacement: an experience- and evidence-based approach to care." *Am J Phys Med Rehabil*; 85:98–118.
71. Can, F. (1999). *Diz Rehabilitasyonu*. N.R.Tandoğan, A.M. Alpaslan (Ed). *Diz Cerrahisi* (s. 484-507). Ankara: Haberal Eğitim Vakfı.
72. Ranawat, C.S., Ranawat, A.S., Mehta, A. (2003). "Total Knee Arthroplasty Rehabilitation Protocol What Makes the Difference?" *J Arthroplasty.* Apr;18(3 Suppl 1):27-30.
73. Roos, E.M. (2003) "Effectiveness and practice variation of rehabilitation after joint replacement." *Curr Opin Rheumatol.* Mar;15(2):160-2.
74. Gregory, C.M., Bickel, C.S. (2005). "Recruitment Patterns in Human Skeletal Muscle During Electrical Stimulation" *Physical Therapy* Vol. 85, No. 4, April: 358-364
75. Nalty, T. (2001). *Electrotherapy: Clinical Procedures Manual*. USA. McGraw-Hill

76. Kitchen, S. (2002). *Electrotherapy: Evidence Based Practice*. Totonto. Elsevier Churchill Livingstone.
77. Low, J. Reed, A. (2004). *Electrotherapy Explained Principles and Practice*. Bodmin, Cornwall. Elsevier Helath Sciences.
78. Nelson, R.M., Hayes, K.W. ve diğ erleri.(1999). *Clinical Electrotherapy*. Philadelphia. Prentice Hall.
79. Barber, M., Braid, V., Mitchell, S.L., Martin, B.J., Grant, S.J., Granat, M., Stott, D.J. (2002). "Electrical stimulation of quadriceps during rehabilitation following proximal femoral fracture." *Int J Rehabil Res*. Jan;25(1):61-3.
80. Yakut, E. (2008). Nöromusküler Elektrik Stimülasyonu-Genel Bakış. E. Yakut (Ed). *Kanıt a Dayalı Elektrot erapi* (s.1-23). Ankara. Pelikan Tıp ve Teknik Kitapç ılık.
81. Yakut, E. (2008). Biofeedback. E. Yakut (Ed). *Kanıt a Dayalı Elektrot erapi* (s.217-225). Ankara. Pelikan Tıp ve Teknik Kitapç ılık.
82. Prentice, W.E., William S. Q., Frank B. U. (2005). *Therapeutic Modalities in Rehabilitation*. McGraw-Hill Professional.
83. Lenssen, A.F., Dem, E.M., Crijns, Y.H., Verhey, M., Geesink, R.J., Brandt, P.A. (2007). "Reproducibility of goniometric measurement of the knee in the in-hospital phase following total knee arthroplasty." *BMC Musculoskelet Disord*. Aug 17;8:83.
84. Bohannon, R.W., Cooper, J. (1993). "Total knee arthroplasty: evaluation of an acute care rehabilitation program." *Arch Phys Med Rehabil*. Oct;74(10):1091-4.
85. Erden, Z. (2002). *Total Diz Protezi Uygulanan Hastalarda Rehabilitasyonun Fonksiyonel Aktivite ve Proprioseptif Duyu Üzerine Etkileri*. Doktora tezi, Hacettepe Üniversitesi, Ankara.
86. Denis, M., Moffet, H., Caron, F., Ouellet, D., Paquet, J., Nolet, L. (2006). "Effectiveness of Continuous Passive Motion and Conventional Physical Therapy After Total Knee Arthroplasty: A Randomized Clinical Trial" *Phys Ther*. Feb;86(2):174-85.
87. Davies, D.M., Johnston, D.W., Beaupre, L.A., Lier, D.A. (2003). "Effect of adjunctive range-of-motion therapy after primary total knee arthroplasty on the use of health services after hospital discharge." *Can J Surg*. Feb;46(1):30-6.

