

**T.C. PAMUKKALE ÜNİVERSİTESİ  
TIP FAKÜLTESİ  
FİZİKSEL TIP VE REHABİLİTASYON  
ANABİLİM DALI**

**ARTROSKOPİK PARSİYEL MENİSEKTOMİ  
HASTALARINDA  
EV EGZERSİZİ, EMG-BİOFEEEDBACK VE  
ELEKTRİK STİMULASYONU TEDAVİLERİNİN  
ETKİNLİĞİNİN KARŞILAŞTIRILMASI**

**UZMANLIK TEZİ**

**DR. NURAY AKKAYA**

**TEZ DANIŞMANI  
PROF. DR. FÜSUN ARDIÇ**

**DENİZLİ 2007**

bu al ma j rimiz taraf ndan F Z KSEL TIP VE REHAB L TASYON ANAB L M DALI nda TIPTA UZMANLIK TEZ olarak kabul edilmi tir.

**BAŞKAN**      **Prof.Dr.Fusun Ardıç**

**ÜYE**            **Prof.Dr.B.Alper Kılıç**

**ÜYE**            **Doç.Dr.Oya Topuz**

**ÜYE**            **Yrd.Doç.Dr.Merih Özgen**

**ÜYE**            **Yrd.Doç.Dr.Ayşe Sarsan**


Yukar da imzalar n ad ge en retim yelerine ait oldu unu onaylar m.

.. / .. /2006

DEKAN


İş bu çalışma jürimiz tarafından FİZİKSEL TIP VE REHABİLİTASYON ANABİLİM DALI'nda TIPTA UZMANLIK TEZİ olarak kabul edilmiştir.

BAŞKAN Prof.Dr.Füsün Ardıç 

ÜYE Prof.Dr.B.Alper Kılıç 

ÜYE Doç.Dr.Oya Topuz 

ÜYE Yrd.Doç.Dr.Merih Özgen 

ÜYE Yrd.Doç.Dr.Ayşe Sarsan 

Yukarıda imzaların adı geçen öğretim üyelerine ait olduğunu onaylım.

02.03/2009

DEKAN

Prof. Dr. HİSSEYİN BAĞCI  
Doktor

## TEŞEKKÜR

Asistanlık eğitimim süresince her zaman desteğini gördüğüm, bilgi ve deneyimlerinden yararlandığım, mesleki ve kişisel yaklaşımlarını örnek aldığım, asistanı olmaktan onur duyduğum tez danışmanım ve hocam, Sn. Prof. Dr. Füsun Ardıç'a,

Eğitimim süresince bilgi ve deneyimlerinden yararlandığım, eğitimimde büyük pay sahibi olan, yakın ilgi ve desteğini her zaman hissettiğim ve kendisi ile çalışmaktan büyük onur duyduğum değerli hocam, Sn. Doç. Dr. Oya Topuz'a,

Eğitimimde bilgi ve deneyimlerinden faydalandığım, desteklerini ve içten dostluğunu her zaman yanımda hissettiğim ve tez çalışmalarımında her türlü yardım ve desteğini gördüğüm hocam, Sn. Yrd. Doç. Dr. Merih Özgen'e,

Eğitimimde bilgi ve deneyimlerinden faydalandığım, içten dostluğu ve desteğini gördüğüm hocam Sn. Yrd. Doç. Dr. Ayşe Sarsan'a saygı ve sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Birlikte çalışmaktan mutluluk duyduğum Öğretim Görevlisi Dr. Necmettin Yıldız, Dr. Ahmet Boyacı, Dr. Hakan Alkan, Dr. Selcen Alkan, Dr. Saadet Deniz, Dr. Engin Şanal, Dr. Gonca Güngen, Dr. Özlem Şentürk Karaca, Dr. Özlem Ercidoğan'a, servis hemşirelerimize ve tüm hastane personelimize teşekkür ederim.

Tez hastalarımın ulaşmamdaki katkılarından dolayı başta Ortopedi ve Travmatoloji Anabilim Dalı Başkanı Sn. Prof. Dr. B. Alper Kılıç olmak üzere, Öğretim Görevlisi Dr. Semih Akkaya ve Ortopedi ve Travmatoloji kliniği asistan doktorlarına,

Tezimin istatistiklerinde yardımını benden esirgemeyen araştırma görevlisi Dr. Elif Turhan'a ve Uzm. Dr. Fatih Tonkaz'a,

Üzerimde büyük emekleri olan aileme, sevgisi ve desteğiyle her zaman yanımda olan, mutluluk kaynağım sevgili eşim Semih Akkaya'ya teşekkür ederim.

<b>II- GENEL BİLGİLER</b>	<b>3</b>
A. DİZ EKLEMİ ANATOMİSİ	3
B. MENİSKÜSLER	5
C. MENİSKÜS LEZYONLARINDA TEDAVİ	16
D. ARTROSKOPİK MENİSEKTOMİ SONRASI	17
REHABİLİTASYON	
EGZERSİZ	20
NORMOMÜSKÜLER ELEKTROMİYOGRAFİK MÜHÜR	21
<b>İÇİNDEKİLER</b>	
EMG-BİLGİ GERİBİLDİRİMİ	27
<b>III- GEREKÇİ VE YÖNTEM</b>	<b>31</b>
<b>IV- BULGULAR</b>	<b>39</b>
<b>V- TARTIŞMA</b>	<b>80</b>
<b>VI- SONUÇ</b>	<b>90</b>
<b>VII- ÖZET</b>	<b>92</b>
<b>VIII- YABANCI DİL ÖZETİ</b>	<b>94</b>
<b>IX- KAYNAKLAR</b>	<b>96</b>
<b>X- EK</b>	<b>110</b>

## TABLolar ÇİZELGESİ

<b>Tablo-1:</b> Akımların sınıflandırılması	21
<b>Tablo-2:</b> Lysholm fonksiyonel diz skoru formu	35
<b>Tablo-3:</b> Lysholm fonksiyonel diz skorları derecelendirilmesi	36
<b>Tablo-4:</b> Outerbridge'in kondromalazi sınıflaması	37
<b>Tablo-5:</b> Operasyon öncesi her üç gruptaki hastaların yaş ve BMI ortalamaları	40
<b>Tablo-6:</b> Operasyon öncesi her üç gruptaki hastaların cinsiyet, eğitim, meslek, sistemik hastalık durumu dağılımı	41
<b>Tablo-7:</b> Operasyon öncesi her üç gruptaki hastaların diz ağrısı süreleri	42
<b>Tablo-8:</b> Her üç gruptaki hastaların travma öyküsü varlığı, artroskopik menisektomi yapılan diz ve dominant ekstremitte dağılımı	42
<b>Tablo-9:</b> Diz MRG'de menisküs yırtığı grade'i her üç grupta dağılımı	43
<b>Tablo-10:</b> Her üç grupta artroskopik menisektomi tipi ve menisektomi bölgesi dağılımı	43
<b>Tablo-11:</b> Operasyon sırasında Medial, Lateral Tibiofemoral Eklem ve Patellofemoral Eklem osteoartriti Outerbridge grade'i dağılımı	44
<b>Tablo-12:</b> Operasyon öncesi değerlendirme parametrelerinin gruplar arasında karşılaştırılması	45
<b>Tablo-13:</b> Hastaların postoperatif cihaz kullanma durumları	46
<b>Tablo-14:</b> Hastaların postoperatif cihaz kullanma süreleri	46
<b>Tablo-15:</b> Hastaların preoperatif, postoperatif 1, 7, 14. gün ve 6. hafta yürürken VAS değerleri	47
<b>Tablo-16:</b> Gruplar arasında preoperatif, postoperatif 1, 7, 14. gün ve 6. hafta boyunca yürürken VAS değerlerinin karşılaştırılması	48
<b>Tablo-17:</b> Hastaların preoperatif, postoperatif 1, 7, 14. gün ve 6. hafta	

gece VAS değerleri	49
<b>Tablo-18:</b> Gruplar arasında preoperatif, postoperatif 1, 7, 14. gün ve 6. hafta boyunca gece VAS değerlerinin karşılaştırılması	50
<b>Tablo-19:</b> Hastaların preoperatif, postoperatif 1, 7, 14. gün ve 6. hafta istirahat VAS değerleri	51
<b>Tablo-20:</b> Gruplar arasında preoperatif, postoperatif 1, 7, 14. gün ve 6. hafta boyunca istirahat VAS değerlerinin karşılaştırılması	52
<b>Tablo-21:</b> Hastaların preoperatif, postoperatif 1, 7, 14. gün ve 6. hafta fleksiyon-ekstansiyon VAS değerleri	53
<b>Tablo-22:</b> Gruplar arasında preoperatif, postoperatif 1, 7, 14. gün ve 6.hafta boyunca fleksiyon-ekstansiyon VAS değerlerinin karşılaştırılması	54
<b>Tablo-23:</b> Hastaların preoperatif, postoperatif 1, 7, 14. gün ve 6.hafta aktif diz fleksiyon dereceleri değerleri	55
<b>Tablo-24:</b> Gruplar arasında preoperatif, postoperatif 1, 7, 14. gün ve 6.hafta boyunca aktif fleksiyon derecesi değerlerinin karşılaştırılması	56
<b>Tablo-25:</b> Hastaların preoperatif, postoperatif 1, 7, 14. gün ve 6.hafta aktif diz ekstansiyon dereceleri değerleri	57
<b>Tablo-26:</b> Gruplar arasında preoperatif, postoperatif 1, 7, 14. gün ve 6.hafta boyunca aktif ekstansiyon derecesi değerlerinin karşılaştırılması	58
<b>Tablo-27:</b> Hastaların preoperatif, postoperatif 1, 7, 14. gün ve 6.hafta diz çevresi değerleri	59
<b>Tablo-28:</b> Gruplar arasında preoperatif, postoperatif 1, 7, 14. gün ve 6.hafta boyunca diz çevresi değerlerinin karşılaştırılması	60
<b>Tablo-29:</b> Hastaların preoperatif, postoperatif 1, 7, 14. gün ve 6.hafta uyluk çevresi değerleri	61
<b>Tablo-30:</b> Gruplar arasında preoperatif, postoperatif 1, 7, 14. gün ve 6.hafta	

boyunca uyluk çevresi değerlerinin karşılaştırılması	62
<b>Tablo-31:</b> Hastaların preoperatif, postoperatif 1, 7, 14. gün ve 6.hafta Manuel ekstansiyon kas gücü değerleri	63
<b>Tablo-32:</b> Gruplar arasında preoperatif, postoperatif 1, 7, 14. gün ve 6.hafta boyunca manuel ekstansiyon kas gücü değerlerinin karşılaştırılması	64
<b>Tablo-33:</b> Hastaların preoperatif, postoperatif 1, 7, 14. gün ve 6.hafta VMO kası maksimum kontraksiyon değerleri	65
<b>Tablo-34:</b> Gruplar arasında preoperatif, postoperatif 1, 7, 14. gün ve 6.hafta boyunca VMO kası maksimum kontraksiyon değerlerinin karşılaştırılması	66
<b>Tablo-35:</b> Hastaların preoperatif, postoperatif 1, 7, 14. gün ve 6.hafta VMO kası ortalama kontraksiyon değerleri	67
<b>Tablo-36:</b> Gruplar arasında preoperatif, postoperatif 1, 7, 14. gün ve 6.hafta boyunca VMO kası ortalama kontraksiyon değerlerinin karşılaştırılması	68
<b>Tablo-37:</b> Hastaların preoperatif, postoperatif 1, 7, 14. gün ve 6.hafta VL kası maksimum kontraksiyon değerleri	69
<b>Tablo-38:</b> Gruplar arasında preoperatif, postoperatif 1, 7, 14. gün ve 6.hafta boyunca VL maksimum kontraksiyon değerlerinin karşılaştırılması	70
<b>Tablo-39:</b> Hastaların preoperatif, postoperatif 1, 7, 14. gün ve 6.hafta VL kası ortalama kontraksiyon değerleri	71
<b>Tablo-40:</b> Gruplar arasında preoperatif, postoperatif 1, 7, 14. gün ve 6.hafta boyunca VL ortalama kontraksiyon değerlerinin karşılaştırılması	72
<b>Tablo-41:</b> Hastaların preoperatif, postoperatif 1, 7, 14. gün ve 6.hafta yürüme hızı değerleri	73
<b>Tablo 42.</b> Gruplar arasında preoperatif, postoperatif 1, 7, 14. gün ve 6.hafta boyunca yürüme hızı değerlerinin karşılaştırılması	74



<b>Tablo-43:</b> Hastaların preoperatif, postoperatif 1, 7, 14. gün ve 6.hafta Lysholm diz skoru değerleri	75
<b>Tablo-44:</b> Gruplar arasında preoperatif, postoperatif 1, 7, 14. gün ve 6.hafta boyunca Lysholm diz skoru değerlerinin karşılaştırılması	76

## ŞEKİLLER ÇİZELGESİ

<b>Şekil-1:</b> Tedavi grupları ve hasta sayıları	32
<b>Şekil-2:</b> Hastaların preoperatif, postoperatif 1, 7, 14. gün ve 6. hafta boyunca yürürken VAS değerleri	48
<b>Şekil-3:</b> Hastaların preoperatif, postoperatif 1, 7, 14. gün ve 6. hafta boyunca gece VAS değerleri	50
<b>Şekil-4:</b> Hastaların preoperatif, postoperatif 1, 7, 14. gün ve 6. hafta boyunca istirahat VAS değerleri	52
<b>Şekil-5:</b> Hastaların preoperatif, postoperatif 1, 7, 14. gün ve 6. hafta boyunca fleksiyon-ekstansiyon VAS değerleri	54
<b>Şekil-6:</b> Hastaların preoperatif, postoperatif 1, 7, 14. gün ve 6.hafta boyunca aktif diz fleksiyon dereceleri değerleri	56
<b>Şekil-7:</b> Hastaların preoperatif, postoperatif 1, 7, 14. gün ve 6.hafta boyunca aktif diz ekstansiyon dereceleri değerleri	58
<b>Şekil-8:</b> Hastaların preoperatif, postoperatif 1, 7, 14. gün ve 6.hafta boyunca diz çevresi değerleri	60
<b>Şekil-9:</b> Hastaların preoperatif, postoperatif 1, 7, 14. gün ve 6.hafta boyunca uyluk çevresi değerleri	62
<b>Şekil-10:</b> Hastaların preoperatif, postoperatif 1, 7, 14. gün ve 6.hafta Manuel ekstansiyon kas gücü değerleri	64
<b>Şekil-11:</b> Hastaların preoperatif, postoperatif 1, 7, 14. gün ve 6.hafta boyunca VMO kası maksimum kontraksiyon değerleri	66
<b>Şekil-12:</b> Hastaların preoperatif, postoperatif 1, 7, 14. gün ve 6.hafta boyunca VMO kası ortalama kontraksiyon değerleri	68
<b>Şekil-13:</b> Hastaların preoperatif, postoperatif 1, 7, 14. gün ve 6.hafta boyunca VL kası maksimum kontraksiyon değerleri	70

<b>Şekil-14:</b> Hastaların preoperatif, postoperatif 1, 7, 14. gün ve 6.hafta VL kası ortalama kontraksiyon değerleri	72
<b>Şekil-15:</b> Hastaların preoperatif, postoperatif 1, 7, 14. gün ve 6.hafta boyunca yürüme hızı değerleri	74
<b>Şekil-16:</b> Hastaların preoperatif, postoperatif 1, 7, 14. gün ve 6.hafta boyunca Lysholm diz skoru değerleri	76

## GİRİŞ

Menisküs lezyonları spor ve iş hayatında yaygın görülen zedelenmelerdir (1). Sağlıklı menisküsler, şok absorpsiyonu, eklem lubricasyonu ve diz stabilitesini sağlamak için gereklidirler (2). Dizdeki menisküs yırtıkları, genellikle ağrı, şişlik ve hareket sırasında dizin kilitlenmesine neden olur (2). Dizde kilitlenme yok ise, effüzyon ve ağrı kontrolü için konservatif tedavi uygulanırken, eşlik eden ligamentöz yaralanmalar varsa ve ağrıya tahammül edilemiyorsa, artroskopi planlanmalıdır (1).

Yırtık veya yaralanmış menisküs için en yaygın cerrahi tedavi artroskopik parsiyel menisektomidir. Cerrahi sırasında geride mümkün olduğunca sağlıklı doku bırakılarak, menisküsün sadece hasarlı kısmı dizden çıkarılır. Uzaklaştırılan dokunun miktarı ve artroskopik tekniğin doğası sayesinde, bu minimal invaziv bir işlemdir (3).

Artroskopik parsiyel menisektominin minimal invaziv doğasına rağmen, çalışmalar, parsiyel menisektomi geçiren hastaların dizlerinde eklem hareket açıklığı kaybı ve fonksiyon bozulmasına yol açan ağrı ve şişlik (4), kuadriseps femoris kas gücünde azalma (5) ve diz ile bağlantılı hayat kalitesinde azalma (6) olduğunu göstermiştir. Menisküs yaralanması ve takiben artroskopik parsiyel menisektomi yapılması gerekliliği dizin kas gücü ve stabilitesi üzerine negatif etkilidir (7,8). Bu bulgular araştırmacıları, cerrahi sonrası fizik tedavi yöntemlerini uygulamaya yöneltmiştir (9).

Artroskopik meniskal cerrahiyi takiben postoperatif rehabilitasyonun hedefleri, semptomları gidermek, fonksiyonu düzeltmek ve daha ileri yaralanmayı önlemektir (9). Standart protokol hakkında fikir birliği olmamasına rağmen, postoperatif rehabilitasyonda genellikle progresif fazik yaklaşım tercih edilmektedir. Geniş tedavi seçeneklerinin kullanılması, standart protokollerin olmaması nedeniyle hangi tedavinin en iyi olduğu konusunda ortak bir görüş yoktur (10).

Konvansiyonel açık menisektomiye takiben diz rehabilitasyonu için ana hatlar iyi bilinirken, artroskopik menisektomiye takiben rehabilitasyonda daha az fikir birliği vardır (8,11,12,13,14).

Diz cerrahisi sonrası, motor nöronların reflex inhibisyonu, immobilizasyon ve bacağın kısıtlı kullanımı nedeniyle dizin ekstansör mekanizmasından sorumlu olan kuadriseps kasında hızla atrofi ve güçsüzlük gelişmektedir. Erken postoperatif dönemde kuadriseps kasına yönelik verilen egzersizlerin etkinliğini artırmak için yeni rehabilitasyon protokollerinin geliştirilmesi hedeflenmektedir (15-18).

Literatürde artroskopik parsiyel menisektomi uygulanan hastalarda, ev egzersizi ile elektrik stimülasyonu yöntemini (19,20) ve ev egzersizi ile EMG-Biofeedback eğitimi karşılaştıran çalışmalar (15,21,22) olmasına rağmen bu üç modaliteyi birbiriyle karşılaştıran çalışmaya rastlanmamıştır.

Bu araştırmanın amacı; artroskopik parsiyel menisektomi uygulanan hastalarda erken mobilizasyon, ağrı kontrolü ve kas gücünün artırılması ile fonksiyonel kazanımlar için rutin ev programları dışında, kuadriseps kasına elektrik stimülasyonu ve EMG-Biofeedback eğitimi etkinliklerini araştırmak ve karşılaştırmaktır.

# GENEL BİLGİLER

## DİZ EKLEMİ ANATOMİSİ

Diz eklemi insan vücudunun en büyük eklemidir (23). Diz eklem kompleksi, patellofemoral, tibiofemoral ve tibiofibular eklemler gibi üç eklemden oluşur (1).