88. Lenssen, A.F., Crijns, Y.H., Waltjé, E.M., Steyn, M.J., Geesink, R.J., Brandt, P.A. (2006). "Efficiency of immediate postoperative inpatient physical therapy following total knee arthroplasty: an RCT." *BMC Musculoskelet Disord.* Aug 31;7:71.
89. Hallaçeli, H. (1996). Total Diz Artroplastisi Uygulanan Hastalarda Epidural Kateter Uygulamasının Rehabilitasyon Programı Üzerine Etkisi. Doktora tezi, Hacettepe Üniversitesi, Ankara.
90. Kumar, P.J., McPherson, E.J., Dorr, L.D., Wan, Z., Baldwin, K. (1996). "Rehabilitation after total knee arthroplasty: a comparison of 2 rehabilitation techniques." *Clin Orthop Relat Res.* Oct;(331):93-101.
91. Gotlin, R.S., Hershkowitz, S., Juris, P.M., Gonzalez, E.G., Scott, W.N., Insall, J.N. (1994). "Electrical stimulation effect on extensor lag and length of hospital stay after total knee arthroplasty." *Arch Phys Med Rehabil.* Sep;75(9):957-9.
92. Can, F. (1991). Total Diz Artroplastisinin Rehabilitasyonunda CPM'in Önemi. Doktora tezi, Hacettepe Üniversitesi, Ankara.
93. Teeny, S.M., York, S.C., Benson, C., Perdue, S.T. (2005). "Does Shortened Length of Hospital Stay Affect Total Knee Arthroplasty Rehabilitation Outcomes?" *J Arthroplasty.* Oct;20(7 Suppl 3):39-45.
94. Slemenda, C., Brandt, K.D., Heilman, D.K., Mazzuca, S., Braunstein, E.M., Katz, B.P., Wolinsky, F.D. (1997). "Quadriceps weakness and osteoarthritis of the knee." *Ann Intern Med.* Jul 15;127(2):97-104.
95. Barrett, D.S., Cobb, A.G., Bentley, G. (1991). "Joint proprioception in normal, osteoarthritic and replaced knees." *J Bone Joint Surg Br.* Jan;73(1):53-6.
96. Sharma, L., Hayes, K.W., Felson, D.T., Buchanan, T.S., Kirwan-Mellis, G., Lou, C. ve diğerleri. (1999). "Does laxity alter the relationship between strength and physical function in knee osteoarthritis?" *Arthritis Rheum.* Jan;42(1):25-32.
97. Koralewicz, L.M., Engh, G.A. (2000). "Comparison of proprioception in arthritic and age-matched normal knees." *J Bone Joint Surg Am.* Nov;82-A(11):1582-8.

98. Baliunas, A.J., Hurwitz, D.E., Ryals, A.B., Karar, A., Case, J.P., Block, J.A. ve diğeri. (2002). "Increased knee joint loads during walking are present in subjects with knee osteoarthritis." *Osteoarthritis Cartilage*. Jul;10(7):573-9.
99. Viton, J.M., Timsit, M., Mesure, S., Massion, J., Franceschi, J.P., Delarque, A. (2000). "Asymmetry of gait initiation in patients with unilateral knee arthritis." *Arch Phys Med Rehabil*. Feb;81(2):194-200.
100. Jergesen, H.E, Poss, R., Sledge, C.B. (1978). "Bilateral total hip and knee replacement in adults with rheumatoid arthritis: an evaluation of function." *Clin Orthop Relat Res*. Nov-Dec;(137):120-8.
101. Hassan BS, Mockett S, Doherty M. "Static postural sway, proprioception, and maximal voluntary quadriceps contraction in patients with knee osteoarthritis and normal control subjects." *Ann Rheum Dis*. 2001 Jun;60(6):612-8.
102. Hopkins JT, Ingersoll CD, Krause BA, Edwards JE, Cordova ML. "Effect of knee joint effusion on quadriceps and soleus motoneuron pool excitability." *Med Sci Sports Exerc*. 2001 Jan;33(1):123-6.
103. Palmieri RM, Tom JA, Edwards JE, Weltman A, Saliba EN, Mistry DJ, Ingersoll CD. (2004). "Arthrogenic muscle response induced by an experimental knee joint effusion is mediated by pre- and post-synaptic spinal mechanisms." *J Electromyogr Kinesiol*. Dec;14(6):6
104. Young A. (1993) "Current issues in arthrogenous inhibition" *Annals of the Rheumatic Diseases*; 52: 829-834.
105. Palmieri-Smith, R.M, Kreinbrink, J., Ashton-Miller, J.A, Wojtys, E.M. (2007). "Quadriceps inhibition induced by an experimental knee joint effusion affects knee joint mechanics during a single-legged drop landing." *Am J Sports Med*. Aug;35(8):1269-75.
106. Watkins, M.A, Riddle, D.L, Lamb, R.L, Personius, W.J. (1991) "Reliability of goniometric measurements and visual estimates of knee range of motion obtained in a clinical setting." *Phys Ther*. Feb;71(2):90-96.
107. Otman, S., Demirel, H., Sade, A. (1995). *Tedavi Hareketlerinde Temel Değerlendirme Prensipleri*. Ankara, H.Ü. fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Yüksekokulu Yayınları.

108. Keating, J.L., Matyas, T.A. (1996). "The influence of subject and test design on dynamometric measurements of extremity muscles". *Physical Therapy*; Aug 76(8): 866-889.
109. Kennedy, D.M, Stratford, P.W, Wessel, J., Gollish, J.D, Penney, D. (2005). "Assessing stability and change of four performance measures: a longitudinal study evaluating outcome following total hip and knee arthroplasty." *BMC Musculoskelet Disord*. Jan 28;6:3.
110. Insall, J.N., Dorr, L.D., Scott, R.D., Scott, W.N. (1989). "Rationale of the Knee Society clinical rating system." *Clin Orthop Relat Res*. Nov;(248):13-4.
111. Kreibich, D.N., Vaz, M., Bourne, R.B., Rorabeck, C.H., Kim, P., Hardie, R., ve diğ erleri. (1996). "What is the best way of assessing outcome after total knee replacement?" *Clin Orthop Relat Res*. Oct;(331):221-5.
112. DeLoach, L.J., Higgins, M.S., Caplan, A.B., Stiff, J.L. (1998). "The visual analog scale in the immediate postoperative period: intrasubject variability and correlation with a numeric scale." *Anesth Analg*. Jan;86(1):102-6.
113. Briggs, M., Closs, J.S. (1999). "A descriptive study of the use of visual analogue scales and verbal rating scales for the assessment of postoperative pain in orthopedic patients." *J Pain Symptom Manage*. Dec;18(6):438-46.
114. Oldmeadow, L., McBurney, H., Robertsson, V. (2002). "Hospital stay and discharge outcomes after knee arthroplasty: implications for physiotherapy practice." *Aust J Physiother* 2002, 48:117–121.
115. Shields, R.K., Leo, K.C., Millar, B., Dostal, W.F., Barr, R. (1994). "An Acute Care Physical Therapy Clinical Practice Database for Outcomes Research". *Physical Therapy*;74: 463-470
116. Jones, C.A., Beaupre, L.A., Johnston, D.W., Suarez-Almazor, M.E. (2007). "Total joint arthroplasties: current concepts of patient outcomes after surgery." *Rheum Dis Clin North Am*. Feb;33(1):71-86.
117. "NIH Consensus Statement on total knee replacement." *NIH Consens State Sci Statements*. 2003 Dec 8-10;20(1):1-34.
118. Hurley, M.V., Jones, D.W., Newham, D.J. (1994). "Arthrogenic quadriceps inhibition and rehabilitation of patients with extensive traumatic knee injuries." *Clin Sci (Lond)*. Mar;86(3):305-10.