Diz eklemi konveks eklem yüzünün şekline göre ginglimus grubundadır. Bu gruptaki eklemlerde transvers yönde tek eksen vardır. Diz eklemi bu bakımdan biraz farklılık gösterir ve en az 30 derecelik fleksiyondan sonra bir miktar rotasyon, abduksiyon ve adduksiyon hareketlerine imkan verir. Ancak tam ekstansiyonda tibial eminensiyalar interkondiler çentiğe yerleşerek eklemi kilitler. Ayrıca femoral kondillerin büyüklük, şekil ve horizontal düzlemde yerleşim farklılıkları nedeniyle ekstansiyon hareketinin sonuna doğru femurda medial, tibiada ise lateral rotasyon pasif olarak gerçekleşir. Bu rotasyon hareketine dizin “screw home” mekanizması adı verilir.

Diz eklemının şekli sebebiyle oldukça az stabiliteye sahip olması beklenirken uygun fonksiyonu ve stabilitesi ligament bütünlüğü ile sağlanır. Bir başka deyişle dizin statik sınırlayıcıları; kemik yapılar, menisküs ve bağlar, dinamik sınırlayıcıları; muskulotendinöz yapılar ve eklem yüklenmesinin stabilizan etkisidir (23,24,25).

### **Kemik Yapılar**

Femur kondillerinin arasında bulunan oluğa patellofemoral sulkus denir. Bu oluk, patella ile eklem yapar (23).

Tibia platoları arasında yer alan eminensiya interkondilare, medial ve lateral platoları birbirinden ayırmaktadır. Eminensiya interkondilarisin anteriorundaki fossada medial ve lateral menisküslerin ön boynuzları ile ön çapraz bağın yapışma yeri, posteriordaki fossada ise menisküslerin arka boynuzları ile arka çapraz bağın yapışma yeri vardır (23,26,27). Patella, ekstansör mekanizmada yer alan, m. kuadriseps femoris tendonu arasına sokulmuş, kabaca üçgen şeklinde sesamoid bir kemiktir. Ekstansör mekanizmanın kaldıraç kolunu uzatıcı görevi olan patellanın, femoral eklem yüzeylerini direkt travmalardan koruyucu etkisi de vardır (23).

## **Diz Kasları**

Kuadriseps adalesi: rektus femoris, vastus lateralis, medialis ve intermedius olmak üzere 4 kasın birleşmesinden meydana gelir. Distale doğru bu kaslar birleşir ve kuadriseps tendonunu oluşturur. 3 tabakadan oluşan bu tendonun üst tabakasını rektus femoris, orta tabakasını vastus medialis ve lateralis tendonları oluştururken, derin tabaka vastus intermedius tendonundan oluşmuştur. Tendon ön tarafta bir genişleme yaparak patellaya yapışırken, vastus medialis ve lateralis tendonlarının bir kısım lifleri patellar retinakulumlar aracılığı ile tibiaya yapışır. Patellar tendon ise tam diz önünden, patella alt kutbundan tüberositas tibiaya yapışır. Dize ekstansiyon yaptırırlar.

Pes anserinus: M. sartorius, m. gracilis ve m. semitendinosusun birleşik tendonlarından meydana gelir Bu kaslar dizin primer fleksörleri olup rotasyon ve valgus streslerine karşı koymaya yardımcı olurlar.

M.semimembranosus dizin posterior ve posteromedial yüzeyi çevresinde stabilize edici bir yapı olarak önemli göreve sahiptir.

M. biceps femoris: Dizın kuvvetli fleksörü ve tibianın kuvvetli dış rotatörüdür. Bu nedenle rotasyonel stabiliteyi sağlar.

M. gastroknemius: Gastroknemius kasının diz eklemi açısından fonksiyonu, diz hiperekstansiyonunu kısıtlamaktır (28).

Dizin fleksiyonunu, hamstring kasları, biceps femoris ve gastroknemius ile popliteus adaleleri sağlar. Dizın ekstansiyonu kuadriseps tarafından yaptırılır. Sartorius, gracilis ve hamstringler dizın zayıf rotatörleridir (24,25,29).

## **Diz Eklemının Damarları**

Arteria popliteanın geniküler dalı, lateral femoral sirkumfleks arter ve anterior tibial arter reküran dalı ile olur (28)

## **Diz Eklemının Sinirleri**

N. obturatorius, n. femoralis, n. tibialis ve n. peroneus kommunis dallarından inerve olur. Bu sinirlerin kesilmeleri duyunun sürekli bozulmasına sebep olabileceğinden önemlidir.

## **MENİSKÜSLER**

### **Anatomi**

Menisküsler, fibrokartilaj yapıda ve koronal planda kama şekindedirler. Menisküsler tibianın superior eklem yüzeyinde uzanarak, femoral kondillerle uyumunu artırır. Medial menisküs yarım şekilli, lateral menisküs ise sirkülerdir. Menisküslerin superior kısımları, karşılardaki konveks femoral kondiller ile efektif eklem sağlayacak şekilde konkavdır, inferior yüzleri tibial platoya uymak için düzdür. Anterior ve posterior meniskal boynuzlar, tibial platonun interkondiler eminensine yapışırlar. Koronary ligamentler, tibial plato ve her iki menisküs çevresi arasında periferal yapışma sağlarlar. Medial menisküs ayrıca medial kollateral ligamente yapışır, bu da mobilitesini sınırlar. Lateral menisküs, anterior ve posterior meniskofemoral ligamentler ile femura bağlanır. Transvers ligament, her iki menisküsün anterior yüzleri arasında bağlantı sağlar (30).

Ligamentöz bağlantılar ile sağlanan artmış stabilite, kompresyon sırasında menisküslerin eklem dışına taşmasını önler (31,32).

### **Vasküler Anatomi**

Meniskal iyileşme için vasküler destek çok önemlidir. Her menisküsün superior ve inferior yüzeylerine, popliteal arterin dalları olan medial, lateral ve middle genikulat arterler temel vaskülarizasyonu sağlarlar (33,34).

Bu arterlerin dallarından doğan perimeniskal kapiller ağ, menisküslerin periferi boyunca dizin sinovyal ve kapsüler dokuları içinden çıkarlar (30).

Periferal medial menisküs kenarının sadece %10-30'u ve lateral menisküs kenarının %10-25'i direkt kan desteği alır (33).



Beslenme için diğer direkt kaynak sağlayan anterior ve posterior hornlardan çıkan endoligamentöz damarlar, menisküs içine kısa mesafe ilerler ve terminal halkalar yaparlar (33).

Her menisküsün kalan parçası (%65-75) difüzyon yoluyla sinovyal sıvıdan besin alırlar (30).

### **Nöroanatomi**

Diz eklemi posterior tibial sinirin posterior artiküler dalı ve obturator ve femoral sinirlerin terminal dalları ile inerve olur. Sinir lifleri, vasküler destekle birlikte eklem kapsülünü deler ve menisküsü inerve ederler.

Ruffini, Pacinian ve Golgi tendon mekanoreseptörleri diz eklem kapsülünde ve periferal menisküslerde tanımlanmıştır.

Tip-I (Ruffini) mekanoreseptörleri, statik eklem pozisyonu ve basınçta değişikliklere düşük eşikli ve yavaş adapte olan reseptörlerdir.

Tip-II (Pacinian) mekanoreseptörleri, basınç değişiklikleri, eklem hızlanmalarını işaret eden, düşük eşikli ve hızlı adapte olan reseptörlerdir .

Tip-III (Golgi) mekanoreseptörleri, diz eklemi terminal eklem hareket açıklığına ulaşınca işaret verir ve nöromuskuler inhibisyon ile birlikte dir.

Meniskal boynuzlarda, meniskal mekanoreseptörlerin konsantrasyonlarının (özellikle Pacinian) en fazla olması, araştırmacıların proprioepsiyonda reseptörlerin rolünü çalışmalarına yol açmıştır (30).

### **Biyomekanik**

Menisküslerin ana işlevleri;

- Yük taşıma sırasında dizi geçen stresi dağıtmak (35,36),
- Şok absorpsiyonu sağlamak (35,37,38),
- Sekonder eklem stabilizatörü olarak hizmet etmek (39),

-Eklem kıkırdağının beslenmesini sağlamak,

-Eklemin kaymasını kolaylaştırmak,

-Hiperekstansiyonu önlemek,

-Eklem kenarlarını korumaktır (30).

Çevresel meniskal stres ölçümleri, periferal kenarlar intakt olduğunda, yük taşımanın %45-70'inin menisküsler boyunca aktarıldığını göstermiştir (31,37).

Diz fleksiyonu boyunca lateral menisküs, medial menisküsün iki katı ön-arka translasyona uğrar (11,2 mm'ye karşın, 5,1 mm). Bu translasyon femurun tibial platonun posterior kenarına temasını önler (30).

Medial kondilin kayma-translasyon oranı (rolling-to-translasyon) 1:1 iken, lateral kondilin 1:4 tür. Lateral menisküs, femoral kondillerin translasyonu ile bu mobiliteye daha iyi uyum sağlayabilir ve bu nedenle medial menisküsten daha az yaralanır (30).

Tibiofemoral eklemin uyumu, tam diz eklem hareket açıklığı boyunca, sağlıklı mobil menisküsler ile sağlanır (30).

### **Histoloji ve Yapı**

Menisküslerin mikroyapısal özellikleri, onların mekanik özelliklerini belirler (30).

Menisküsler %70 su ve %30 organik maddeden oluşur. Organik maddenin %75'ini kollajen oluştururken, kalan kuru maddenin kabaca %8-13'ü nonkollajen proteinlerdir (37).

Tip I kollajen lifler, primer meniskal yapısal iskeleti sağlar; tip I kollajenin yüksek miktarda olması, esas olarak tip II kollajenden oluşan hyalin veya eklem kıkırdağı ile menisküsler arasındaki temel farklardan biridir (30).

Sellüler meniskal komponentler, ekstrasellüler matriks içine dağılmış fibrokondrositleri de içerir. Fibrokondrositler hem fibroblast, hem de kondrosit

özellikleri gösterirler, özellikle kollajen olmak üzere ekstrasellüler matriksi sentezlerler (30).

Üç kollajen lif tabakası, kompresif yükleri, çevresel streslere çevirmek için özellikle düzenlenirler. Yüzeysel tabakada lifler radial dizilir, kırılma veya yarılmaya direnç gösterirler. Orta tabakada lifler, yük taşıma sırasındaki çembersel streslere direnç göstermek için çevresel veya paralel uzanırlar. Orta tabaka, menisküsü tensil (germe) kuvvetlerine karşı korur ve diz eklemine gelen yükü ileten bir fonksiyona sahiptir (40,41). Son olarak, periferde paralel düzenlenen derin tabaka kollajen demetleri vardır (41).

Ekstrasellüler matriksin geri kalanı proteoglikanlardan oluşur. Glikozaminokanlar (GAG) veya proteoglikan agregatlarının zincirleri, menisküsün ıslak ağırlığının %1'ini oluşturur, fakat doku hidrasyonu, kompresif dayanıklılık ve elastisite gibi materyal özelliklerinin çoğuna iştirak eder (30).

Su retansiyonu ve elektrostatik özellikleri ile birlikte kombinasyondaki bu proteoglikan makromolekülleri, menisküslere kompresif dayanıklılıklarını verirler (30).

Meniskal şok absorpsiyonu, ekstrasellüler matriks dışındaki eksüdasyon yoluyla zaman bağımlıdır. GAG maddelerinden su eksüdasyonu sadece kompresif dayanıklılık sağlamaz, ayrıca eklem aralığına suyun girmesi zorlanarak eklem lubrikasyonunu da sağlar. En yüksek GAG konsantrasyonları, primer yük taşıyan alanlar olan meniskal boynuzlar ve menisküsün iç yarısıdır (42).

Meniskal doku ayrıca, yüklenme daha büyük frekans ve süre ile oluştuğunda bozulan, zaman bağımlı viskoelastik özellik gösterir (30).

Proteoglikanlar, meniskal gerim özelliklerine az katkıda bulunurlar.

Meniskal dokunun %0,06'dan azını oluşturan elastinin, yüklenme deformasyonu sonrası şeklin geri dönmesini sağladığı düşünülür.

## **Menisküslerin Yaralanmaya Damarsal Yanıtı**

Menisküsün kan dağılımı, onarım potansiyelini belirleyen temel unsurdur. Yapılan çalışmalarla meniskusun yaralanmaya karşı verdiği damarsal yanıtın, diğer destek dokularinkine benzerliği ortaya konmuştur (33, 43-46).

Yaralanmayı takiben, periferik vasküler zonda, inflamatuvar hücrelerden zengin, fibrin pıhtısı oluşur. Bu fibrin çatı sayesinde, perimeniskal kapiller pleksustan kaynaklanan damarların, farklılaşmamış hücreleri proliferer olur. Sonuçta, yara kenarları yapışmayı sağlayan sellüler, fibrovasküler bir granülasyon dokusuyla dolar. Granülasyon doku içinde artan kollajen sentezi, yavaş yavaş fibröz skarlarla sonuçlanır. Deneysel olarak bu sürecin 10 hafta sürdüğü gösterilmiştir. Tamamen normale dönmesi birkaç ayı gerektirir (43).

Menisküs lezyonlarının iyileşebilme yeteneği; periferik menisküs yırtıklarının onarımı için temel olmuştur. Periferik lezyonların onarım sonrası postoperatif muayenelerinde, deneysel modellere benzer bir süreç izlediği gözlenmiştir (45-47).

Onarım potansiyeli, menisküslerin santral ve periferik kısımlarının vasküler dağılımı ile ilişkilidir. Bunlar yırtığın lokalizasyonuna göre sınıflandırılırlar. “Kırmızı-kırmızı” diye adlandırılan lezyonda; periferik kapsül ayrılma vardır, fonksiyonel kan dağılımına sahip olması nedeniyle iyileşme potansiyeli iyidir. “Kırmızı-beyaz” lezyonda; yırtık periferik vasküler zondan geçer. Lezyonun santral yüzü, fonksiyonel damarlardan yoksun olmasına karşın aktif, periferik kan dağılımına sahiptir, genellikle iyi iyileşme prognozuna sahiptir. “Beyaz-beyaz” lezyonda; yırtık tamamen avasküler zondadır, kan dağılımı yoktur ve teorik olarak iyileşmezler. DeHaven ve Stone (48) vasküler çevrenin 3 mm içinde meniskal tamirin gerçekleştiğini öne sürmüştür.

## **Menisküs Lezyonlarında Yaralanma Mekanizması**

Menisküs yaralanmaları, ayak tabanı sabit bir biçimde yere basarken, alt ekstremitenin zorlu rotasyonu ile meydana gelir ve genellikle 24-48 saat içerisinde effüzyon gelişir (1).

Oluşum nedenlerine göre menisküs yırtıkları;

#### A) Direkt travma sonucu oluşan yırtıklar

1. Dize lateral veya medialden gelen direkt travmalar sonucu tek veya iki taraflı yırtıklar oluşur.

2. Dize lateralden gelen streslerle oluşan kırıklı çıkıklarda; genellikle medial meniskus, medial kollateral ligament ve ön çapraz bağ (ÖÇB) yırtığı oluşur.

B) Dizin fleksiyon ve ekstansiyon sırasındaki rotasyonları ile oluşan yırtıkları “screw-home-movement” mekanizması; fleksiyonun ilk 20°’sinde kruris iç rotasyona yönelir ve 90° fleksiyonda 15-20°’ye ulaşır. Bu sırada yük medial meniskusa biner. Kruris sabit kalır, iç rotasyon zorlaması artarsa medial meniskus longitudinal olarak yırtılır (49).

#### C) Dejeneratif eklem hastalığına sekonder oluşan yırtıklar

#### D) Bağ lezyonlarına sekonder oluşanlar

#### E) Konjenital malformasyonlarla birlikte görülen yırtıklar

### **Menisküs Yırtıklarının Sınıflaması**

Meniskus lezyonlarının patolojik anatomisini tanımlama ve sınıflamaya yönelik çalışmalar incelendiğinde, artroskopik cerrahi yapılan birçok merkezde farklı tanım ve sınıflamaların kullanıldığı görülür (50).

Meniskus yırtıkları; yırtığın yönüne göre başlıca 3 gruba ayrılır, bir de belirgin bir şekli, tek bir yönü olmayan dördüncü bir grup vardır.

#### 1. Longitudinal çevresel yırtıklar

#### 2. Horizontal komponenti baskın olan yırtıklar

#### 3. Transvers komponenti baskın olan yırtıklar

4. Kompleks veya dejeneratif yırtıklar. Burada menisküste rölatif olarak homojen dejenerasyon veya multipl yırtık planları vardır.

**1.Longitudinal:** Bu yırtıklar ÖÇB lezyonlu genç hastalarda daha sıktır, lateral ve medial meniskusta görülebilir de, sıklıkla medialdedir. Bu yırtık tipinde eklem yüzeyinin dejenerasyon olasılığı azdır. Travmanın şiddeti fazladır. Kova sapı yırtıklar (bucket handle yırtıklar) longitudinal yırtıklardır. Periferik segmenti kova, yırtık iç kısmı ise kovanın sapıdır. Bu parça deplase olabilir ve dizde kilitlenmelere yol açar.

**2.Horizontal:** Bu yırtık daha ileri yaş grubunda görülür. Eklem yüzeyinin dejenerasyon olasılığı fazladır. ÖÇB lezyonu insidansı azdır. Bu da travma şiddetinin düşük olduğunu gösterir. Bu yırtık tipi sıklıkla medial menisküstedir. Papağan gagası yırtıklar horizontal yırtıkların bir formu gibi kabul edilirler. Ancak horizontal yırtıklar daha çok yaşlılarda görülmesine rağmen, papağan gagası yırtıklar gençlerde de görülebilir

**3.Transvers:** Medial menisküsün transvers yırtıkları, posterior 1/3 kısmında olma eğilimindedir. Horizontal yırtıkta olduğu gibi, dejeneratif bir orijin ve yaşça büyük gruplarda izlenir. Eklem yüzeyi dejenerasyon insidansı fazladır. ÖÇB lezyonu insidansı azdır.

Lateral menisküsün tranvers yırtıkları, ayrı bir grupta yer alır. Smillie bu yırtıkların, lateral menisküs orta 1/3'ündeki horizontal yırtıktan veya lateral menisküsün, lateral meniskal bir kiste bağlı olarak, periferik gerilmesinden oluştuğunu ileri sürmüştür (51). ÖÇB lezyonu ve eklem yüzey hasarı azdır. Daha çok orta yaş grubunda görülür.

**4.Kompleks/Dejeneratif:** Beklenildiği gibi bu yırtık tipi rölatif olarak daha ileri yaşlarda görülür. Eklem yüzeyi patolojisi daha sıktır, ÖÇB lezyonu insidansı daha düşüktür.

**5.Flap (oblik) yırtık:** Yukarıda tanımlanan 3 ana gruptan herhangi birine sekonder olarak gelişebilir. Flap yırtık menisküs yatay düzlemi boyunca, eğimli yerleşen ve menisküs üst veya alt kenarda ayrılma yapan yırtıklardır (52).

Menisküsün posterior boynuzundan kaynaklanan horizontal yırtığın inferior yaprağının arkaya ve dışarıya doğru ayrılmasıyla tabanı anteriorda olan bir flap

oluşması siktir. Smillie bu yırtığı, horizontal yırtığın en sık görülen sonucu olarak tanımlamıştır (51).

### **Menisküs Yırtıklarında Fizik İnceleme Teknikleri ve Bulgular**

Menisküs yapısında duyu sınırları sonlanmaları olmadığından klinik belirtiler, eklem kapsülüne yakın yerdeki yırtıklarda, irritasyona bağlı olarak ya da yırtık menisküs parçasının eklem hareketine mekanik bir engel oluşturması sonucunda ortaya çıkmaktadır. Özellikle travmayı izleyen erken dönemde, ligament zorlanmaları ve eklemden effüzyon gibi diz içi patolojilerinin varlığı yeterli klinik incelemeyi engelleyebilmektedir. Bu nedenle hastadan alınacak dikkatli öykü, ön tanıda büyük önem taşır.