119. McNair, P.J., Marshall, R.N., Maguire, K. (1996). "Swelling of the knee joint: effects of exercise on quadriceps muscle strength." *Arch Phys Med Rehabil.* Sep;77(9):896-9.
120. Fitzgerald, G.K. (2005). "Therapeutic exercise for knee osteoarthritis: considering factors that may influence outcome." *Eura Medicophys.* Jun;41(2):163-71.
121. Kurtz, S., Mowat, F., Ong, K. (2005). "Prevalence of primary and revision total hip and knee arthroplasty in the United States from 1990 through 2002." *J Bone Joint Surg Am*;87:1487-97.
122. Liu, B., Balkwill, A., Banks, E., Cooper, C., Gren, J., Beral, V. (2007). "Relationship of height, weight and body mass index to the risk of hip and knee replacements in middle-aged women." *Rheumatology (Oxford).* May;46(5):861-7.
123. Vincent, H.K., Vincent, K.R., Lee, L.W., Alfano, A.P. (2007). "Effect of obesity on inpatient rehabilitation outcomes following total knee arthroplasty." *Clin Rehabil.* Feb;21(2):182-90.
124. Lin, Y.C., Davey, R.C., Cochrane, T. (2001). "Tests for physical function of the elderly with knee and hip osteoarthritis." *Scand J Med Sci Sports.* Oct;11(5):280-6.
125. Börjesson, M., Weidenhielm, L., Mattsson, E., Olsson, E. (2005). "Gait and clinical measurements in patients with knee osteoarthritis after surgery: a prospective 5-year follow-up study." *Knee.* Apr;12(2):121-7.
126. Börjesson, M., Weidenhielm, L., Elfving, B., Olsson, E. (2007). "Tests of walking ability at different speeds in patients with knee osteoarthritis." *Physiother Res Int.* Jun;12(2):115-21.
127. Avramidis, K., Strike, P.W., Taylor, P.N., Swain, I.D. (2003). "Effectiveness of electric stimulation of the vastus medialis muscle in the rehabilitation of patients after total knee arthroplasty." *Arch Phys Med Rehabil.* Dec;84(12):1850-3.
128. Kennedy, D.M., Stratford, P.W., Hanna, S.E., Wessel, J., Gollish, J.D. (2006). "Modeling early recovery of physical function following hip and knee arthroplasty." *BMC Musculoskelet Disord.* Dec 11;7:100.

129. Thomas, S.G., Pagura, S.M., Kennedy, D. (2003). "Physical activity and its relationship to physical performance in patients with end stage knee osteoarthritis." *J Orthop Sports Phys Ther.* Dec;33(12):745-54.
130. Maly, M.R., Costigan, P.A., Olney, S.J. (2006). "Determinants of self-report outcome measures in people with knee osteoarthritis." *Arch Phys Med Rehabil.* Jan;87(1):96-104.
131. Stratford, P.W., Kennedy, D.M. (2006). "Performance measures were necessary to obtain a complete picture of osteoarthritic patients." *J Clin Epidemiol.* Feb;59(2):160-7.
132. Stratford, P.W., Kennedy, D.M., Woodhouse, L.J. (2006). "Performance measures provide assessments of pain and function in people with advanced osteoarthritis of the hip or knee." *Phys Ther.* Nov;86(11):1489-96; discussion 1496-1500.
133. 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.
134. 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.
135. Lingard, E.A., Katz, J.N., Wright, E.A., Sledge, C.B. (2004). "Predicting the outcome of total knee arthroplasty." *J Bone Joint Surg Am.* Oct;86-A(10):2179-86.
136. Berth, A., Urbach, D., Neumann, W., Awiszus, F. (2007). "Strength and voluntary activation of quadriceps femoris muscle in total knee arthroplasty with midvastus and subvastus approaches." *J Arthroplasty.* Jan;22(1):83-8.
137. Minkten, P.E., Carpenter, K.J., Eckhoff, D., Kohrt, W.M., Stevens, J.E. (2007). "Early neuromuscular electrical stimulation to optimize quadriceps muscle function following total knee arthroplasty: a case report." *J Orthop Sports Phys Ther.* Jul;37(7):364-71.

138. Lewek, M., Stevens, J., Snyder-Mackler, L. (2001). "The use of electrical stimulation to increase quadriceps femoris muscle force in an elderly patient following a total knee arthroplasty." *Phys Ther.* Sep;81(9):1565-71.
139. Petterson, S., Snyder-Mackler, L. (2006). "The use of neuromuscular electrical stimulation to improve activation deficits in a patient with chronic quadriceps strength impairments following total knee arthroplasty." *J Orthop Sports Phys Ther.* Sep;36(9):678-85.
140. Healy, W.L., Iorio, R., Ko, J., Appleby, D., Lemos, D.W. (2002). "Impact of cost reduction programs on short-term patient outcome and hospital cost of total knee arthroplasty." *J Bone Joint Surg Am.* Mar;84-A(3):348-53.
141. Podsiadlo, D., Richardson, S. (1991). "The timed "Up & Go": a test of basic functional mobility for frail elderly persons." *J Am Geriatr Soc*;39:142-8.
142. Fautrel, B., Hilliquin, P., Rozenberg, S., Allaert, F.A., Coste, P., Leclerc, A. ve diğ erleri. (2005). "Impact of osteoarthritis: results of a nationwide survey of 10,000 patients consulting for OA." *Joint Bone Spine.* May;72(3):235-40.
143. Munin, M., Rudy, T., Glynn, N. (1998). "Early inpatient rehabilitation after elective hip and knee arthroplasty." *JAMA*; 279:847–852.
144. Ragucci, M.V., Leali, A., Moroz, A., Fetto, J. (2003). "Comprehensive deep venous thrombosis prevention strategy after total-knee arthroplasty." *Am J Phys Med Rehabil.* Mar;82(3):164-8.
145. Ma, T., Khan, R.J., Carey, S.R., Nivbrant, B., Wood, D.J. (2008). "Effect of flexion/extension splintage post total knee arthroplasty on blood loss and range of motion - A randomised controlled trial. " *Knee.* Jan;15(1):15-9.
146. Brosseau, L., Milne, S., Wells, G., Tugwell, P., Robinson, V., Casimiro, L., ve diğ erleri. (2004). "Efficacy of continuous passive motion following total knee arthroplasty: a metaanalysis. " *J Rheumatol.* Nov;31(11):2251-64.
147. Vince, K.G., Kelly, M.A., Beck, J., Insall, J.N. (1987). "Continuous passive motion after total knee arthroplasty". *The Journal of Arthroplasty*; 2(4):281-284
148. Băthis, H., Perlick, L., Blum, C., Lüring, C., Perlick, C., Grifka, J. (2005). "Midvastus approach in total knee arthroplasty: a randomized, double-blinded study on early rehabilitation." *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* Oct;13(7):545-50.

149. Tamir, L., Hendel, D., Neyman, C., Eshkenazi, A.U., Ben-Zvi, Y., Zomer, R. (1999). "Sequential foot compression reduces lower limb swelling and pain after total knee arthroplasty." *J Arthroplasty*. Apr;14(3):333-8.
150. Williams, L.A., Owen, T.D. (2006). "Above-knee versus below-knee stockings in total knee arthroplasty." *Ann R Coll Surg Engl*. May;88(3):302-5.
151. Ng, G.Y, Zhang, A.Q., Li, C.K. (2008). "Biofeedback exercise improved the EMG activity ratio of the medial and lateral vasti muscles in subjects with patellofemoral pain syndrome." *J Electromyogr Kinesiol*. Feb;18(1):128-33.
152. Davlin, C.D., Holcomb, W.R., Guadagnoli, M.A. (1999). "The Effect of Hip Position and Electromyographic Biofeedback Training on the Vastus Medialis Oblique: Vastus Lateralis Ratio." *J Athl Train*. Oct;34(4):342-346.
153. Place, N., Martin, A., Ballay, Y., Lepers, R. (2007). "Neuromuscular fatigue differs with biofeedback type when performing a submaximal contraction." *J Electromyogr Kinesiol*. Jun;17(3):253-63.
154. Kilci, M., Şenel, K., Erdal, A., Uğur, M. (2001). " Kuadriceps femoris kas gücünün artırılmasında EMG Biofeedback uygulaması" *Ege Fiz Tıp Reh Der*; 7 (1-2): 21-28
155. Kirnap, M., Calis, M., Turgut, A.O., Halici, M., Tuncel, M. (2005). "The efficacy of EMG-biofeedback training on quadriceps muscle strength in patients after arthroscopic meniscectomy." *N Z Med J*. Oct 28;118(1224):U1704.
156. Levitt, R., Deisinger, J.A., Remondet, W.J., Ford, L., Cassisi, J.E. (1995). "EMG feedback-assisted postoperative rehabilitation of minor arthroscopic knee surgeries." *J Sports Med Phys Fitness*. Sep;35(3):218-23.
157. Birtane, M., Pekindil, Y., Sarıkaya, A., Kokino, S. (2001). " Comparative Evaluation of Effects of Neuromuscular Electrical Stimulation and Isometric Exercise on Quadriceps Muscle by 99m Tc Sestamibi Scintigraphy." [Elektronik Sürüm]. *Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon Dergisi*. Haziran; 47(2).
158. Lyons, C.L., Robb, J.B., Irrgang, J.J., Fitzgerald, G.K.(2005). "Differences in quadriceps femoris muscle torque when using a clinical electrical stimulator versus a portable electrical stimulator." *Phys Ther*. Jan;85(1):44-51.