Hasta, dizi fleksiyondayken yaptığı ani dönme hareketini takiben, dizi içinde şiddetli bir ağrı olduğunu ve “birşeyin yırtıldığını” hissettiğini ifade eder.

Öykü alınırken hastanın hangi hareketi yaptığında, şikayetinin başladığı, araştırılmalıdır. Hastalardan her zaman ciddi bir travma öyküsü alınmayabilir. Basit bir çömelme hareketi, burkulma ya da yatakta dönme hareketi gibi durumlarda da menisküs yırtıkları oluşabilir. Dejeneratif menisküs lezyonları bulunan bir kişide yataktaki dönme hareketinden sonra klinik belirtiler ortaya çıkabilmektedir (1).

### **Boşalma duygusu (Giving-way)**

Normal yürüyüşü sırasında dizinde güvensizlik; boşalma duygusu tanımlayan kişide menisküs posterior segmentinde longitudinal ya da horizontal bir yırtık düşünülmelidir.

Eski krusiyat ligament yırtığı, kuadriseps yetmezliği ya da tam ekstansiyon kaybına bağlı olan boşalma duygusu “basamak inerken ve yüksekte atlamada belirginleşmektedir. Menisküs yırtığı durumlarında ise bu duygu ani dönme hareketleri sırasında ya da bozuk zeminde yürütme anında ortaya çıkar. Hasta boşalma hissini “dizimin içinde birşeyler kayıyor” şeklinde ifade eder.

### **Diz ekleminde effüzyon**

Diz ekleminde effüzyon travmayı takiben akut olarak gelişmişse, büyük olasılıkla ligament yaralanmasına, sinovyal yırtığa veya osteokondral kırığa bağlı olarak gelişen hemorajiyi düşündürmelidir. Travmadan 6-12 saat sonra yavaş gelişen eklem şişliği, ekleminde irritasyona yol açan minör ligament yaralanmasını veya menisküs yırtığını akla getirmelidir. Menisküs lezyonunda effüzyon, yırtık menisküsün ekleminde yaptığı mekanik engel ve sinovyal irritasyona bağlı gelişen “hidrartroz” şeklinde olmaktadır. Medial menisküsün periferik yapışmalarının güçlü olması nedeniyle, ekleminde sıvı toplanması medial menisküs lezyonlarında lateral menisküs yaralanmalarına oranla daha fazla gelişmektedir.

### **Diz ekleminde kilitlenme**

Diz ekleminde gerçek kilitlenmenin gelişmesi için menisküsteki longitudinal yırtığın anteriora kadar uzaması gerekmektedir. Kilitlenme, kaza sırasında ani olarak gelişebileceği gibi daha sonra yavaş bir şekilde de gelişebilmektedir. Yırılmadan kısa bir zaman sonra, yırtık bölgenin elastitesini kaybetmesi ve yırtığın tekrarlayan zorlamalarla uzaması sonucunda santral parça eklem içinde kalarak kilitlenmeye neden olur.

Tanıda hastanın vereceği kilitlenme öyküsü güvenilir olmayabilir. Gerçek kilitlenme, ani gelişmektedir ve diz 10°-40° fleksiyondadır. Bu durumda ani olarak açılmaktadır. Oysa ekstansiyonun yavaş yavaş engellenmesi ve aynı şekilde normale dönmesi çoğu kez, hemartroz, hidrartroz, infrapatellar yağ dokusunda hipertrofi, kırık, loose body ve gergin popliteal kist gibi nedenlere bağlı olmaktadır. Rotasyon sonucu kapsül ve ligamentlerde oluşan yırtıklar kanama ve kas spazmına neden olarak dizin fleksiyon ve ekstansiyon hareketlerini engelleyebilmektedir.

Dizin uzun süre fleksiyonda kalması sonucu gelişen posterior kapsül kontraktürü ise kilitlenme ile karıştırılmamalıdır.

### **Kuadriseps atrofi**

Vastus medialis adalesi, dizin anahtarı olarak tanımlanmaktadır. İlk adale kuvvetsizliği ve atrofi bulguları kuadrisepsin medial kısmında gelişir. Kuadriseps



adalesindeki hacim ve tonus kaybının araştırılması en iyi, ölçme yöntemi ile belirlenir.

### **Duyarlılığın lokalizasyonu**

Diz eklem çizgisinde hassasiyet ve effüzyon meniskal lezyonlar ile birlikte dir.

Anterior cruciat ligamenti (ACL) hasarlı olmayanlarda diz eklem çizgisi hassasiyeti, meniskal yırtık tanısı için %77 doğruluktur.

Fizik incelemede araştırılan duyarlılık, meniskus cisminin yaranmasından kaynaklanan primer bir bulgu değildir. Bu bulgu meniskusun cilt altı dokusu, kapsül ve sinovyal yapışmalarındaki kanamaya bağılı olarak ortaya çıkmaktadır.

Doku yakınlığı ve mekanoreseptör dağılımına ilişkin bilgilere göre, periferal menisküs yırtıkları palpasyon ile daha kolay tanımlanabilir (30).

### **Menisküs Testleri**

Menisküs lezyonlarının teşhisinde, geniş bir muayene yaranma hikayesini, bölgesel palpasyonu ve seçilmiş özel testleri içermelidir (53).

#### **1. Hiperfleksiyon ve hiperekstansiyon;**

Maksimum ekstansiyonda menisküslerin anterior boynuzu tibia ve femur arasında sıkışır. Eğer anterior boynuzda lezyon varsa hasta maksimum ekstansiyonda ağrı duyar. Bunun tam tersi maksimum fleksiyonda ağrının varlığı posterior boynuz lezyonlarında olur (54).

#### **2. Apley testi;**

Apley testi diğer menisküs testleri arasında ligaman yaranmaları ile menisküs lezyonlarını birbirinden ayırabilen tek testtir. Hasta yüz üstü yatarken kalça ekstansiyona, diz fleksiyona getirilir. Uyluk masaya elle tesbit edilir ve diğer elle hastanın ayağı aşağıya doğru tibia rotasyona getirilerek değişik fleksiyon derecelerinde bastırılır. Bu sırada ağrı olması menisküs lezyonunu düşündürür. Apley testinde kompresyondan sonra distraksiyon yapılır, bu sırada ağrı olması ligaman lezyonunu akla getirir (55-57).

### 3. McMurray testi;

Hasta sırt üstü yatarken kalça ve diz fleksiyona getirilir. Muayene edenin bir eli eklem aralığında iken diğer eli ise ayağı kavrar. Medial menisküs için tibia dış rotasyona getirilirken diz maksimum fleksiyondan yavaşça ekstansiyona getirilir. Femur yırtık menisküs üzerinde kayarken, eklem aralığı üzerinde takılma palpe edilebilir veya klik duyulabilir. Lateral menisküs için iç rotasyona getirilerek aynı işlem tekrarlanır. Bu test ile yırtığın yeri de tesbit edilebilir. Maksimum fleksiyonda alınan klik posterior menisküs lezyonuna işaret eder. Aynı klik 90 derece fleksiyonda alınırsa menisküsün merkezinde bir lezyonu düşündürür (56).

4. Steinmann testi. Hasta muayene masasında bacakları boşlukta sallanacak şekilde oturtulur. Bu pozisyonda ayaktan tutularak iç ve dış rotasyon yaptırılır. Test sırasında eklem çizgisinde ağrı duyusu alınması menisküs lezyonu için olumlu bir bulguyu oluşturmaktadır.

### **Menisküs Lezyonlarında Görüntüleme Yöntemleri**

Konvansiyonel radyografi, kırık, osteokondral yaralanma veya intraartiküler loose body ihtimalini elimine edebilir.

Diz eklem artrografisi, yapının yeteneği ve tecrübesine bağlı olarak zayıf tanısal doğruluk oranları ile meniskal lezyon tanısında invaziv bir yöntemdir.

Magnetik rezonans görüntüleme (MRG) meniskal yırtık tanısı için %90-98 doğruluk oranları ile tercih edilen radyografik prosedür olmuştur, fakat artrografi ve konvansiyonel radyografiye göre pahalıdır (30).

### **Menisküs Yaralanmasının MRG ile Derecelendirilmesi**

Menisküs yaralanması şiddetine göre 4 grade olarak değerlendirilmektedir.

Grade 1: Konturları sağlamdır. MRG'de T1 A'da intrameniskal lokal veya globuler intensite artışı vardır.

Grade 2: MRG'de periferik kadar dayanan, fakat yüzeyde yaralanma yapmayan daha yaygın ve horizontal uzanımlı intensite artışı vardır

Grade 3: Yırtık menisküsün en az bir kenarını içine alır ve kenar bütünlüğü bozulur Grd 3A da lineer yırtık, Grd 3B’de düzensiz yırtık vardır.

Grade 4: Menisküs birden fazla yırtık ile parçalanmıştır. Bazen parçalanma ileri düzeyde olur ve yırtık sınırları net görülmeyebilir (52).

### **MENİSKÜS LEZYONLARINDA TEDAVİ**

Menisküs lezyonlarında tedavi yaralanmanın ciddiyetine ve eşlik eden başka zedelenmelerin varlığına göre değişkenlik gösterir. Dizde kilitlenme yok ise, ağrının kontrol altına alınması ve effüzyonun giderilmesi için bir süre gözlem periyodu, en uygun tedavinin uygulanmasında yardımcı olacaktır. 2 ile 3 gün sonra eşlik eden ligamentöz yaralanmalar varsa ve ağrıya tahammül edilemiyorsa, artroskopi planlanmalıdır. Ödem gerilediği ve hastanın tam eklem hareketini ve kuvvetini kazandığı durumlarda cerrahi olmayan yaklaşım başarılı olacaktır (1).

Cerrahi olmayan yöntemlerle tedavi edilen hastalar için rehabilitasyon, ödem ve ağrının giderilmesi, hamstring ve iliotibial band güçlendirme egzersizleri ve kısa kavisli (short-arc) aktivitelerinden oluşur (1).

### **ARTROSKOPİK MENİSEKTOMİ**

Artroskopi eklem içindeki bir problemin teşhisi ve tedavisi için endoskopik bir araçla uygulanan ameliyat tekniğidir. Bu amaçla kullanılan cihazlara artroskop denir. İşlem büyük kesiler yapılmadan ve eklem açılmadan küçük birkaç delikten yapılır (58).

Meniskal eksizyonlar, çıkarılan doku miktarına göre 3’e ayrılmıştır (59):

- 1- Parsiyel menisektomi
- 2- Subtotal menisektomi
- 3- Total menisektomi

Cerrah, cerrahi tekniği seçmeden önce hastanın yaşı, sağlığı, hayat stili, major cerrahi isteği ve meniskal yırtığın tipi ve yerini düşünmelidir (60-62).

## ARTROSKOPİK MENİSEKTOMİ SONRASI REHABİLİTASYON

Artroskopik menisektomi sonrası gözlemlenen fizyoterapi, ortopedistler tarafından sıklıkla ihmal edilir, çünkü hastalar spesifik postoperatif tedavi gerektirmeden hızla fonksiyonel otonomilerini kazanırlar (13).

Postoperatif rehabilitasyona önem verilmemesinin nedenleri: Artroskopik menisektomi yapılan hastalar genellikle ayaktan hastalardır, hafif postoperatif ağrı ve effüzyonları olur, az veya hiç medikasyon almazlar ve nadiren postoperatif komplikasyon geliştirirler (63-72), genellikle 1 hafta içinde yardımcı cihaz olmadan yürüyebilirler (7,63-69,71,73-77) ve işlerinin fiziksel ihtiyaçlarına bağlı olarak birkaç gün ile 6 haftada işe dönerler (7,63,74,76,77). Sonuç olarak, semptom veya limitasyon olmadan hastaların %29-62'si aynı spor aktivitelerine dönerler (65,66,77). Ancak menisektomi sonrası 4 haftada hala yürüme, merdiven çıkma-inme gibi submaksimal lokomotor aktivitelerde bacak hareketleri ve kasta anormallikler gözlenir. Cerrahi sonrası 8 haftada hareketler ve diz ekstansör kas aktivasyonları normal değerlere benzer olmasına rağmen, hastalar hala merdivenleri yavaş iner ve yürürler, bu da lokomotor geri dönüşün tam olarak sağlanmadığını gösterir (6). Ayrıca postmenisektomi 3. haftada güç değerlendirmeleri, diz ekstansör kas gücünde %20-40 (65,68), diz fleksör kaslarında %20'ye kadar (65) rezidüel defisit olduğunu göstermiştir. Flap meniskal yırtıklar diğer yırtıklardan daha fazla ekstansör güç kaybına neden olmaktadır. Menisektomi sonrası özellikle flap yırtığı olanlar, fiziksel güç gerektiren işlere döndüklerinde daha yüksek yeniden yaralanma riskine sahiptirler (13).

Artroskopik meniskal cerrahiyi takiben postoperatif rehabilitasyonun hedefleri, semptomları gidermek, fonksiyonu düzeltmek ve daha ileri yaralanmayı önlemektir (9). Standart protokol olmamasına rağmen postoperatif rehabilitasyonda genellikle progresif fazik yaklaşım izlenir (10).

Diz cerrahisini takiben rehabilitasyon 4 faza ayrılabilir:(11)

**Faz I:** Hemen postoperatif periyod, genellikle artroskopiye takiben 3-5 gün sürer.

Taze insizyon, intra ve ekstraartiküler yumuşak doku kanaması ve şişlik, ağrı ve kas inhibisyonu ile karakterizedir.

Vazokonstrüksiyon ve ağrı azalması için buz uygulanmalıdır.

Bu fazda rehabilitasyon, izometrik kuadriseps ve hamstring egzersizleri ve düz bacak kaldırma egzersizini içerir.

Ambulasyon genellikle eksternal yardım gerektirir çünkü diz uygun kas kontrolü ve eklem hareket açıklığından yoksundur. Tolere edebildiği kadar yük taşımaya izin verilir. Yumuşak doku şişliği ve ağrı düzeline, refleks kas inhibisyonu azalır ve hasta daha iyi bacak kontrolü kazanır.

**Faz II:** Erken iyileşme fazına ilerleme genellikle artroskopi sonrası 5-14 günde olur. Azalmış ağrı, persistan effüzyon ve 90°'ye kadar eklem hareketi ile karakterizedir. Soğuk uygulama hala yararlıdır.

Bu fazdaki egzersizler: izometrik kuadriseps setting, düz bacak kaldırma, aktif eklem hareket açıklığı, 90° hareket açıklığı doğrultusunda rezistif aktif hamstring egzersizlerini içerir.

Kas tonusunu sağlamak için elektriksel kas stimülasyonu ile submaksimal izometrik kas kontraksiyonu uygulanabilir.

Eksternal destek ile veya olmadan tolere edebildiği ağırlık kadar basabilir.

Patellofemoral eklemden yüksek güçler oluşturacağından bu fazda, diz fleksiyondayken progresif rezistif kuadriseps egzersizleri yapılmamalıdır. Cerrahi nedeniyle mekanikleri değişen eklem üzerine binen bu güçler, dizi daha kolaylıkla sekonder kondromalazi patella gelişir duruma getirebilir.

Hasta bu egzersizleri yeterli şekilde yapabildiğinde, tam yük taşıyarak ambule olabilir ve 120° diz fleksiyonu yapabilir ve sonraki faza geçişi güvenlidir.

**Faz III:** Geç iyileşme fazında ağrı ortadan kalkar, fakat hala rezidüel güçsüzlük vardır. Bu genellikle artroskopi sonrası 2.-3. haftalarda olur.

Başlangıçta az effüzyon ve tam diz fleksiyonu eksikliği olabilir.

Bu faz boyunca hasta fonksiyonel aktivitesini artırır.

Hafif ağırlıklarla fleksiyon-ekstansiyonda progresif rezistif egzersizler ile 180°/sn yüksek hız izokinetik egzersizler başlanabilir.

Hastanın bisiklet sürmesi ve yüzmesine izin verilir.

Bu faz boyunca ağrı ve rahatsızlığın izin verdiği maksimal ölçüde izometrik elektriksel kas stimülasyonu yapılması yararlı olabilir.

**Faz IV:** Artroskopi sonrası 3.-5. haftalarda spor ve diğer yaralanma öncesi aktivitelere dönmek için kondüsyonu içeren rehabilitasyonun son evresine geçilir. Bu fazda diz tam eklem hareket açıklığına sahip olmalı ve effüzyon olmamalıdır. Değişen derecelerde kas güçsüzlüğü ise devam eder.

Tüm hızlarda izokinetik egzersizler ve gözetim altında ağırlık eğitimi gerçekleştirilir.

Spora geri dönüş kriterleri: dizde tam eklem hareket açıklığı, effüzyon olmaması, tam kas gücü ve koordinasyon olmasıdır.

Ağrı veya effüzyon oluşursa, spesifik rehabilitasyon kriterleri sağlanana kadar faz III'e geçilir.

Fazlar için verilen zamanlar tahminidir ve değişiklikler vardır. Gerekli zamanı etkileyen faktörler: intraartiküler patolojinin yaygınlığı ve doğası, eşlik eden bulgular (dejeneratif değişiklikler ve laksite), yaş ve aktivite düzeyidir.

Genellikle ne kadar çok yumuşak doku diseksiyonu, özellikle kapsüler doku insizyon ve tamiri yapılırsa postoperatif o kadar çok hemartroz ve kas inhibisyonu olur. Diz eklemının sıvı ile distansiyonu, kuadriseps kontraksiyonunu refleks olarak inhibe edebilir (11). Nöroreseptörler kapsüler gerilimdeki değişikliğe cevap verir ve kuadriseps kasını inerve eden alt motor nöronları inhibe eden afferent yolu oluşturur.

Artroskopik menisektomi, konvansiyonel artrotomide kullanılan insizyondan daha küçük bir alanda gerçekleştirilir. Bu da kapsül, sinovyum ve periartiküler yapılarda daha az hasarla sonuçlanır. Postoperatif olarak eklemde biriken kan azdır

ve cerrahi sonrası 3-4 günde çözülür. Artroskopi sonrası hemartroz aspirasyon gerektirecek kadar çok değildir (11). Minimal yumuşak doku travması ve daha az postoperatif effüzyon kuadriseps kası inhibisyonunu azaltır ve kas fonksiyonunun daha hızlı geri dönüşünü başlatır, böylece eklem hareket açıklığı, progresif rezistif egzersizler ve izokinetik egzersizlerin daha hızlı başlamasına izin verir (faz III) (11). Prietto ve arkadaşları (78), izokinetik dinamometre kullanarak açık ve artroskopik menisektomi öncesi ve sonrası diz ekstansörlerinin güç-hız ilişkisini araştırdıkları çalışmalarında; cerrahi sonrası 3 haftada açık artrotomi grubunun 2 kat defisit gösterdiğini buldular. Bu defisit daha uzun sürdüğünü, artroskopik menisektomi grubundaki hastaların eksternal cihaz kullanmadan yürüdüğünü ve cerrahiden sonraki gün minimal effüzyonlarının olduğunu, açık menisektomi grubunda ise daha çok ve uzamış effüzyon olup, 7-10 gün tam yük verilemediğini bildirdiler.

Menisektomi sırasında eklem kıkırdağındaki dejeneratif değişikliklerin, cerrahi sonrası uzun dönem sonuçları olumsuz etkilediğine dikkat çekilmiştir (79). Dejeneratif değişiklikleri olan dizleri cerrahi sonrası rehabilite etmek daha çok zaman almaktadır (11).