159. Ogino, M., Shiba, N., Maeda, T., Iwasa, K., Tagawa, Y., Matsuo, S. ve diğeri. (2002). "MRI quantification of muscle activity after volitional exercise and neuromuscular electrical stimulation." *Am J Phys Med Rehabil.* Jun;81(6):446-51
160. 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.
161. Eriksson, E., Häggmark, T. (1979). "Comparison of isometric muscle training and electrical stimulation supplementing isometric muscle training in the recovery after major knee ligament surgery. A preliminary report." *Am J Sports Med.* May-Jun;7(3):169-71.
162. Delitto, A., Rose, S.J., McKowen, J.M., Lehman, R.C., Thomas, J.A., Shively, R.A. (1998). "Electrical stimulation versus voluntary exercise in strengthening thigh musculature after anterior cruciate ligament surgery." *Phys Ther.* May;68(5):660-3.
163. Snyder-Mackler, L., Ladin, Z., Schepsis, A.A., Young, J.C. (1991). "Electrical stimulation of the thigh muscles after reconstruction of the anterior cruciate ligament. Effects of electrically elicited contraction of the quadriceps femoris and hamstring muscles on gait and on strength of the thigh muscles." *J Bone Joint Surg Am.* Aug;73(7):1025-36.
164. Gould, N., Donnermeyer, D., Gammon, G.G., Pope, M., Ashikaga, T. (1983). "Transcutaneous muscle stimulation to retard disuse atrophy after open meniscectomy." *Clin Orthop Relat Res.* Sep;(178):190-7.
165. Stanish, W.D., Valiant, G.A., Bonen, A., Belcastro, A.N. (1982). "The effects of immobilization and of electrical stimulation on muscle glycogen and myofibrillar ATPase." *Can J Appl Sport Sci.* Dec;7(4):267-71.
166. McMiken, D.F., Todd-Smith, M., Thompson, C. (1983). "Strengthening of human quadriceps muscles by cutaneous electrical stimulation." *Scand J Rehabil Med.*;15(1):25-8.
167. Beaupré LA, Davies DM, Jones CA, Cinats JG. "Exercise combined with continuous passive motion or slider board therapy compared with exercise

- only: a randomized controlled trial of patients following total knee arthroplasty.” *Phys Ther.* 2001 Apr;81(4):1029-37.
168. Draper, V., Ballard, L. (1991). “Electrical stimulation versus electromyographic biofeedback in the recovery of quadriceps femoris muscle function following anterior cruciate ligament surgery.” *Phys Ther.* Jun;71(6):455-61; tartışma: 461-4.
 169. Hughes, K., Kuffner, L., Dean, B. (1993). “Effect of weekend physical therapy treatment on postoperative length of stay following total hip and total knee arthroplasty.” *Physiother Can.* Fall;45(4):245-9.
 170. Isaac, D., Falode, T., Liu, P., I'Anson, H., Dillow, K., Gill, P. (2005). “Accelerated rehabilitation after total knee replacement.” *Knee.* Oct;12(5):346-50.
 171. Vincent, H.K., Vincent, K.R. (2008). “Obesity and inpatient rehabilitation outcomes following knee arthroplasty: a multicenter study.” *Obesity (Silver Spring).* Jan;16(1):130-6.
 172. Brander, V.A., Stulberg, S.D., Adams, A.D., Harden, R.N., Bruehl, S., Stanos, S.P. ve diğerleri. (2003) . “Predicting total knee replacement pain: a prospective, observational study.” *Clin Orthop Relat Res.* Nov;(416):27-36.
 173. Maestro, A., Suarez, M.A., Rodriguez, L., Guerra, C., Murcia, A. (2000). “The midvastus surgical approach in total knee arthroplasty.” *Int Orthop.*;24(2):104-7.

EKLER

EK.1: Değerlendirme Formu

TOTAL DİZ ARTROPLASTİSİ HASTA DEĞERLENDİRME FORMU

Adı-Soyadı: _____ Dosya No: _____ Grubu: EMG-B NMES

Yaş: _____ Boy: _____ Kilo: _____ BMI: _____ Cinsiyet: _____

Adres: _____ / _____ Telefon: 0 () ()

Meslek: _____ Eğitim: _____ Medeni Hali: _____

Değerlendirme Tarihi: ____/____/200__ Ameliyat Tarihi: ____/____/200__

Dominant Taraf: Sağ () Sol () Bilateral () Operasyon Tarafı: Sağ () Sol ()

Uzunluk Ölçümü	Etkilenen	Diğer
Umblicus-MM		
SİAS-MM		
Tr.M-MM		

Fonksiyonel Testler	Preoperatif	Taburcu
TUG (3m)		
Yürüme (12m)		
10 Basamak		

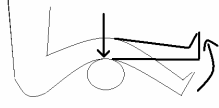
[illegible][illegible][illegible]

Takip Çizelgesi	1.gün	2.gün	3.gün	4.gün	5.gün	6.gün	7.gün	8.gün
SPH (Derece)								
SPH (Süre)								
Yürüme Mesafesi								
Sandalyeye Transfer								
Egzersiz (Fizyoterapist)								
Egzersiz (Hasta)								
Ayak Bileği Pompalama								
Quadriceps İzometrik								
Adduktor İzometrik								
Topuk Kaydırma								
Düz Bacak Kaldırma								

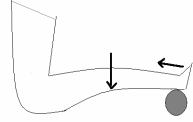
EK 2: Hasta Egzersiz Formu

Total Diz Artroplastisi (Protezi) Ameliyatı Sonrası Egzersiz Programı

Aşağıdaki egzersizlerden 1-7'sini protez ameliyatından 1 gün, 8. 'sini ise 3 gün sonra formda belirtilen açıklamalara uyarak yapınız. Ağrınızı artıran egzersizler için doktorunuza veya fizyoterapistinize danışınız.



Egzersiz 1: Oturur pozisyonda bir havlu veya çarşafı rulo haline getirerek tam dizinizin altına yerleştiriniz. Ayak bileğinizi kendinize doğru çekip dizinizi yatağa doğru bastırarak 10'a kadar sayınız ve bacağınızı serbest bırakınız. Bu egzersizi günde 2 defa 30' ar kez tekrarlayınız.



Egzersiz 2: Oturur pozisyonda bir havlu veya çarşafı rulo haline getirerek ayak bileğinin altına yerleştiriniz. Ayak bileğinizi kendinize doğru çekip dizinizi yatağa doğru bastırarak 10'a kadar sayınız ve bacağınızı serbest bırakınız. Bu egzersizi günde 2 defa 30' ar kez tekrarlayınız.