## **EGZERSİZ**

1.Eklem hareket açıklığı egzersizleri: Rehabilitasyon işleminde erken aktif egzersiz, azalmış iyileşme zamanı (80), artmış yapısal güç ve ligamentlerin sertliği (81), tendonlarda artmış kollajen sentezi (82), eklem kıkırdağında artmış proteoglikan içeriği ve kemik dokunun periostal ekspansiyonu için gereklidir.

2.Germe egzersizleri

3.Güçlendirme egzersizleri:

a. İzometrik egzersizler: Kasılma olduğu halde, kasın boyunun değişmediği ve eklem hareketi olmaksızın yapılan statik bir egzersizdir. Fiziksel olarak bir iş yapılmış olmaz. Ancak kas içinde bir gerilim ve kuvvet oluştuğu için enerji harcanır. İzometrik egzersizler sabit bir dirence karşı ya da statik ve sabit bir pozisyonda ağırlık tutarak yapılır (83-85).

b. İzotonik egzersizler: Eklem hareket açıklığı (EHA) boyunca kasın boyu uzarken (eksantrik) ya da kısalırken (konsantrik) sabit direnç uygulanarak yapılan dinamik bir egzersizdir (84-86).

c. İzokinetik Egzersizler: Mekanik bir cihazla, kas kasılma hızının kontrol edildiği bir egzersiz türüdür. Bu dinamik egzersiz, EHA boyunca değişken dirence karşı yapılır. Açısal hareketin hızı değişmez (84-86).

## **NÖROMÜSKÜLER ELEKTRİKSEL STİMÜLASYON (NMES)**

Elektrik akımının etkilerinden tedavi amacıyla yararlanılmasına elektroterapi denir (87).

Elektriksel uyarılardan en fazla etkilenen dokular, sinirler, reseptörler ve iskelet kaslarıdır. Elektriksel uyarı, uyarılabilir membranları doğrudan etkiler ve elektriğin tedavi edici etkisi ortaya çıkar. Bu etkiler şunlardır (87,88):

1. Hücre düzeyinde: Periferik sinirlerin ve kas liflerinin uyarılması sonucu diğer hücrelerin membran potansiyellerinde ve formasyonlarında değişiklik ile enzimatik aktivite ve protein sentezinde değişiklikler olur.

2. Doku düzeyinde: Kas kontraksiyonu ile kas kuvvetinin, venöz ve lenfatik dolaşımın artması, doku rejenerasyonunun hızlanmasına sebep olur.

Bu akımlar çeşitli şekillerde sınıflandırılabilir (87).

**Tablo-1:** Akımların sınıflandırılması

	Frekans	Tedavide kullanılan frekans
Doğru akım(galvanik akım)	0	0
Alçak frekanslı akımlar	1-1000 Hz	1-100 Hz
Orta frekanslı akımlar	1000-10000	3000-4000 Hz
Yüksek frekanslı akımlar	1 MHz ve üzeri	27 MHz, 433MHz vb



### **Elektriksel Stimülasyon Parametreleri:**

1. Akımın dalga şekli: Dalga şekillerine göre akımlar üçe ayrılmaktadır (**braddom es**);

a. Doğru akım (Galvanik akım)

b. Değişken (Alternatif) akım

c. Darbeli (pulse) akım

Kas ve sinirleri uyaraabilen alçak frekanslı akımların en önemlileri Faradi akım, Galvanik akım, Galvani-Faradi birleşik akımlar, sinüzoidal akımlar, eksponansiyel akımlar ve TENS'dir (88).

Uyarıcı akımların önemli öğeleri, akım şiddeti (amplitüd), akımın çıkış ve iniş kanadının dikliği, süresi ve impuls süresi, impulslar arasındaki süre (interval) ve her ikisinin toplamı olan perioddur.

Farklı dalga formlarının ve uyarı parametrelerinin hasta konforu, kontraksiyon kuvveti, güçlendirme ve yorgunluk üzerindeki etkilerini araştırmak amacıyla bir çok çalışma yapılmıştır. Hem patlayıcı-modüle edilmiş alternatif akım hem de asimetrik bifazik pulse akım en güçlü kontraksiyonları oluşturuyor gibi görünmektedirler. Hangi dalga formunun hasta için en konforlu olduğunu dair bir konsensus bulunmamaktadır (89).

**Rus Akımı:** 1970'lerde 2500 Hz'lik, saniyede 50 vuru şeklindeki kesikli akımların, istemli maksimum kas kontraksiyonundan daha büyük kas gücü ortaya çıkardığı saptandı (89-96).

Süre modüle alternatif akımdır. Faz süresi 200 mikrosaniye, frekansı 2500 hertz olan sinüs dalgalı alternatif akım kullanılır. Bu akım, 10 milisaniyelik paketler halinde dokuya verilir. Bu akım paketleri arasındaki süre de 10 milisaniyedir. Total akım 90-100 miliamperdir. Sporcularda ve postoperatif dönemde hastalarda kas kuvvetinin artırılması amacıyla kullanılabilir. Bir seansta 10-15 kontraksiyon yaptırılır. Maksimal istemli kasılmanın %50'sini sağlayan amplitüdde kasılma

yaptırılır. Kas yorgunluğunu önlemek için dinlenme süresi kasılma süresinin üç katı olmalıdır (97).

Bu akım 50 Hz'lik kısa süreli Faradik tip akımlara benzer. Teorik olarak bu akım bütün motor ünitelerin senkron kasılmasını sağlamaktadır. Kasta daha güçlü bir kontraksiyon ve buna bağlı daha fazla bir hipertrofi sağlar. Dr.Kots, kontraksiyona katılan motor ünite sayısı daha fazla olduğu için ortaya çıkan kas kasılmasının istemli kasılmadan daha fazla olduğunu ileri sürmüştür (98).

2.Uyarının frekansı

3.Uyarının süresi

4.Uyarının amplitüdü

5.Uyarının Döngüsü (Duty Cycle)

### **Elektrik akımı ile dokuların uyarılmasının amaçları:**

1. Analjezik etki:

Elektrik akımları eskiden beri hangi mekanizma ile olduğu bilinmeksizin, anaijezik etkisi nedeniyle ağrı tedavisinde kullanılmıştır. Kapı-kontrol teorisi ile bu etki bilimsel bir temele oturmuştur (87,88,99).

2. Kas kontraksiyonu

Elektriksel uyarıların diğer etkisi kas kontraksiyonudur. Bazı akımlar sinir impulsunu taklit ederek normal ve denerve kasta kontraksiyon oluştururlar. Normal kasta yeterli şiddette akım, sinir yoluyla yani aksonun nörolemmasını uyararak kontraksiyon oluşturur. Denerve kaslarda ise, ancak uygun elektriksel akımlar ile kas lifinin sarkolemması uyarılarak kontraksiyon sağlanabilir (88,99).

### **Nöromuskuler Elektrik Stimülasyonunun Kullanım Alanları:**

1. Kas Kuvvetlendirilmesi (89,100),

2. Kas atrofisi ve dejenerasyonun önlenmesi (100-102),

3. Eklem hareket açıklığının korunması veya artırılması (103),
4. Spastisite (89,104,105),
5. Motor fasilitasyon ve re-edükasyon
6. Ortotik substitüsyon (106).

### **Nöromuskuler Elektriksel Stimülasyonun Fizyolojik Etkileri (89)**

#### **Elektriksel Stimülasyona Kas Liflerinin Yanıtı:**

Normal, hızlı kasılan iskelet kasının elektriksel stimülasyonu, bir dizi olaylar zinciri sonucunda hızlı kasılan tipIIb liflerine yavaş kasılan tipI lif özelliklerini kazandıran bir dönüşüme neden olur.

İstemli kontraksiyonda tip I kas liflerini inerve eden daha küçük motor nöronlar, tip II liflerini inerve eden daha büyük motor nöronlardan daha önce aktive olurlar. NMES ile daha çok oranda tip II lifleri uyarılırlar. İstemli kontraksiyon boyunca asenkronize depolarizasyon olurken, NMES ile senkronize depolarizasyon meydana gelir (107).

Stimülasyonu takip eden 3 hafta içinde tropomiyozin, hızlı tipten yavaş tipe değişir. Lif tipinin değişimi stimülasyonun başlangıcından 8 hafta sonra tamamlanır. Yeni oluşan bu tipI lifi fonksiyonel olarak yorgunluğa karşı yüksek dirence sahip olmakla birlikte düşük maksimum kasılma hızına sahiptir.

Elektriksel stimülasyonun devam etmemesi halinde kas lifi, stimülasyon öncesi durumuna dönmeye başlar. Hızlı kasılan lif, 6 hafta içinde, maksimum kasılma hızındaki değişimin de dahil olduğu eski kasılma özelliklerini tekrar kazanır. 12 haftaya kadar anaerobik metabolik yola dönüş gözlenir. Geri dönüşümde, en son kapiller yoğunluk değişimleri gerçekleşir ve bu değişimler aylarca sürebilir.

Hastalarda elektriksel stimülasyonun ağrı azaltıcı etkisi de vardır. Omura bu etkiyi iki şekilde açıklamaktadır. Mikrosirkülasyondaki düzelmeye bağlı olarak ağrı azalır. Ayrıca kalın çaplı duyu siniri liflerinin stimülasyonu ile anlamlı kas kasılması olmaksızın TENS'e benzer etki meydana getirir. Böylece kas stimülasyonu yanında

yerel P maddesi azalması, yerel seratoninde artma ve L-triptofanda azalma ile ağrıda azalma meydana gelir (70,108,109).

### **Normal Kasın Elektriksel Stimülasyonu**

Kas-iskelet sistemindeki nöromüsküler, ortopedik, travmatik, romatolojik ve dejeneratif olaylara bağlı olarak gelişen, uzun süreli immobilizasyon, yanlış ve dengesiz kas kullanımı gibi nedenler, kasların biyomekanik ve fizyolojik fonksiyonlarını etkileyerek sinirsel bağlantısı normal olan kaslarda da atrofi ve kuvvet azalmasına yol açar, dayanıklılık ve performansını azaltır.

Bu durumlarda atrofilerin önlenmesi ve kasların kuvvetlendirilmesi amacıyla değişik egzersiz ve stimülasyon yöntemlerinden yararlanılmaktadır.

Histokimyasal olarak hızlı kasılan iskelet kaslarına, sürekli ve düşük frekanslı elektriksel stimülasyon uygulamasını takiben kas liflerinin, hızlı kasılan Tip II b'den yavaş kasılan Tip I'e dönüştüğü görülmektedir.

Elektriksel stimülasyonla kasların aerobik ve anaerobik kapasitelerinde de değişiklik olmaktadır. Sürekli, düşük frekanslı elektriksel stimülasyon, glikozun oksidasyonu ve fosforilasyonu için gerekli enzimlerde artışa sebep olmakta, kasların glikoz tüketimi artmakta, laktik asit birikimi azalmakta ve yorgunluk gecikmektedir. Bu metabolik değişimler aynı zamanda kan akımı ve oksijen tüketimini de arttırmaktadır (89).

NMES'la kas atrofisinin önlenmesi, kas kuvveti ve dayanıklılığının artırılması yanında fonksiyonel performansta da artış sağlanabilir. Her iki kuadriseps femoris kasına uygulanan elektriksel stimülasyonla koşma zamanı ve vertikal sıçramadaki performans artırılabilir (89).

Maksimum kuvvet, tipI lif aktivasyonunun derecesine bağlıdır. NMES'in tipI liflerini arttırıcı etkisiyle submaksimal egzersiz şiddetindeki kas gücünde daha fazla artış meydana gelmektedir. Böylece NMES'in güçlendirici etkisi, kardiyovasküler hastalığı olan veya diğer sınırlayıcı nedenlerden ötürü egzersiz yapmakta zorlanan bireylere özel avantajlar sağlar (89).

NMES'in başka bir potansiyel faydası da uzamış immobilizasyona bağlı kas atrofisini önlemesidir. Ancak NMES'in faydası immobilizasyonun süresine bağlı olarak sınırlı kalmaktadır. Cerrahi sonrası 12. haftaya kadar (immobilizasyonun sonlanmasından 6 hafta sonra) egzersiz yapmayan kontrol grubu ile NMES uygulanan grup arasında anlamlı bir fark görülmemektedir. NMES'in en çok faydalı olabildiği durum, maksimum performans düzeylerine hızla geri dönmek isteyen bireylerin (örn. elit atletler) tedavisidir. Aksine, immobilizasyon sonrası fiziksel aktivitenin en üst noktasına ulaşmakta zorlanan bireylerde NMES'in çok az veya hiç faydası olmamaktadır (89).

Normal kasta NMES'in bir diğer uygulama alanı kas güçsüzlüğünün etyolojisini değerlendirmede yardımcı olarak kullanımıdır. İstemli maksimal kas kontraksiyonu sonrası kasın direkt elektriksel stimülasyonu kas kuvvetinde daha fazla bir artış sağlamazken, kas maksimal düzeyde kasılmamışsa (veya kas kuvvetinde azalmaya katkıda bulunan başka kuvvetler varsa) elektriksel stimülasyon kas kuvvetinde artışa neden olacaktır (89).

### **Elektrodlar (89)**

Elektrod seçiminde, elektriksel stimülasyon programının uygulanma amacı ve hasta için kullanım kolaylığı esas alınmaktadır. Yüzey elektrodları en sık kullanılan elektrod tipidir. Uzunlamasına yerleşimi ve geniş yüzey alanı sayesinde yüksek kontraksiyon kuvveti oluşturur. Ayrıca, geniş yüzey elektrodları hastaya daha az rahatsızlık veriyormuş gibi görünmektedir (89).

Elektrod yerleştirmede kullanılan en yaygın 2 teknik, monopolar ve bipolar tekniklerdir.

Monopolar teknikte, elektrodun biri (katod), kası inerve eden sinirin gövdesi veya motor nokta üzerine konur, diğer elektrod ise vücudun herhangi bir yerine konur. Bu teknikte elektrodlar birbirine ne kadar yakın olursa ve ekstremitenin aynı yüzünde olurlarsa, elektrik akımının etkisi o kadar yüzeyel kalır. Elektrodların göreceli boyutları akımın yayılımı ve bir noktada toplanmasını etkiler.

Bipolar teknikte elektrodlar güçlendirilmesi istenen kasın her iki ucuna yerleştirilir. Böylece akımın büyük miktarı her iki uç arasında sınırlı kalır. Kuadriseps femoris kası güçlendirilmesinde NMES uygulamalarını içeren literatürlerin çoğunda monopolar teknik kullanılmıştır, katod femoral üçgende sinir üzerine, anod ise kuadriseps femoris kası distaline yerleştirilmiştir (96,98,110-112).

İnervasyonu normal kasta her iki teknikte de sinir liflerinin uyarılmasına bağlı olarak etkili kasılma meydana gelir. Aslında inervasyonu normal olan kasta, uyarılan sinir gövdesi veya kas içindeki sinir lifleridir, çünkü bunlar elektrik stimülasyonuna karşı kas hücrelerinden daha hassastırlar, uyarılma eşikleri daha düşüktür. Ortaya çıkan kas kontraksiyonu sinir dalları veya nöromuskuler sinapstan geçen stimülasyon sonucu olur.

#### **Elektrik Stimülasyonu Kontrendikasyonları:**

Elektriksel stimülasyonun demans, bilinç bulanıklığı, düşük vücut kitlesi, kalp pili kullanımı ve ağır kalp hastalığı, ciddi hipertansiyon veya hipotansiyon, tromboz veya tromboflebit, dermatolojik hastalıklar (psöriazis, dermatit), neoplazm, enfeksiyon, tüberküloz ve hamilelikte uygulanması kontrendikedir (113).

#### **EMG-BİÖFEEDBACK**

EMG-biofeedback (EMG-B), insan vücudunda, normal ya da anormal irade dışı veya hissedilmeyen bazı fizyolojik olayların, genellikle elektronik cihazlar kullanılarak görsel, işitsel impluslar şeklinde ortaya konarak, kontrol edilmesini öğreten bir tekniktir (114). Yani, biofeedback fizyolojik olmayan feedback sistemleri oluşturularak fizyolojik olayların kontrolünü amaçlayan terapötik yaklaşımdır (115).

EMG-B esaslı, kastaki miyoelektrik sinyallerin görsel ve işitsel sinyallere dönüştürülmesine dayanır. Burada tam tamına kas kontraksiyonunun otuşturduğu kuvvet değil ancak kas kontraksiyonu ile ortaya çıkan elektrik enerjisi ölçümü yapılmaktadır. Bu elektrik enerjisi doğru orantılı olarak kas kontraksiyonu hakkında bilgi verir; ortaya çıkan ölçüm birimi de kuvvet birimi ile değil elektriksel birimle, yani volt ile ifade edilir. Değişik cihazlar hemen hemen aynı şiddetteki kas

kontraksiyonlarına değişik sonuçlar verir. Bu yüzden elektromiyografi sonuçları sadece aynı cihazın sonuçları ile mukayese edilebilir.

EMG-B cihazı çok hassas bir voltmetredir. Ölçüm yapabilmek için iki aktif elektroda ve bir referans elektroda gereksinim vardır. İkinci bir referans nokta olmaksızın voltaj ölçümü yapmak olanaksızdır (114).

Kas fonksiyonu ve periferik vazodilatasyon ve konstrüksiyonun göstergesi olan görsel ve işitsel feedback hastanın birçok ağrılı kas-iskelet sendromlarında ısrarla devam eden anormal fizyolojik durumların, istemli olarak düzenlenmesini sağlamada yardımcıdır.

Biofeedback'in etki mekanizması kesin olarak bilinmemektedir. Bu konudaki teoriler:

1. Kişinin öğrendiğini algılaması, dikkatini artırmaktadır. Homostatik kontrolün yeniden kazanılabılmesinde hastalarda strese bağlı bozuklukların etkili olduğu gösterilmektedir.

2. Motor kontrolü öğrenmede kullanılabilir "uyarı-cevap-kontrol" hipotezidir. Brenner tarafından geliştirilen bu hipoteze göre, feedback sinyali beyinde işleme konulacak bir uyarı gönderir, buna bir cevap oluşturulur ve bunu cevabın programlanması takip eder. Öğrenme sonucu kazanılan fonksiyonların korunmasında ve hareketleri tek tek yapabilmeye serebral feedback halkaları rol oynar.

Biofeedback kendi kendini düzenlemede vücut ile beyin arasında yeni bir feedback yolu olarak tanımlanmakta, bu yeni eksternal feedback yolunun normal fizyolojik feedback kanallarının bozulduğu hastalarda özel faydası olduğu söylenmektedir (116).

Brudny ve arkadaşlarına göre kasın kasılma şiddeti ve hızının nöral koduyla ilgili bilgiler normalde proprioseptif sistemden çıkmakta, feedback yollarına nöral bir ağla bağlı olan santral sinir sisteminin birçok merkezinde işlem görmekte, sonuçta sensori motor kortekse ve beyin sapı retiküler merkezine iletilmektedir. Bu sistemde bozukluk olduğunda EMG-B'in sağladığı işitsel ve görsel sinyaller eksternal

feedback yolu şeklinde proprioseptif internal feedback yolunun yerini almaktadır (117).

Croce'a aynı konu üzerinde durarak EMG-B'in öğrenme modeline ek olarak deneklere bir motivasyon fonksiyonu sağladığını ileri sürmüştür. Biofeedback ile sağlanan motivasyonun muhtemelen retiküler formasyondaki duyarlılığın artması, dolaşımdaki epinefrin seviyesinin yükselmesi ve beyin elektriksel aktivitesinin artması gibi fizyolojik olaylara da yol açtığı ileri sürülmektedir (118).

EMG-B uygulamasına bağlı herhangi bir komplikasyon bilinmemektedir (117,119, 120).

### **EMG-B'in kullanım alanları:**

Biofeedbackin uygulandığı hastalıklar listesi oldukça fazladır. Hemipleji, serebral palsi, spinal kord lezyonları, spasmotik tortikolis, yüz felci, motor konuşma bozuklukları, gerilim baş ağrısı, migren ağrısı, kronik Romatoid Artrit (RA) ağrısı, kronik bel ağrıları, periferik sinir yaralanması, fantom ağrısı, posttravmatik ağrılar, tendon transferleri, poliomiyelit, diyafragmatik solunum egzersizlerinin öğretilmesi, epilepsi, astım, ülser, fekal inkontinans, hipertansiyon, anormal kalp atışı gibi kardiovasküler bozukluklar, diz operasyonlarını ve kırıkları takiben gelişen atrofilerin giderilmesinde ve ampute rehabilitasyonunda kullanılmaktadır (117,119,120).

EMG-B çeşitli terapötik egzersizlerin daha verimli hale getirilmeleri için hekimlerin ve terapistlerin yararlanabilecekleri değerli bir araçtır. Zayıf kasları yeniden eğitmede ve hiperaktif kasları gevşetmede bu teknik, doğal olarak kognitif ve sensorimotor performansı geliştirmeyi hedef alan birçok klinik işlemlere eşlik edebilir (21).

İskelet kasları, düz kaslar, ekzokrin ve endokrin glandları gibi efektör organlardan, yeterli suni feedback sinyallerinin yardımı ile kişinin gizli kalmış nöral ve psikosomatik mekanizmalarını kontrol etmek mümkündür. EMG-B'in iki ana kullanım alanı vardır:

#### **1- İskelet kasının kontrolü**



## 2- Relaksasyon

### **EMG-B Tedavisinin Yapılışı:**

Kas reedükasyonu tedavisi şöyle yapılır: Hasta sakin bir odaya alınarak yatar veya oturur durumda iken elektrodlar vücuda yerleştirilir (121), hastanın kaslarını kasma ve istenen eklem hareketini yapmaya çalışması istenir.

Hasta kaslarının gücünü ve istenilen hareketi ne kadar yaptığını veya yapıp yapamadığını sayısal olarak gösterecek izler. Rakamlardan biri hedef seçilir ve hastadan bu sayıya ulaşacak derecede bir hareket yapması istenir. Hedefe ulaştığı anda, belirli aralıklarla sinyal sesi duyulmaya başlar. Hasta kas gücünü daha da artırabiliyorsa, gösterge bu hedefin ötesine geçer ve sinyal sesi daha sık duyulur.

Tedavi seansları ilerledikçe, eşik artırılarak sinyalin daha güçlü kasılmalarda duyulması sağlanır.

Gevşeme eğitiminde ise bunun tersi uygulanır. Elektrotlar hastaya yerleştirildiğinde mevcut kasılmadan dolayı gösterge hedefin ötesinde bir kas aktivitesi olduğunu gösterecek ve sık aralıklı bir ikaz sesi verecektir.

Hastadan, göstergenin daha düşük değerleri göstermesi ve sinyal sesinin duyulmaması için vücudunu kontrol etmesi istenir.

Tedavinin başarılı olması için şu hususlara dikkat edilmelidir.

1- Kontrol altına alınması gereken fizyolojik fonksiyon anında ve yeterli duyarlılıkta monitorize edilmelidir.

2- Fizyolojik fonksiyonun hedef seviyeye erişip erişmediği hasta tarafından kolayca takip edilmelidir.

3- Hasta, bu tedavi şekli için istekli olmalıdır (114).

## GEREÇ VE YÖNTEM

Pamukkale Üniversitesi Ortopedi ve Travmatoloji Kliniğinde 23.12.2005-6.7.2006 tarihleri arasında artroskopik parsiyel menisektomi operasyonu planlanan 40 hasta, Pamukkale Üniversitesi Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon Anabilim Dalında preoperatif olarak değerlendirilerek çalışmaya dahil edildi. 2 hasta operasyona gelmediği için, 2 hastaya da operasyonda menisektomi dışında cerrahi uygulandığı için toplam 4 hasta çalışmadan çıkarılarak, 36 hasta ile çalışmaya devam edildi.

Çalışma öncesi bilgilendirilmiş gönüllü olur formu ile hastalara çalışma hakkında bilgi verildi ve hastaların onayı alındı.

Hastaların çalışmaya katılmaya istekli, iyi iletişim kurulabilen ve yeterli motivasyona sahip olmalarına dikkat edildi.

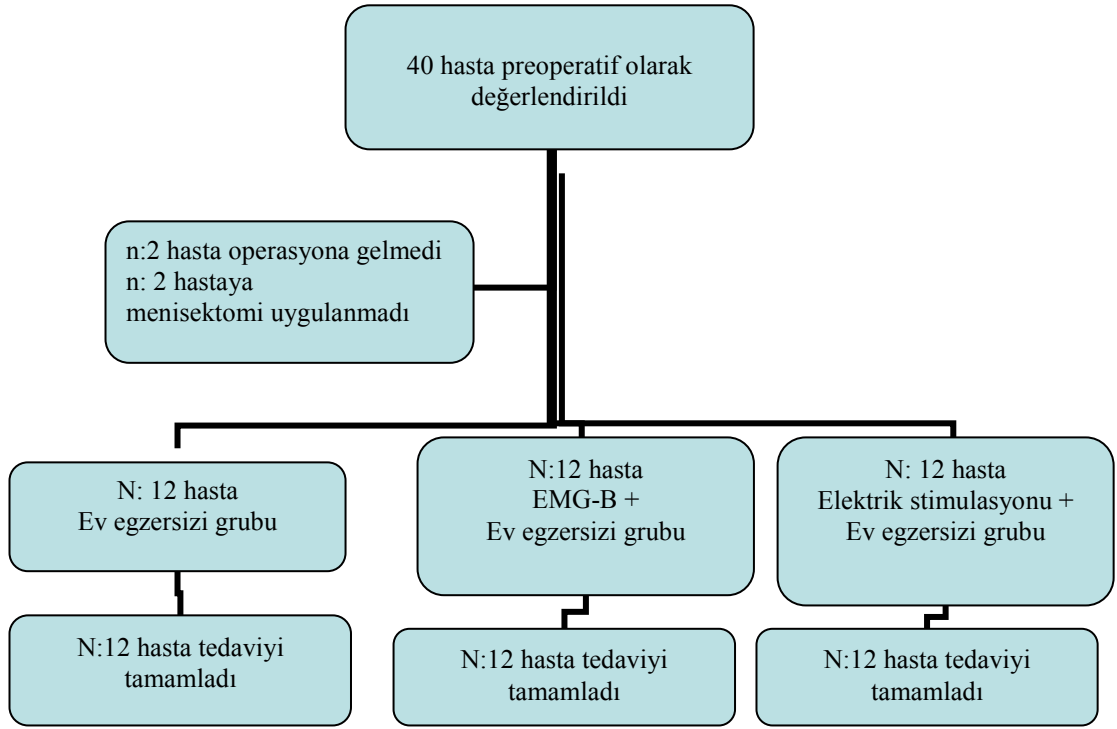
### **Çalışmadan Dışlanma Kriterleri:**

1. Alt ekstremiteleri etkileyen nörolojik hastalığın varlığı
2. Son 6 ay içerisinde aynı dizden operasyon geçirmiş olması
3. Artroskopik parsiyel menisektomi dışında ek cerrahi prosedür uygulanmış olması (örneğin ACL tamiri)
4. Opere edilen dizde geçirilmiş fraktür, enflamatuar artropati vb... bağlı deformite varlığı
5. Elektrik uyarımı için engel olan kalp pili kullanımı, ciddi kalp ritm bozukluğu ve epilepsi varlığı

Çalışmaya dahil edilen hastalar rastlantısal olarak üç gruba ayrıldı. 1. gruba (n=12) Ev egzersiz programı (Ev egzersizi grubu), 2. gruba (n=12) Kuadriseps kasına EMG-B + ev egzersiz programı (EMG-B grubu), 3. gruba (n=12) Kuadriseps kasına Elektrik stimülasyonu + ev egzersiz programı (ES grubu) uygulandı.

Çalışma prospektif, randomize, plasebo kontrollü, tek kör, klinik bir çalışma olarak planlandı.

Pamukkale Üniversitesi Tıp Fakültesi Etik Kurulundan onay alındı.



**Şekil-1:** Tedavi grupları ve hasta sayıları

I. grup hastaların 6 (%50,0)'sı kadın, 6 (%50)'sı erkekti. Minimal yaş 33, maksimum yaş 65 olup yaş ortalaması  $50.33 \pm 10.21$  yıl idi.

II. grup hastaların 8 (%66.7)'i kadın, 4 (%33.3)'ü erkekti. Minimal yaş 31, maksimum yaş 67 olup yaş ortalaması  $49.66 \pm 9.15$  yıl idi.

III. grup hastaların 7 (%58.3)'si kadın, 5 (%41.7)'i erkekti. Minimal yaş 30, maksimum yaş 57 olup yaş ortalaması  $42.66 \pm 10.04$  yıl idi.

Her üç gruba da operasyon günü egzersiz tedavisi başlandı. EMG-B grubuna ev egzersizine ek olarak, postoperatif 1. gün başlanarak 2 hafta süre ile haftada 5 gün olmak üzere toplam 10 gün EMG-B eğitimi verildi. Elektrik stimülasyonu (ES) grubuna ev egzersizine ek olarak, postoperatif 1. gün başlanarak 2 hafta süre ile haftada 5 gün olmak üzere toplam 10 gün kuadriseps kasında izometrik kasılma yapan elektrik stimülasyonu verildi.

## **Tedavi Protokolü:**

### **Egzersiz tedavisi**

Postoperatif 1. günden itibaren 1 ay süreyle yapacakları egzersizler hastalara resimli egzersiz kitapçığı (Ek) halinde her üç gruba da verildi. Uygulanan egzersiz protokolü;

Operasyon günü: Buz uygulama, dize hafif kompresyon sargısı ve kuadriseps setting, hamstring germe, düz bacak kaldırma egzersizleri.

Postoperatif 1-3. günler: Daha önce yapılan egzersizlere devam edilerek, buz uygulama, koltuk değnekleri /kanadiyen ile mobilizasyon, hafif kompresyon sargısı uygulandı. Kalça abdüksiyon-addüksiyon, diz fleksiyon-ekstansiyon ve ayak bileği pompalama egzersizleri eklendi.

Postoperatif 4-7. günler: Daha önce yapılan egzersizlere devam edilerek, iki koltuk değneğinden tek koltuk değneğine geçildi. Gastrokinemius, kuadriseps ve hamstring kaslarına germe egzersizleri eklendi.

Postoperatif 1-2. haftalar: Daha önce yapılan egzersizlere devam edilerek hamstring curl, parmak ucunda yükselme, ayakta leg curl egzersizleri eklendi.

Postoperatif 2-4. haftalar: Daha önce yapılan egzersizlere devam edilerek, yana adım atma ve ½ squat egzersizleri eklendi.

### **EMG-B eğitimi**

2. gruba kuadriseps kası izometrik kontraksiyonuna yönelik EMG-B eğitimi postoperatif 1. günden itibaren Myomed 932 (Enraf-Nonius) cihazı ile günde 1 kez, haftada 5 gün, 2 hafta süreyle verildi.

Aletin ilk kanalının 2 aktif elektrodu hasta sedyede bacaklarını uzatarak otururken vastus medialis oblikus (VMO) kası üzerinde patellanın üst ucunun 4 cm üzerine ve 3 cm mediale, ikinci kanalın aktif elektrodları vastus lateralis (VL) kası üzerinde patellanın üst kenarının 10 cm üzerine ve 6-8 cm laterale, toprak elektrodu ise aynı tarafta patellanın 2-3 cm aşağısına yerleştirildi (15).

Postoperatif 1. gün kuadriseps kası izometrik kasılma eşik değeri belirlendi. Belirlenen eşik değeri üzerinde kasılma süresi 10 saniye, istirahat süresi 20 saniye ve toplam çalışma süresi 20 dakika olmak üzere hastalardan izometrik kuadriseps kontraksiyonu yapmaları istendi. Hastalara kontraksiyonu monitörden izleyerek görsel feedback ve eşik değeri aşıldığında duyulabilecek şekilde sinyal ayarlanarak duyuşal feedback sağlandı. Her gün eşik değeri artırılarak hastalardan kuadrisepslerini daha kuvvetli kasmaları istendi. VL ve VMO kasları için ortalama ve maksimum kontraksiyon değeri değerlendirme sırasında kaydedildi.

### **Elektrik stimülasyonu tedavisi:**

3. gruba kuadriseps kasına yönelik elektrik stimülasyonu tedavisi, hastalara postoperatif 1. günden itibaren Endomed 582 cihazı ile günde 1 kez, haftada 5 gün, 2 hafta süreyle uygulandı.

Aletin bir kanalının 2 aktif elektrodu VMO kası üzerinde bipolar elektrod yerleştirme tekniğine göre kasın iki ucuna ve diğeri kanalın aktif elektrodları VL kası üzerinde bipolar elektrod yerleştirme tekniğine göre kasın iki ucuna yerleştirildi. VMO ve VL kaslarına Endomed-582 cihazındaki Rus stimülasyon protokolüne uygun olarak intermittan alternatif akım ile 23 dakika elektrik stimülasyonu uygulandı.

Tüm gruplardaki hastalara ağrı ve şişlik için istirahat, elevasyon ve postoperatif ilk 3 gün, 2 saat arayla 20 dakika buz uygulama ve elevasyon önerildi.

### **Değerlendirme Ölçütleri:**

Tüm hastalar; preoperatif, postoperatif 1. gün, postoperatif 7. gün, postoperatif 14. gün, postoperatif 6.haftada olmak üzere 5 kez, tedaviye kör bir hekim tarafından değerlendirildi.

1. Diz eklemine aktif fleksiyon ve ekstansiyondaki eklem hareket açıklığı gonyometrik olarak değerlendirildi.

2. Opere olan dizin patella ortasından diz çevresi ve patella üst çizgisinin 10 cm üzerinden uyluk çevresi bir mezura ile ölçüldü.

3. Lysholm fonksiyonel diz skoru: Hastaların fonksiyonel diz değerlendirmeleri Lysholm skorlamasına göre yapıldı.

**Tablo-2:** Lysholm fonksiyonel diz skoru formu

TOPALLAMA (5 PUAN)		AĞRI (25 PUAN)	
-Yok	5	-Yok	25
-Hafif ve/veyaperiyodik	3	-Fazla zorlama ile ara sıra ve hafif	20
-Ciddi ve/veya devamlı	0	-Fazla zorlama ile çok	15
		-2 km den fazla yürümekle çok	10
		-2 km veya daha az yürümekle çok	5
		-Her zaman sabit ağrı	0
DESTEK (5 PUAN)		ŞİŞME (10 PUAN)	
-Kullanmıyor	5	-Yok	10
-Baston veya koltuk değneği	3	-Fazla zorlama ile	6
-Basmak imkansız	0	-Normal aktivite ile	2
		-Sabir her zaman şiş	0
MERDİVEN ÇIKMA (10 PUAN)		ÇÖMELME (5 PUAN)	
-Problem yok	10	-Problem yok	5
-Hafif kötüleşmiş	6	-Hafif azalmış	4
-Tek adım atarak çıkar	2	-90 dereceden sonra çömelemez	2
-İmkansız	0	-İmkansız	0
İNSTABİLİTE (25 PUAN)		KİLİTLENME (15 PUAN)	
-Boşalma yok	25	-Kilitlenme ve takılma hissi yok	15
-Nadiren sporda veya başka zorlama ile	20	-Takılma hissi var, kilitlenme yok	10
		-Kilitlenme; bazen var	8
-Sık, sporda veya başka zorlama ile	15	-Kilitlenme; sık var	2
-Bazen günlük aktivitelerde	10	-Muayenede eklem kilitli	0
-Sık, günlük aktivitelerde	5		
-Her adım atışta	0		

Elde edilen Lysholm fonksiyonel skorları mükemmel, iyi,orta ve kötü olmak üzere 4 grupta değerlendirilir.Maksimal skor (100 puan) normal diz fonksiyonlarına karşılık gelir (122).

**Tablo-3:** Lysholm fonksiyonel diz skorları derecelendirilmesi

Lysholm skoru	Derece	Semptomların durumu
95-100	Mükemmel	Normal diz ile kıyaslandığında minimum fark olabilir, ancak hiç semptom yok.
84-94	İyi	Hafif semptom var, ancak normal ile kıyaslandığında fonksiyon kaybı yok.
65-83	Orta	Belirgin, ancak kabul edilebilir düzeyde fonksiyon kaybı mevcut.
0-64	Kötü	Fonksiyon kaybı tolere edilebilir düzeyin altındadır.

4. Manuel kuadriseps kas gücü (0-5): Hasta sedye kenarında veya sandalyede otururken diz ekstansiyonu yapması istenerek değerlendirildi.

Normal kas kuvveti (5): Kişinin yaşına ve cinsine göre uygulanan tam bir dirence karşı hareketin eklem açıklığı boyunca devam ettirildiği ve tamamlanabildiği kas kuvvetidir.

İyi kas kuvveti (4): Normalden daha az veya orta derecede dirençle hareketin eklem açıklığı boyunca tamamlanabildiği kas kuvvetidir.

Orta kas kuvveti (3): Yerçekimine karşı harekette, direnç uygulandığında, hareketi tamamlayamayan, ancak direnç kaldırıldığında yerçekimini yenip hareketi tamamlayabilen kas kuvvetidir.

Zayıf kas kuvveti (2): Hiç bir direnç uygulanmadığı halde yerçekimini yenemeyen, ancak yerçekimi kaldırılırsa hareketi tamamlayabilen kas kuvvetidir.

Eser kas kuvveti (1): Yerçekimi kaldırılrsa da hareketi yaptırılmayan, ancak palpasyonla kas kontraksiyonunun hissedildiği veya gözle hafif kasılmanın görüldüğü kas kuvvetidir.

Sıfır kas kuvveti (0): Hiç bir şekilde kasılma belirtisi göstermeyen bir kasın kuvveti ise sıfırdır (123).

5. Dejeneratif artrit, Outerbridge in 1961 yılında tanımladığı sınıflamaya göre değerlendirildi (124).

**Tablo-4:** Outerbridge'in kondromalazi sınıflaması

Grade 1	Eklem yüzeyi düzgün, artroskopik incelemede hyalen kıkırdakta yumuşama var.
Grade 2	Eklem yüzeyi düzgün, kıkırdakta yer yer değişik derinlikte fissürler var. Minör fragmentasyon ve fissürleşme alanı 1,25 cm den küçük çaplıdır.
Grade 3	Eklem yüzeyinde yaygın fibrilleşme, fissürler ve kıkırdakta kemiğe inmeyen kayıplar var. Fragmentasyon ve fissürlerin olduğu alan 1,25 cm den büyük çaplıdır.
Grade 4	Eklem yüzeyi düzensizdir. Yaygın fibrilleşme ve subkondral kemiğe inen irregüler tam kalınlıkta kıkırdak kayıpları mevcuttur.

6. EMG-B cihazı ile VMO ve VL kaslarının maksimum ve ortalama kontraksiyonlarının ölçümü: Değerlendirme günlerinde VMO ve VL kasları üzerinde EMG-B eğitiminde tariflenen noktalara yüzeysel elektrodlar yerleştirilerek, hastadan 10 sn izometrik kuadriseps kasılması yapması ve 20 sn istirahat etmesi istendi, bu hareket 3 kez tekrarlandı ve EMG-B cihazı tarafından volt cinsinden, VMO ve VL kaslarının maksimum ve ortalama kontraksiyonlarının değerleri hesaplandı, bu değerler kaydedildi.