Egzersiz 3: Sırtüstü yatar pozisyonda bacaklarınızın arasına bir yastık yerleştiriniz. Her iki bacağınız ile yastığı sıkıştırarak 10'a kadar sayınız ve bacaklarınızı gevşek bırakınız. Bu egzersizi günde 2 defa 30' ar kez tekrarlayınız.



Egzersiz 4: Sırtüstü yatar pozisyonda ayaklarınızı uzatınız. Topuğunuzu yatağa kaydırarak kalçanıza doğru çekip tekrar başlangıç pozisyonuna getiriniz. Bu egzersizi günde 2 defa 10' ar kez tekrarlayınız.



Egzersiz 5: Sırtüstü yatar pozisyonda ayaklarınızı uzatınız. **Ameliyat olmayan** dizinizi bükerek topuğunuzu yatağa yerleştiriniz. Ameliyatlı bacağınızı dümdüz yukarı kaldırıp 5' e kadar sayınız ve başlangıç pozisyonuna getiriniz. Bu egzersizi günde 2 defa 10' ar kez tekrarlayınız.



Egzersiz 6: Yatak kenarında ayaklarınızı sarkıtarak oturunuz. Ameliyatlı dizinizi bükemediğiniz kadar yatağınızın altına doğru bükünüz. Son noktada 5'e kadar sayınız. Bu egzersizi günde 2 defa 10' ar kez tekrarlayınız.



Egzersiz 7: Yatak kenarında ayaklarınızı sarkıtarak oturunuz. Ameliyatlı taraf ayağınızı yukarı doğru kaldırarak dizinizi dümdüz yapmaya çalışınız. Son noktada 5'e kadar sayıp bırakınız. Bu egzersizi günde 2 defa 10' ar kez tekrarlayınız.



Egzersiz 8: Yüzükoyun yatar pozisyonda ameliyatlı dizinizi bükemediğiniz kadar bükünüz. Son noktada diğer ayağınızı ameliyatlı ayağınız ile çaprazlayarak ağrı sınırlarınız içinde dizinizi daha fazla bükmeye çalışınız. Son noktada 5'e kadar sayıp bırakınız. Bu egzersizi günde 2 defa 10' ar kez tekrarlayınız.

EK 3. Knee Society Rating System

HASTA KATEGORİSİ					
A: Unilateral veya bilateral(diğer dizde başarılı artroplasti)					
B: Unilateral, diğ�er diz semptomatik					
C: Yaygın artrit					
AĞRI		PUAN	FONKSİYON		PUAN
Yok		50	Yür�me	Sınırsız	50
Hafif	Nadir	45		>10 Blok	40
	Sadece basamakta	40		5-10 Blok	30
	Y�r�y�ş ve basamakta	30		<5 Blok	20
Orta derecede	Nadir	20		Eve bağımlı	10
	S�rekli	10		M�nk�n değıl	0
Ağır		0	Basamak	Normal iniş, çıkış	50
HAREKET GENİŞLİĞİ (ROM)	5� = 1 puan	25		Normal çıkış, tutarak iniş	40
STABİLİTE				Tutarak iniş, çıkış	30
�n-arka	<5mm	10		Tutarak çıkış, inememe	15
	5-10mm	5		�n�p �ıkamama	0
	>10mm	0		ARA TOPLAM:	
Medio-lateral	<5�	15	�NDİRİMLER	Baston	5
	6�-9�	10		�ift baston	10
	10�-14�	5		Y�r�te� veya koltuk değıneğı	20
	>15�	0	�NDİRİM TOPLAMI:		
ARA TOPLAM:			FONKSİYON SKORU:		
�NDİRİMLER					
Fleksiyon kontrakt�r�	5�-10�	2			
	10�-15�	5			
	16�-20�	10			
	>20�	15			
Ekstansiyon kaybı	<10�	5			
	10�-20�	10			
	>20�	15			
�n-arka pozisyon	5�-10�	0			
	0�-4�	3			
	11�-15�	3			
	Diğ�er	0			
�NDİRİM TOPLAMI:					
DİZ SKORU:					