7. Ağrının değerlendirilmesi: 100 mm'lik bir skala (Visual Analog Scale:VAS) ile istirahat, yürüme, fleksiyon-ekstansiyon sırasındaki ağrı ve gece ağrısı sorgulandı.



0'ın ağrısız, 10'nun ise dayanılabilecek en şiddetli ağrı olduğu anlatılarak ağrılarının hangi şiddete denk geldiğini skalada belirtmeleri istendi.

8. Yürüme hızı: 2 metrelik mesafeyi saniye cinsinden yürüme süresi baz alınarak ölçüldü.

#### **İstatistiksel değerlendirme:**

Verilerin istatistiksel değerlendirilmesinde SPSS 11.0 İstatistik Programı kullanıldı. Tedavi öncesi gruplar arasında sosyodemografik özellikler ve değerlendirme kriterleri bakımından fark olup olmadığını anlamak için Kruskal Wallis testi kullanılırken, tedavi öncesi ve sonrası farklılığın araştırılmasında repeated measures (repeated anova, tekrarlayan varyans analizi) kullanıldı.

## BULGULAR

Çalışmaya 30-67 yaş arası, 21'i kadın, 15'i erkek olmak üzere toplam 36 hasta alındı.

Hastalar randomize olarak 3 gruba ayrıldı:

1. gruba (n=12): Ev egzersiz programı verildi (Egz. grubu).
2. gruba (n=12): Kuadriseps kasına EMG-Biofeedback + ev egzersiz programı uygulandı (EMG-B grubu).
3. gruba (n=12): Kuadriseps kasına Elektrik stimülasyonu + ev egzersiz programı uygulandı (ES grubu).

Bu üç tedavi grubu arasında yaş, cinsiyet, BMI, eğitim durumu, meslek, sistemik, hastalık, kronik ilaç kullanımı, diz ağrısı süresi, dize travma hikayesi, artroskopik menisektomi yapılan diz, dominant ekstremite, operasyon sonrası yürümeye yardımcı cihaz kullanımı, artroskopik menisektomi tipi, menisektomi bölgesi, menisküs yırtığı MR grade'i, medial, lateral tibiofemoral eklem ve patellofemoral eklem osteoartriti Outerbridge sınıflaması açısından istatistiksel olarak anlamlı bir fark yoktu ( $p > 0.05$ ). (Tablo 5-11).

Operasyon öncesi değerlendirme parametrelerinde (yürürken, istirahatte, fleksiyon-ekstansiyon sırasında, gece VAS'ı, aktif diz fleksiyon derecesi, aktif diz ekstansiyon derecesi, diz çevresi ve uyluk çevresi, manuel ekstansiyon kas gücü, VMO ve VL kası maksimum ve ortalama kontraksiyonları, yürüme hızı, lysholm fonksiyonel diz skorları) gruplar arası istatistiksel olarak anlamlı fark yoktu ( $p > 0.05$ ). (Tablo 12).

Postoperatif cihaz kullanma durumu açısından gruplar arasında istatistiksel anlamlı farklılık yoktu ( $p > 0.05$ ). (Tablo 13).

Operasyon sonrası yürümeye yardımcı cihaz kullanım süresi açısından gruplar arasında istatistiksel anlamlı farklılık vardı ( $p < 0.05$ ). (Tablo 14).

Hastalarda çalışma boyunca her hangi bir komplikasyon veya yan etki gözlenmedi.

**Tablo-5:** Operasyon öncesi her üç gruptaki hastaların yaş ve BMI ortalamaları

	Grup 1 (Egz) (n=12)	Grup 2 (EMG-B) (n=12)	Grup 3 (ES) (n=12)	p
	Ort.±SD (min-max)	Ort.±SD (min-max)	Ort.±SD (min-max)	
Yaş (yıl)	50.33±10.21 (33-65)	49.66±9.15 (31-67)	42.66±10.04 (30-57)	0.108
BMI	30.20±3.37 (24.59-33.89)	29.82±3.33 (25.09-37.08)	30.66±6.50 (20.38-39.00)	0.824

Operasyon öncesi yaş ve BMI açısından gruplar arasında istatistiksel anlamlı fark yoktu ( $p>0.05$ )

**Tablo-6:** Operasyon öncesi her üç gruptaki hastaların cinsiyet, eğitim, meslek, sistemik hastalık durumu dağılımı

	Grup 1 (Egz) (n=12)	Grup 2 (EMG-B) (n=12)	Grup 3 (ES) (n=12)	p
	Hasta sayısı (%)	Hasta sayısı (%)	Hasta sayısı (%)	
Cinsiyet				0.710
K	6 (%50)	8 (%66.7)	7 (%58.3)	
E	6 (%50)	4 (%33.3)	5 (%41.7)	
Eğitim				0.258
İlkokul	7 (%58.3)	5 (%41.7)	7 (%58.3)	
Ortaokul	1 (%8.3)	1 (%8.3)		
Lise	3 (%25.0)	1 (%8.3)	4 (%33.3)	
Yüksekokul	1 (%8.3)	5 (%41.7)	1 (%8.3)	
Meslek				0.227
Ev hanımı	5 (%41.7)	5(%41.7)	6 (%50.0)	
Memur		1 (%8.3)	1 (%8.3)	
İşçi	2 (%16.7)		4 (%33.3)	
Emekli	4(%33.3)	6(%50.0)	1(%8.3)	
Serbest meslek	1 (%8.3)			
Sistemik hastalık				0.123
Var	5(%41.7)	5(%41.7)	1(%8.3)	
Yok	7(%58.3)	7(58.3)	11(%91.7)	

Operasyon öncesi hastaların cinsiyet, eğitim durumu, meslek dağılımları ve sistemik hastalık varlığı açısından gruplar arasında istatistiksel anlamlı farklılık yoktu ( $p>0.05$ )

Operasyon öncesi diz ağrısı süresi açısından gruplar arasında istatistiksel anlamlı farklılık saptanmadı ( $p>0.05$ ) (Tablo 7)

**Tablo-7:** Operasyon öncesi her üç gruptaki hastaların diz ağrısı süreleri

	Grup 1 (Egz) (n=12)	Grup 2 (EMG-B) (n=12)	Grup 3 (ES) (n=12)	p
	Ort.±SD (min-max)	Ort.±SD (min-max)	Ort.±SD (min-max)	
Diz ağrısı süresi (ay)	16.83±16.82 (3.00-60.00)	23.58±10.17 (1.00-36.00)	24.41±31.18 (3.00-120.00)	0.157

Hastaların travma öyküsü varlığı, artroskopik menisektomi yapılan diz ve dominant ekstremitte dağılımı açısından gruplar arasında istatistiksel anlamlılık saptanmadı ( $p>0.05$ ) (Tablo 8)

**Tablo-8:** Her üç gruptaki hastaların travma öyküsü varlığı, artroskopik menisektomi yapılan diz ve dominant ekstremitte dağılımı

	Grup 1 (Egz) (n=12)	Grup 2 (EMG-B) (n=12)	Grup 3 (ES) (n=12)	p
	Hasta Sayısı (%)	Hasta sayısı (%)	Hasta sayısı (%)	
Travma öyküsü				0.852
Var	3 (%25)	2 (%16.7)	3 (%25)	
Yok	9 (%75)	10 (%83.3)	9 (%75)	
Artroskopik menisektomi yapılan diz				0.118
Sağ	8 (%66.7)	3 (%25)	5 (%41.7)	
Sol	4 (%33.3)	9 (%75)	7 (%58.3)	
Dominant ekstremitte				0.358
Sağ	11 (%91.7)	12 (%100)	12 (%100)	
Sol	1 (%8.3)			

Hastaların diz MR'ında menisküs yırtığı grade'i dağılımı açısından gruplar arasında istatistiksel anlamlı farklılık saptanmadı ( $p>0.05$ ) (Tablo 9)

**Tablo-9:** Diz MRG'de menisküs yırtığı grade'i her üç grupta dağılımı

	Grup 1 (Egz) (n=12)	Grup 2 (EMG-B) (n=12)	Grup 3 (ES) (n=12)	p
	Hasta Sayısı (%)	Hasta Sayısı (%)	Hasta Sayısı (%)	
MRG Grade				0.966
1				
2	1 (%8.3)	1 (%8.3)	1 (%8.3)	
3	10 (%83.3)	9 (%75)	10 (%83.3)	
4	1(%8.3)	2 (%16.7)	1(%8.3)	

Artroskopik menisektomi tipi ve menisektomi bölgesi dağılımı açısından gruplar arasında istatistiksel anlamlı farklılık saptanmadı ( $p>0.05$ ) (Tablo 10)

**Tablo-10:** Her üç grupta artroskopik menisektomi tipi ve menisektomi bölgesi dağılımı

	Grup 1 (Egz) (n=12)	Grup 2 (EMG-B) (n=12)	Grup 3 (ES) (n=12)	p
	Hasta Sayısı (%)	Hasta Sayısı (%)	Hasta Sayısı (%)	
Artroskopik menisektomi tipi				0.565
Radiyal	1 (%8.3)		1 (%8.3)	
Flep	1 (%8.3)		1 (%8.3)	
Longitudinal		1 (%8.3)		
Kova sapı			2 (%16.7)	
Kompleks	6 (%50.0)	6 (%50.0)	4 (%33.3)	
Dejeneratif	4 (%33.3)	5 (%41.7)	4 (%33.3)	
Menisektomi bölgesi				0.265
Medial menisektomi	10 (%83.3)	9 (%75.0)	8 (%66.7)	
Lateral menisektomi	1 (%8.3)	2 (%16.7)		
Medial+lateral menisektomi	1 (%8.3)	1 (%8.3)	4 (%33.3)	

Medial, Lateral Tibiofemoral Eklem ve Patellofemoral Eklem osteoartriti Outerbridge grade’i dağılımı açısından gruplar arasında istatistiksel anlamlı farklılık saptanmadı ( $p>0.05$ )

**Tablo-11:** Operasyon sırasında Medial, Lateral Tibiofemoral Eklem ve Patellofemoral Eklem osteoartriti Outerbridge grade’i dağılımı

	Grup 1 (Egz) (n=12)	Grup 2 (EMG-B) (n=12)	Grup 3 (ES) (n=12)	p
	Hasta Sayısı (%)	Hasta Sayısı (%)	Hasta Sayısı (%)	
Medial TF eklem				0.605
OA				
N				
1	1(%8.3)	1(%8.3)	2(%16.7)	
2	3(%25.0)	4(%33.3)	4(%33.3)	
3	4(%33.3)	4(%33.3)	5(%41.7)	
4	4(%33.3)	3(%25.0)	1(%8.1)	
Lateral TF eklem				0.180
OA				
N				
1	6(%50.0)	2(%16.7)	6(%50.0)	
2	2(%16.7)	4(%33.3)	2(%16.7)	
3	4(%33.3)	4(%33.3)	4(%33.3)	
4		2(%16.7)		
Patellofemoral eklem OA				0.460
N				
1	5(%41.7)		1(%8.3)	
2	2(%16.7)	5(%41.7)	2(%16.7)	
3	3(%25.0)	5(%41.7)	7(%58.3)	
4	2(%16.7)	2(%16.7)	2 (%16.7)	

**Tablo-12:** Operasyon öncesi değerlendirme parametrelerinin gruplar arasında karşılaştırılması

	Grup 1 (Egz) (n=12)	Grup 2 (EMG-B) (n=12)	Grup 3 (ES) (n=12)	p
	Ort.±SD (min-max)	Ort.±SD (min-max)	Ort.±SD (min-max)	
VAS yürürken	6.58±2.31 (3.00-10.00)	4.91±2.10 (1.00-8.00)	6.66±2.93 (1.00-10.00)	0.148
VAS istirahat	3.16±2.12 (0.00-6.00)	2.25±2.59 (0.00-7.00)	3.66±2.64 (0.00-9.00)	0.254
VAS fleks-ekstansiyon	6.41±3.70 (0.00-10.00)	4.83±3.71 (0.00-10.00)	6.00±3.27 (0.00-9.00)	0.446
VAS gece	4.83±3.56 (0.00-10.00)	4.25±3.86 (0.00-10.00)	4.91±2.81 (0.00-8.00)	0.842
Aktif diz fleks. derecesi	125.16±11.80 (100.00-145.00)	128.75±8.33 (107.00-140.00)	120.08±13.89 (90.00-135.00)	0.187
Aktif diz ekst. derecesi	-1.66±3.89 (-10.00-0.00)	-0.83±2.88 (-10.00-0.00)	-1.25±3.10 (-10.00-0.00)	0.811
Diz çevresi	41.43±2.45 (36.50-44.50)	42.12±2.95 (36.00-48.00)	42.20±4.05 (35.00-49.00)	0.776
Uyluk çevresi	51.43±5.63 (43.00-60.50)	54.75±5.55 (44.00-63.00)	52.54±8.89 (37.00-65.00)	0.440
Man. Ekst. kas gücü	4.91±0.28 (4.00-5.00)	5.00±0.00 (5.00-5.00)	4.83±0.38 (4.00-5.00)	
VMO maks. kontraks.	87.00±15.79 (49.00-100.00)	91.16±16.35 (53.00-100.00)	85.41±26.86 (23.00-100.00)	0.529
VMO ort. kontraks.	28.00±10.52 (16.00-49.00)	28.91±7.34 (17.00-43.00)	28.91±12.53 (7.00-50.00)	0.732
VL maks. kontraks.	88.33±25.60 (10.00-100.00)	95.50±7.23 (80.00-100.00)	79.58±32.48 (15.00-100.00)	0.771
VL ort. kontraks.	33.00±5.32 (27.00-43.00)	31.16±7.35 (20.00-42.00)	30.66±15.04 (6.00-50.00)	0.936
Yürüme hızı	2.57±0.82 (1.56-4.62)	2.27±0.51 (1.62-3.61)	2.91±1.40 (1.15-6.50)	0.328
Lysholm diz skoru	53.16±13.35 (31.00-79.00)	62.08±11.97 (44.00-79.00)	53.08±15.24 (36.00-82.00)	0.062



Postoperatif cihaz kullanma durumu açısından gruplar arasında istatistiksel anlamlı farklılık yoktu ( $p>0.05$ ). (Tablo 13)

**Tablo-13:** Hastaların postoperatif cihaz kullanma durumları

	Grup 1 (Egz) (n=12)	Grup 2 (EMG-B) (n=12)	Grup 3 (ES) (n=12)	p
	Hasta sayısı (%)	Hasta sayısı (%)	Hasta sayısı (%)	
Operasyon sonrası yürümeye yardımcı cihaz kullanımı				0.232
Yok	3 (%25)	8 (%66.7)	5 (%41.7)	
Kanadyen	7 (%58.3)	2 (%16.7)	4 (%33.3)	
Koltuk değneği	2 (%16.7)	2 (%16.7)	3 (%25)	

Postoperatif yürümeye yardımcı cihaz kullanım süresinde EMG-B grubunda, ev egzersizi ve ES gruplarına göre istatistiksel anlamlı fark saptandı ( $p<0.05$ ). (Tablo 14).

**Tablo-14:** Hastaların postoperatif cihaz kullanma süreleri

	Grup 1 (Egz) (n=12)	Grup 2 (EMG-B) (n=12)	Grup 3 (ES) (n=12)	p
	Ort.±SD(min-max)	Ort.±SD(min-max)	Ort.±SD(min-max)	
Operasyon sonrası yürümeye yardımcı cihaz kullanım süresi (gün)	8.75±8.9 (0-30)	1.66±2.70 (0-7)	5.16±5.89 (0-15)	0.045

Her bir grupta; grup içinde preoperatif değerlendirilmeden itibaren tedavi süreci boyunca yürürken VAS değeri açısından istatistiksel anlamlı iyileşme saptandı ( $p < 0.05$ ) (Tablo 15).

Gruplar arasında preoperatif, postoperatif 1, 7, 14. gün ve 6. hafta yürürken VAS değerleri açısından istatistiksel anlamlı fark saptanmadı ( $p > 0.05$ ) (Tablo 15).

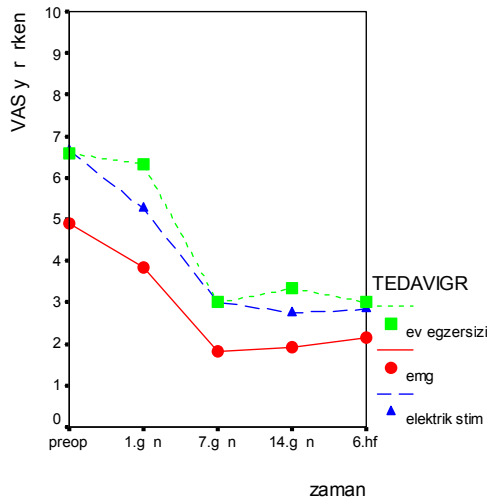
**Tablo-15:** Hastaların preoperatif, postoperatif 1, 7, 14. gün ve 6. hafta yürürken VAS değerleri

	Grup 1 (Egz) (n=12)	Grup 2 (EMG-B) (n=12)	Grup 3 (ES) (n=12)	p
	Ort.±SD(min- max)	Ort.±SD(min- max)	Ort.±SD(min- max)	
Yürürken VAS				
Preop	6.58±2.31	4.91±2.10	6.66±2.93	0.148
Postop 1.gün	6.33±3.11	3.83±2.85	5.25±2.49	0.129
Postop 7.gün	3.00±2.29	1.83±1.99	3.00±2.13	0.332
Postop 14.gün	3.33±2.83	1.91±1.67	2.75±2.41	0.490
Postop 6. hafta	3.00±2.79	2.16±2.32	2.83±2.36	0.655
p	0.001	0.001	0.005	

Tekrarlayan varyans analiz ölçümlerinde yürürken VAS değerleri karşılaştırıldığında tedavi sürecindeki değişim açısından EMG-B grubunda, ev egzersizi grubuna göre istatistiksel olarak anlamlı fark saptandı ( $p < 0.05$ ). (Tablo 16).

**Tablo-16:** Gruplar arasında preoperatif, postoperatif 1, 7, 14. gün ve 6. hafta boyunca yürürken VAS değerlerinin karşılaştırılması

	Grup	Grup	p
Yürürken VAS	Ev egzersizi	ES+ev egzersizi	0.600
	EMG+ev egzersizi	Ev egzersizi	0.028
		ES+ev egzersizi	0.087



**Şekil-2:** Hastaların preoperatif, postoperatif 1, 7, 14. gün ve 6. hafta boyunca yürürken VAS değerleri

Her bir grupta; grup içinde preoperatif değerlendirilmeden itibaren tedavi süreci boyunca gece VAS değeri açısından istatistiksel anlamlı iyileşme saptandı ( $p < 0.05$ ) (Tablo 17).

Gruplar arasında postoperatif 1, 7, 14. gün ve 6. hafta gece VAS değerleri açısından istatistiksel anlamlı fark saptanmadı ( $p > 0.05$ ) (Tablo 17).

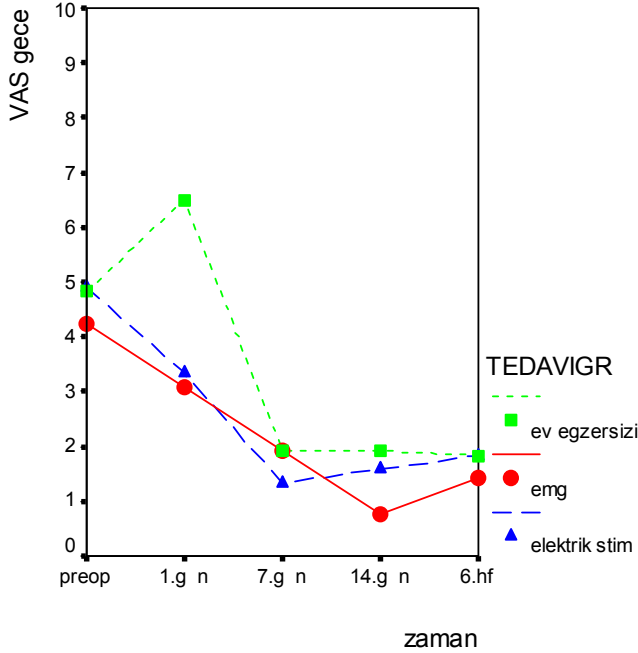
**Tablo-17:** Hastaların preoperatif, postoperatif 1, 7, 14. gün ve 6. hafta gece VAS değerleri

	Grup 1 (Egz) (n=12)	Grup 2 (EMG-B) (n=12)	Grup 3 (ES) (n=12)	P
	Ort.±SD (min- max)	Ort.±SD (min- max)	Ort.±SD (min- max)	
Gece VAS				
Preop	4.83±3.56	4.25±3.86	4.91±2.81	0.842
Postop 1.gün	6.50±3.06	3.08±3.55	3.33±3.84	0.050
Postop 7.gün	1.91±2.23	1.51±2.42	1.33±1.61	0.825
Postop 14.gün	1.91±1.62	0.75±1.21	1.58±1.83	0.198
Postop 6. hafta	1.83±2.40	1.41±2.60	1.83±2.28	0.555
p	0.003	0.019	0.024	

Tekrarlayan varyans analiz ölçümlerinde gece VAS değerleri karşılaştırıldığında tedavi sürecindeki değişim açısından gruplar arası istatistiksel anlamlı fark gözlenmedi ( $p > 0.05$ ). (Tablo 18).

**Tablo-18:** Gruplar arasında preoperatif, postoperatif 1, 7, 14. gün ve 6. hafta boyunca gece VAS değerlerinin karşılaştırılması

	Grup	Grup	p
Gece VAS	Ev egzersizi	ES+ev egzersizi	0.191
	EMG+ev egzersizi	Ev egzersizi	0.072
		ES+ev egzersizi	0.601



**Şekil-3:** Hastaların preoperatif, postoperatif 1, 7, 14. gün ve 6. hafta boyunca gece VAS değerleri

Ev egzersizi grubu ve ES grubunda; grup içinde preoperatif değerlendirmeden itibaren tedavi süreci boyunca istirahat VAS değeri açısından istatistiksel anlamlı fark saptandı ( $p < 0.05$ ) (Tablo 19).

EMG-B grubunda preoperatif değerlendirmeden itibaren tedavi süreci boyunca istirahat VAS değeri açısından istatistiksel anlamlı fark saptanmadı ( $p > 0.05$ ) (Tablo 19).

Gruplar arasında istirahat VAS değerleri açısından preoperatif, postoperatif 1, 7, 14. gün ve 6. hafta değerlerinde istatistiksel anlamlı fark saptanmadı ( $p > 0.05$ ) (Tablo 19).

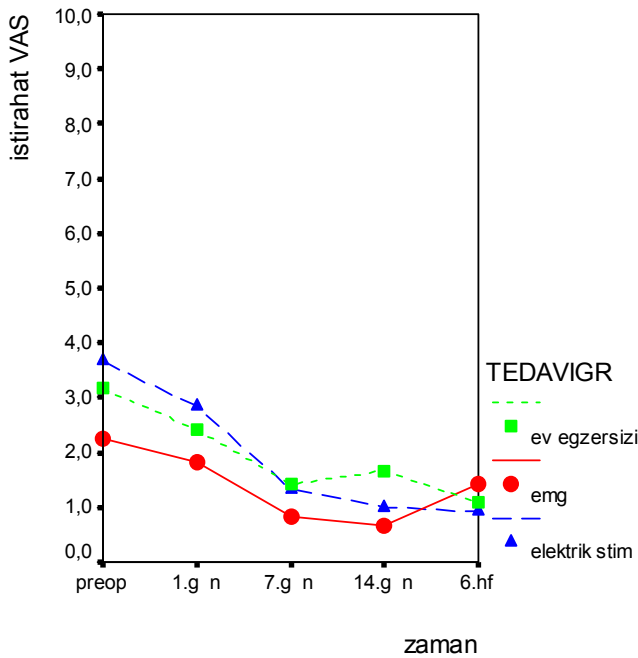
**Tablo-19:** Hastaların preoperatif, postoperatif 1, 7, 14. gün ve 6. hafta istirahat VAS değerleri

	Grup 1 (Egz) (n=12)	Grup 2 (EMG-B) (n=12)	Grup 3 (ES) (n=12)	p (kw)
	Ort.±SD (min-max)	Ort.±SD (min-max)	Ort.±SD (min-max)	
İstirahat VAS				
Preop	3.16±2.12	2.25±2.59	3.66±2.64	0.254
Postop 1.gün	2.41±2.46	1.83±2.12	2.83±2.48	0.578
Postop 7.gün	1.41±1.92	0.83±1.19	1.33±1.30	0.597
Postop 14.gün	1.66±2.53	0.66±0.98	1.00±1.47	0.735
Postop 6. hafta	1.08±2.35	1.41±2.81	0.91±1.16	0.799
P (friedman)	0.025	0.108	0.005	

Tekrarlayan varyans analiz ölçümlerinde istirahat VAS değerleri karşılaştırıldığında tedavi sürecindeki değişim açısından gruplar arası istatistiksel anlamlı fark saptanmadı ( $p > 0.05$ ). (Tablo 20).

**Tablo-20:** Gruplar arasında preoperatif, postoperatif 1, 7, 14. gün ve 6. hafta boyunca istirahat VAS değerlerinin karşılaştırılması

	Grup	Grup	p
İstirahat VAS	Ev egzersizi	ES+ev egzersizi	1.000
	EMG+ev egzersizi	Ev egzersizi	0.329
		ES+ev egzersizi	0.329



**Şekil-4:** Hastaların preoperatif, postoperatif 1, 7, 14. gün ve 6. hafta boyunca istirahat VAS değerleri

Her bir grupta; grup içinde preoperatif değerlendirmeden itibaren tedavi süreci boyunca fleksiyon-ekstansiyon VAS değeri açısından istatistiksel anlamlı iyileşme saptandı ( $p < 0.05$ ) (Tablo 21).

Gruplar arasında preoperatif, postoperatif 1, 7, 14. gün ve 6. hafta fleksiyon-ekstansiyon VAS değerleri açısından istatistiksel anlamlı fark saptanmadı ( $p > 0.05$ ) (Tablo 21).

**Tablo-21:** Hastaların preoperatif, postoperatif 1, 7, 14. gün ve 6. hafta fleksiyon-ekstansiyon VAS değerleri

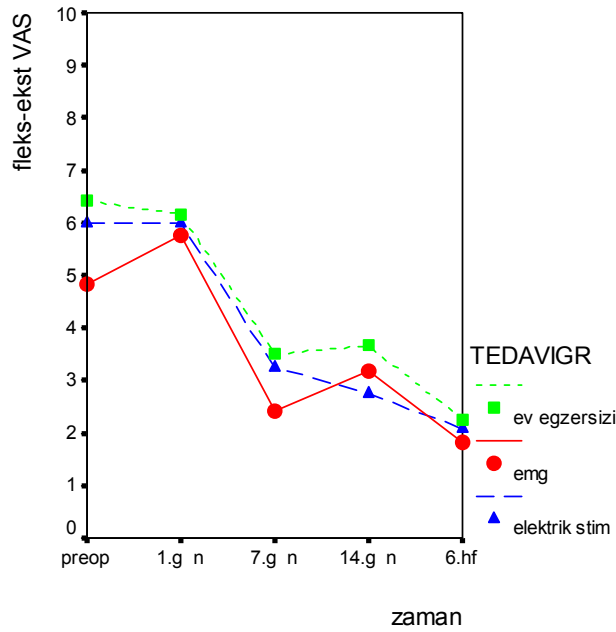
	Grup 1 (Egz) (n=12)	Grup 2 (EMG-B) (n=12)	Grup 3 (ES) (n=12)	p (kw)
	Ort.±SD (min- max)	Ort.±SD (min- max)	Ort.±SD (min-max)	
Fleks-ekst VAS				
Preop	6.41±3.70	4.83±3.71	6.00±3.27	0.446
Postop 1.gün	6.16±3.21	5.75±2.83	6.00±3.24	0.885
Postop 7.gün	3.50±2.39	2.41±2.19	3.25±1.42	0.498
Postop 14.gün	3.66±1.66	3.16±3.01	2.75±2.49	0.609
Postop 6. hafta	2.25±2.56	1.83±2.03	2.08±1.97	0.990
P (friedman)	0.002	0.007	0.001	



Tekrarlayan varyans analiz ölçümlerinde fleksiyon-ekstansiyon VAS değerleri karşılaştırıldığında tedavi sürecindeki değişim açısından gruplar arası istatistiksel anlamlı fark saptanmadı ( $p > 0.05$ ). (Tablo 22).

**Tablo-22:** Gruplar arasında preoperatif, postoperatif 1, 7, 14. gün ve 6.hafta boyunca fleksiyon-ekstansiyon VAS değerlerinin karşılaştırılması

	Grup	Grup	p
Fleksiyon-ekstansiyon VAS	Ev egzersizi	ES+ev egzersizi	0.561
	EMG+ev egzersizi	Ev egzersizi	0.229
		ES+ev egzersizi	0.528



**Şekil-5:** Hastaların preoperatif, postoperatif 1, 7, 14. gün ve 6. hafta boyunca fleksiyon-ekstansiyon VAS değerleri

Her bir grupta; grup içinde preoperatif değerlendirmeden itibaren tedavi süreci boyunca aktif fleksiyon dereceleri değeri açısından istatistiksel anlamlı iyileşme saptandı ( $p < 0.05$ ) (Tablo 23).

Gruplar arasında preoperatif, postoperatif 1, 7, 14. gün ve 6.hafta aktif diz fleksiyon derecelerinde istatistiksel anlamlı fark saptanmadı ( $p > 0.05$ ) (Tablo 23).

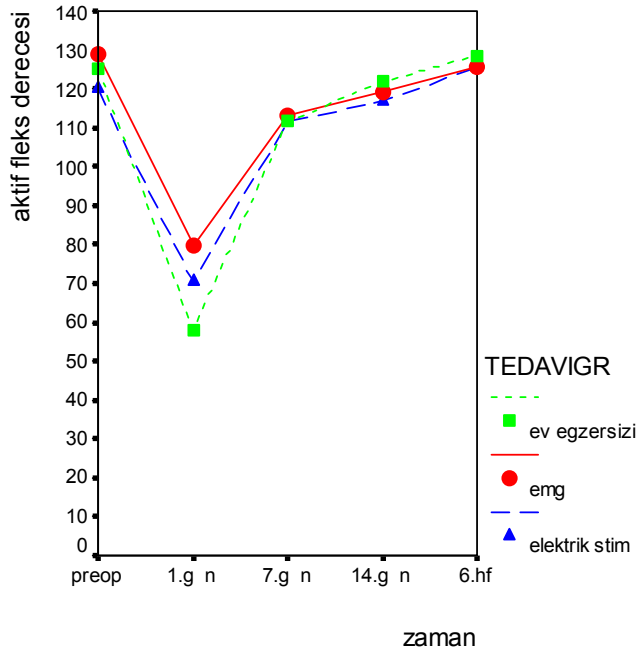
**Tablo-23:** Hastaların preoperatif, postoperatif 1, 7, 14. gün ve 6.hafta aktif diz fleksiyon dereceleri değerleri

	Grup 1 (Egz) (n=12)	Grup 2 (EMG-B) (n=12)	Grup 3 (ES) (n=12)	p
	Ort.±SD (min-max)	Ort.±SD (min-max)	Ort.±SD (min-max)	
Fleksiyon derecesi				
Preop	125.16±11.80	128.75±8.33	120.08±13.89	0.187
Postop 1.gün	57.91±34.14	79.91±31.07	70.41±31.51	0.221
Postop 7.gün	111.50±19.83	113.08±14.62	111.58±9.71	0.965
Postop 14.gün	121.83±13.86	119.16±16.09	116.75±11.57	0.424
Postop 6. hafta	128.5±7.36	125.75±12.35	125.50±6.14	0.540
p	0.001	0.001	0.001	

Tekrarlayan varyans analiz ölçümlerinde aktif fleksiyon derecesi değerleri karşılaştırıldığında tedavi sürecindeki değişim açısından gruplar arası istatistiksel anlamlı fark gözlenmedi ( $p > 0.05$ ) (Tablo 24).

**Tablo-24:** Gruplar arasında preoperatif, postoperatif 1, 7, 14. gün ve 6.hafta boyunca aktif fleksiyon derecesi değerlerinin karşılaştırılması

	Grup	Grup	p
Aktif fleksiyon derecesi	Ev egzersizi	ES+ev egzersizi	0.980
	EMG+ev egzersizi	Ev egzersizi	0.350
		ES+ev egzersizi	0.337



**Şekil-6:** Hastaların preoperatif, postoperatif 1, 7, 14. gün ve 6.hafta boyunca aktif diz fleksiyon dereceleri değerleri

EMG-B ve ES gruplarında preoperatif değerlendirilmeden itibaren; grup içinde tedavi süreci boyunca aktif ekstansiyon dereceleri değeri açısından istatistiksel anlamlı fark saptandı ( $p < 0.05$ ) (Tablo 25).

Ev egzersizi grubunda preoperatif değerlendirilmeden itibaren; grup içinde tedavi süreci boyunca aktif ekstansiyon dereceleri değeri açısından istatistiksel anlamlı fark saptanmadı ( $p > 0.05$ ) (Tablo 25).

Gruplar arasında preoperatif, postoperatif 1, 7, 14. gün ve 6.hafta, aktif diz ekstansiyon dereceleri değerleri açısından istatistiksel anlamlı fark saptanmadı ( $p > 0.05$ ) (Tablo 25).

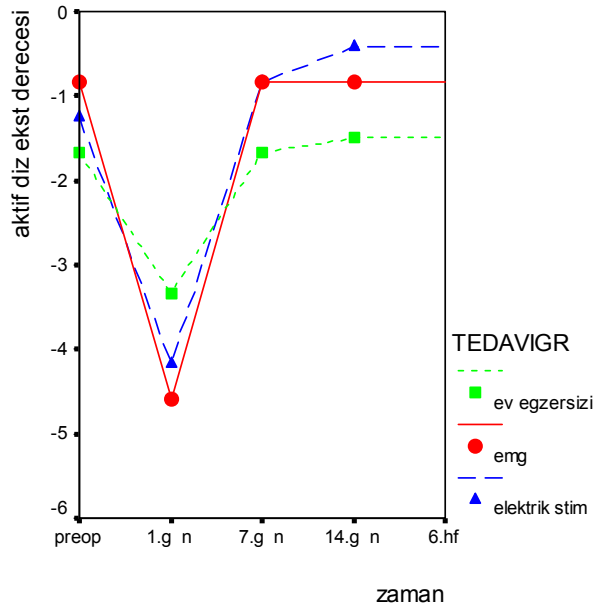
**Tablo-25:** Hastaların preoperatif, postoperatif 1, 7, 14. gün ve 6.hafta aktif diz ekstansiyon dereceleri değerleri

	Grup 1 (Egz) (n=12)	Grup 2 (EMG-B) (n=12)	Grup 3 (ES) (n=12)	P
	Ort.±SD (min-max)	Ort.±SD (min-max)	Ort.±SD (min-max)	
Ekstansiyon derecesi				
Preop	-1.66±3.89	-0.83±2.88	-1.25±3.10	0.811
Postop 1.gün	-3.33±4.92	-4.58±7.21	-4.16±7.01	0.967
Postop 7.gün	-1.66±3.89	-0.83±2.88	-0.83±1.94	0.817
Postop 14.gün	-1.50±3.52	-0.83±2.88	-0.41±1.44	0.741
Postop 6. hafta	-1.50±3.52	-0.83±2.88	-0.41±1.44	0.741
P (friedman)	0.073	0.003	0.036	

Tekrarlayan varyans analiz ölçümlerinde aktif ekstansiyon derecesi değerleri karşılaştırıldığında tedavi sürecindeki değişim açısından gruplar arası istatistiksel anlamlı fark saptanmadı ( $p > 0.05$ ) (Tablo 26).

**Tablo-26:** Gruplar arasında preoperatif, postoperatif 1, 7, 14. gün ve 6.hafta boyunca aktif ekstansiyon derecesi değerlerinin karşılaştırılması

	Grup	Grup	p
Aktif ekstansiyon derecesi	Ev egzersizi	ES+ev egzersizi	0.689
	EMG+ev egzersizi	Ev egzersizi	0.786
		ES+ev egzersizi	0.897



**Şekil-7:** Hastaların preoperatif, postoperatif 1, 7, 14. gün ve 6.hafta boyunca aktif diz ekstansiyon dereceleri değerleri

Her bir grupta; grup içinde preoperatif değerlendirmeden itibaren tedavi süreci boyunca diz çevresi değeri açısından istatistiksel anlamlı fark saptanmadı( $p > 0.05$ ) (Tablo 27).

Gruplar arasında preoperatif, postoperatif 1, 7, 14. gün ve 6.hafta diz çevresi değerleri açısından istatistiksel anlamlı fark saptanmadı ( $p > 0.05$ ) (Tablo 27).

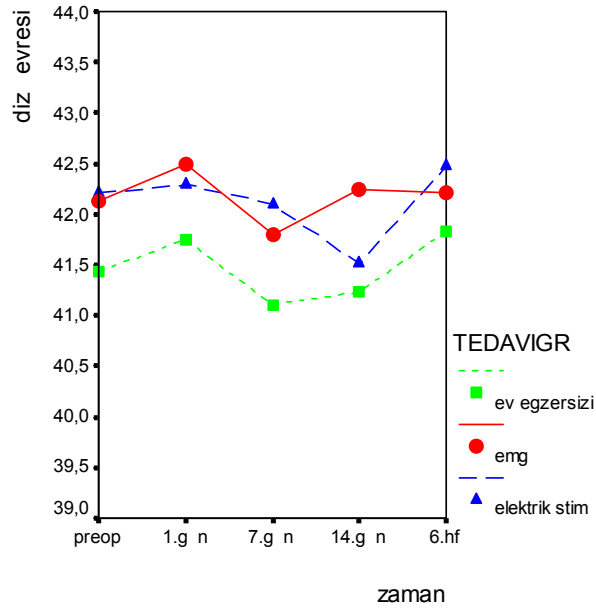
**Tablo-27:** Hastaların preoperatif, postoperatif 1, 7, 14. gün ve 6.hafta diz çevresi değerleri

	Grup 1 (Egz) (n=12)	Grup 2 (EMG-B) (n=12)	Grup 3 (ES) (n=12)	P
	Ort.±SD (min-max)	Ort.±SD (min-max)	Ort.±SD (min-max)	
Diz çevresi				
Preop	41.43±2.45	42.12±2.95	42.20±4.05	0.776
Postop 1.gün	41.75±2.79	42.50±2.91	42.29±4.16	0.897
Postop 7.gün	41.10±2.36	41.79±2.84	42.10±4.36	0.722
Postop 14.gün	41.23±2.49	42.25±2.72	41.50±3.92	0.844
Postop 6. hafta	41.83±3.12	42.20±2.80	42.47±4.79	0.927
p	0.065	0.296	0.285	

Tekrarlayan varyans analiz ölçümlerinde diz çevresi değerleri karşılaştırıldığında tedavi sürecindeki değişim açısından gruplar arası istatistiksel anlamlı fark saptanmadı ( $p > 0.05$ ) (Tablo 28).

**Tablo-28:** Gruplar arasında preoperatif, postoperatif 1, 7, 14. gün ve 6.hafta boyunca diz çevresi değerlerinin karşılaştırılması

	Grup	Grup	p
Diz çevresi	Ev egzersizi	ES+ev egzersizi	0.632
	EMG+ev egzersizi	Ev egzersizi	0.602
		ES+ev egzersizi	0.965



**Şekil-8:** Hastaların preoperatif, postoperatif 1, 7, 14. gün ve 6.hafta boyunca diz çevresi değerleri

Her bir grupta; grup içinde preoperatif değerlendirmeden itibaren tedavi süreci boyunca uyluk çevresi değeri açısından istatistiksel anlamlı fark saptanmadı ( $p > 0.05$ ). (Tablo 29).

Gruplar arasında preoperatif, postoperatif 1, 7, 14. gün ve 6.hafta uyluk çevresi değerleri açısından istatistiksel anlamlı fark saptanmadı ( $p > 0.05$ ) (Tablo 29).

**Tablo-29:** Hastaların preoperatif, postoperatif 1, 7, 14. gün ve 6.hafta uyluk çevresi değerleri

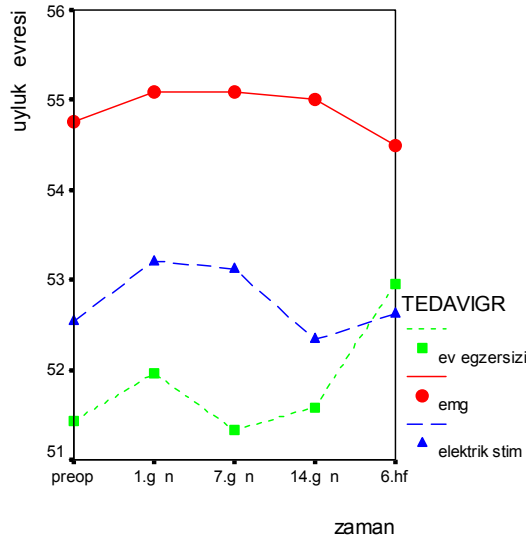
	Grup 1 (Egz) (n=12)	Grup 2 (EMG-B) (n=12)	Grup 3 (ES) (n=12)	P
	Ort.±SD (min-max)	Ort.±SD (min-max)	Ort.±SD (min-max)	
Uyluk çevresi				
Preop	51.43±5.63	54.75±5.55	52.54±8.89	0.440
Postop 1.gün	51.95±5.37	55.08±5.59	53.20±8.94	0.434
Postop 7.gün	51.33±5.00	55.08±5.68	53.12±8.02	0.349
Postop 14.gün	51.58±5.16	55.00±5.51	52.33±7.76	0.453
Postop 6. hafta	52.95±6.14	54.5±4.68	52.62±7.81	0.864
p	0.107	0.268	0.224	



Tekrarlayan varyans analiz ölçümlerinde uyluk çevresi değerleri karşılaştırıldığında tedavi sürecindeki değişim açısından gruplar arası istatistiksel anlamlı fark saptanmadı ( $p > 0.05$ ). (Tablo 30).

**Tablo-30:** Gruplar arasında preoperatif, postoperatif 1, 7, 14. gün ve 6.hafta boyunca uyluk çevresi değerlerinin karşılaştırılması

	Grup	Grup	p
Uyluk çevresi	Ev egzersizi	ES+ev egzersizi	0.731
	EMG+ev egzersizi	Ev egzersizi	0.259
		ES+ev egzersizi	0.428



**Şekil-9:** Hastaların preoperatif, postoperatif 1, 7, 14. gün ve 6.hafta boyunca uyluk çevresi değerleri

Her bir grupta; grup içinde preoperatif değerlendirmeden itibaren tedavi süreci boyunca manuel ekstansiyon kas gücü açısından istatistiksel anlamlı fark saptandı ( $p < 0.05$ ). (Tablo 31).

Gruplar arasında preoperatif, postoperatif 1, 7, 14. gün ve 6.hafta Manuel ekstansiyon kas gücü değerleri açısından istatistiksel anlamlı fark saptanmadı ( $p > 0.05$ ) (Tablo 31).

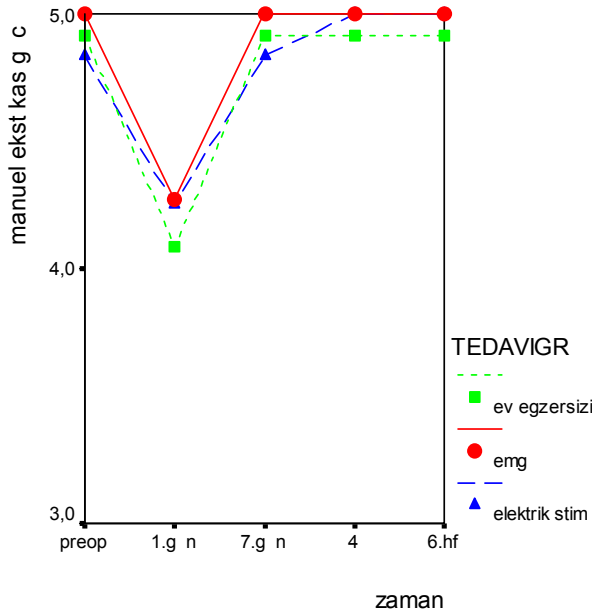
**Tablo-31:** Hastaların preoperatif, postoperatif 1, 7, 14. gün ve 6.hafta Manuel ekstansiyon kas gücü değerleri

	Grup 1 (Egz) (n=12)	Grup 2 (EMG-B) (n=12)	Grup 3 (ES) (n=12)	P
	Ort.±SD (min-max)	Ort.±SD (min-max)	Ort.±SD (min-max)	
M. ekst. kas gücü				
Preop	4.91±0.28	5.00±0.00	4.83±0.38	0.346
Postop 1.gün	4.08±0.51	4.16±0.57	4.25±0.62	0.743
Postop 7.gün	4.91±0.28	5.00±0.00	4.83±0.38	0.372
Postop 14.gün	4.91±0.28	5.00±0.00	5.00±0.00	0.368
Postop 6. hafta	4.91±0.28	5.00±0.00	5.00±0.00	0.368
p	0.001	0.001	0.001	

Tekrarlayan varyans analiz ölçümlerinde manuel ekstansiyon kas gücü değerleri karşılaştırıldığında tedavi sürecindeki değişim açısından gruplar arası istatistiksel anlamlı fark saptanmadı ( $p > 0.05$ ). (Tablo 32).

**Tablo-32:** Gruplar arasında preoperatif, postoperatif 1, 7, 14. gün ve 6.hafta boyunca manuel ekstansiyon kas gücü değerlerinin karşılaştırılması

	Grup	Grup	p
Manuel ekstansiyon kas gücü	Ev egzersizi	ES+ev egzersizi	0.683
	EMG+ev egzersizi	Ev egzersizi	0.215
		ES+ev egzersizi	0.395



**Şekil-10:** Hastaların preoperatif, postoperatif 1, 7, 14. gün ve 6.hafta Manuel ekstansiyon kas gücü değerleri

Her bir grupta; grup içinde preoperatif değerlendirilmeden itibaren tedavi süreci boyunca VMO kası maksimum kontraksiyon değeri açısından istatistiksel anlamlı fark saptandı ( $p < 0.05$ ) (Tablo 33)

Gruplar arasında preoperatif, postoperatif 1, 7, 14. gün ve 6.hafta VMO kası maksimum kontraksiyon değerleri açısından istatistiksel anlamlı fark saptanmadı ( $p > 0.05$ ) (Tablo 33).

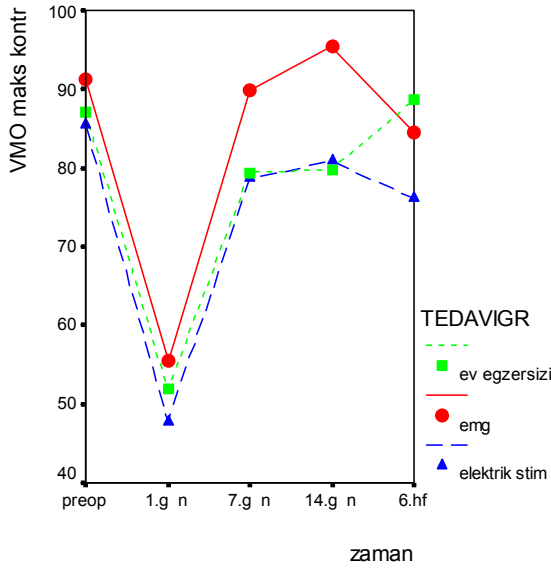
**Tablo-33:** Hastaların preoperatif, postoperatif 1, 7, 14. gün ve 6.hafta VMO kası maksimum kontraksiyon değerleri

	Grup 1 (Egz) (n=12)	Grup 2 (EMG-B) (n=12)	Grup 3 (ES) (n=12)	P
	Ort.±SD (min- max)	Ort.±SD (min- max)	Ort.±SD (min-max)	
VMO maks. Kontraks.				
Preop	87.00±15.79	91.16±16.35	85.41±26.86	0.529
Postop 1.gün	51.83±31.86	55.41±32.19	47.75±29.44	0.871
Postop 7.gün	79.41±22.27	89.83±16.05	78.66±25.76	0.279
Postop 14.gün	79.83±22.91	95.50±10.37	80.83±23.05	0.142
Postop 6. hafta	88.58±16.64	84.14±23.05	76.08±26.78	0.621
p	0.001	0.001	0.001	

Tekrarlayan varyans analiz ölçümlerinde VMO kası maksimum kontraksiyon değerleri karşılaştırıldığında tedavi sürecindeki değişim açısından gruplar arası istatistiksel anlamlı fark saptanmadı ( $p > 0.05$ ) (Tablo 34).

**Tablo-34:** Gruplar arasında preoperatif, postoperatif 1, 7, 14. gün ve 6.hafta boyunca VMO kası maksimum kontraksiyon değerlerinin karşılaştırılması

	Grup	Grup	p
VMO maksimum kontraksiyonu	Ev egzersizi	ES+ev egzersizi	0.616
	EMG+ev egzersizi	Ev egzersizi	0.408
		ES+ev egzersizi	0.188



**Şekil-11:** Hastaların preoperatif, postoperatif 1, 7, 14. gün ve 6.hafta boyunca VMO kası maksimum kontraksiyon değerleri

VMO kası ortalama kontraksiyon değeri açısından ES grubu dışında ( $p > 0.05$ ), Ev egzersizi ve EMG-B gruplarında; grup içinde preoperatif değerlendirmeden itibaren tedavi süreci boyunca VMO kası ortalama kontraksiyon değeri açısından istatistiksel anlamlı fark saptandı ( $p < 0.05$ ) (Tablo 35)

Gruplar arasında preoperatif, postoperatif 1, 7. gün ve 6.hafta VMO kası ortalama kontraksiyon değerleri açısından istatistiksel anlamlı fark yokken ( $p > 0.05$ ), postoperatif 14. günde VMO kası ortalama kontraksiyonu açısından EMG-B grubunda diğer gruplara göre istatistiksel anlamlı iyileşme saptandı ( $p < 0.05$ ) (Tablo 35) (Şekil 12).

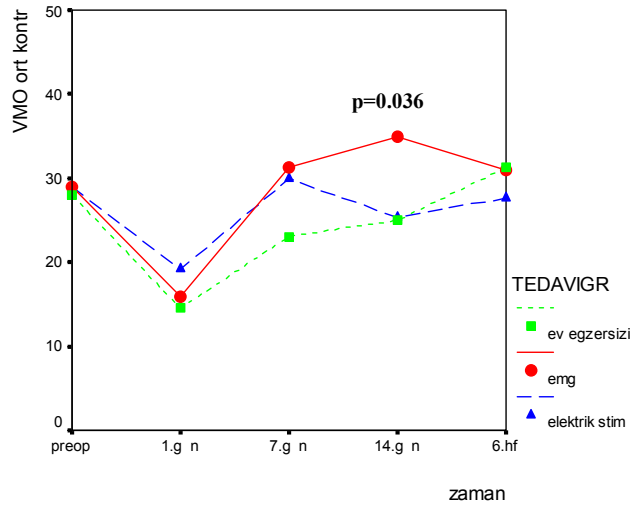
**Tablo-35:** Hastaların preoperatif, postoperatif 1, 7, 14. gün ve 6.hafta VMO kası ortalama kontraksiyon değerleri

	Grup 1 (Egz) (n=12)	Grup 2 (EMG-B) (n=12)	Grup 3 (ES) (n=12)	p(kw)
	Ort.±SD (min-max)	Ort.±SD (min-max)	Ort.±SD (min-max)	
VMO ort. kontraks.				
Preop	28.00±10.52	28.91±7.34	28.91±12.53	0.732
Postop 1.gün	14.50±9.28	15.91±9.74	19.16±10.62	0.386
Postop 7.gün	23.08±10.19	31.25±7.71	29.91±10.50	0.090
Postop 14.gün	25.00±10.91	34.91±7.06	25.33±11.73	0.036*
Postop 6. hafta	31.25±11.32	31.00±10.64	27.66±10.79	0.703
p	0.001	0.001	0.101	

Tekrarlayan varyans analiz ölçümlerinde VMO kası ortalama kontraksiyon değerleri karşılaştırıldığında tedavi sürecindeki değişim açısından EMG-B grubunda, ES grubuna göre istatistiksel olarak anlamlı fark saptandı ( $p < 0.05$ ). (Tablo 36).

**Tablo-36:** Gruplar arasında preoperatif, postoperatif 1, 7, 14. gün ve 6.hafta boyunca VMO kası ortalama kontraksiyon değerlerinin karşılaştırılması

	Grup	Grup	p
VMO ortalama kontraksiyonu	Ev egzersizi	ES+ev egzersizi	0.441
	EMG+ev egzersizi	Ev egzersizi	0.141
		ES+ev egzersizi	0.029



**Şekil-12:** Hastaların preoperatif, postoperatif 1, 7, 14. gün ve 6.hafta boyunca VMO kası ortalama kontraksiyon değerleri

Her bir grupta; grup içinde preoperatif değerlendirmeden itibaren tedavi süreci boyunca VL kası maksimum kontraksiyon değeri açısından istatistiksel anlamlı fark saptandı ( $p < 0.05$ ). (Tablo 37).

Gruplar arasında preoperatif, postoperatif 1, 7. gün ve 6.hafta VL kası maksimum kontraksiyon değerleri açısından istatistiksel anlamlı fark yokken ( $p > 0.05$ ), postoperatif 14. günde VL kası maksimum kontraksiyonu açısından EMG-B grubunda ES grubuna göre istatistiksel anlamlı iyileşme saptandı ( $p < 0.05$ ) (Tablo 37) (Şekil 13).

**Tablo-37:** Hastaların preoperatif, postoperatif 1, 7, 14. gün ve 6.hafta VL kası maksimum kontraksiyon değerleri

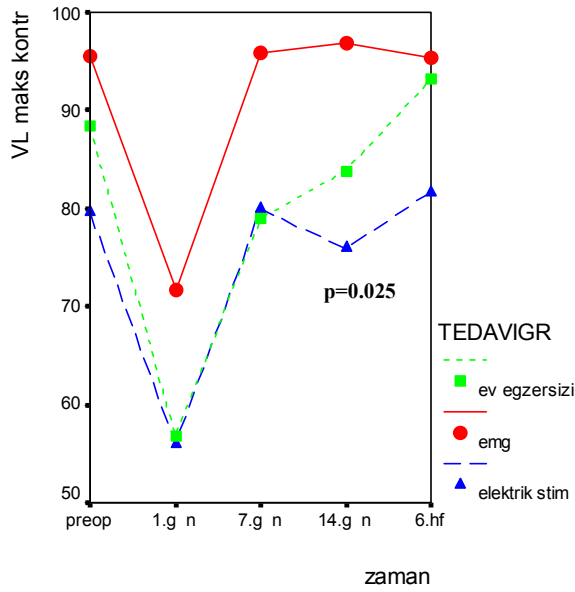
	Grup 1 (Egz) (n=12)	Grup 2 (EMG-B) (n=12)	Grup 3 (ES) (n=12)	p (kw)
	Ort.±SD (min-max)	Ort.±SD (min-max)	Ort.±SD (min-max)	
VL maks. Kontrak.				
Preop	88.33±25.60	95.50±7.23	79.58±32.48	0.771
Postop 1.gün	56.75±32.13	71.75±34.70	56.00±33.49	0.409
Postop 7.gün	79.00±28.39	95.91±10.75	79.91±30.74	0.274
Postop 14.gün	83.83±18.52	96.83±7.40	75.91±25.48	0.025*
Postop 6. hafta	93.16±13.92	95.33±10.60	81.66±25.02	0.202
p	0.001	0.039	0.003	



Tekrarlayan varyans analiz ölçümlerinde VL kası maksimum kontraksiyon değerleri karşılaştırıldığında tedavi sürecindeki değişim açısından EMG-B grubunda, ES grubuna göre istatistiksel olarak anlamlı fark saptandı ( $p < 0.05$ ). (Tablo 38).

**Tablo-38:** Gruplar arasında preoperatif, postoperatif 1, 7, 14. gün ve 6.hafta boyunca VL maksimum kontraksiyon değerlerinin karşılaştırılması

	Grup	Grup	p
VL maksimum kontraksiyonu	Ev egzersizi	ES+ev egzersizi	0.441
	EMG+ev egzersizi	Ev egzersizi	0.141
		ES+ev egzersizi	0.029



**Şekil-13:** Hastaların preoperatif, postoperatif 1, 7, 14. gün ve 6.hafta boyunca VL kası maksimum kontraksiyon değerleri

Her bir grupta; grup içinde preoperatif değerlendirilmeden itibaren tedavi süreci boyunca VL kası ortalama kontraksiyon değeri açısından istatistiksel anlamlı fark saptandı ( $p < 0.05$ ). (Tablo 39).

Gruplar arasında preoperatif, postoperatif 1, 7. gün ve 6.hafta VL kası ortalama kontraksiyon değerleri açısından istatistiksel anlamlı fark yokken ( $p > 0.05$ ), postoperatif 14. günde VL kası ortalama kontraksiyon değerinde EMG-B grubunda diğer gruplara göre istatistiksel anlamlı iyileşme saptandı ( $p < 0.05$ ). (Tablo 39) (Şekil 14)

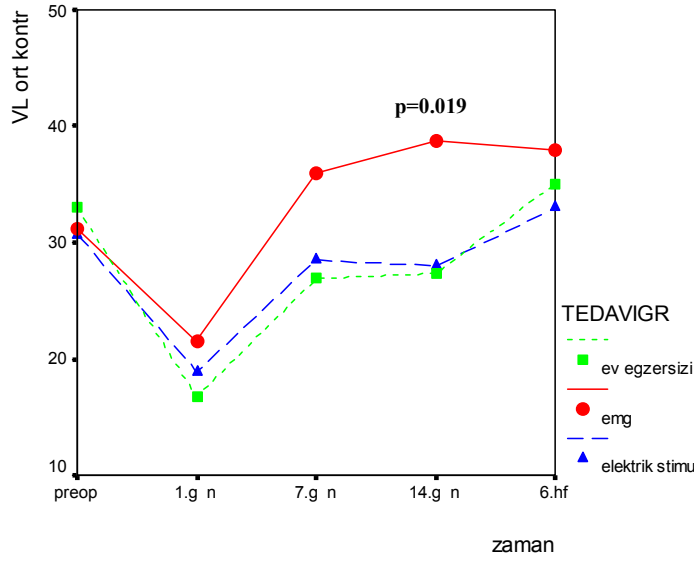
**Tablo-39:** Hastaların preoperatif, postoperatif 1, 7, 14. gün ve 6.hafta VL kası ortalama kontraksiyon değerleri

	Grup 1 (Egz) (n=12)	Grup 2 (EMG-B) (n=12)	Grup 3 (ES) (n=12)	p
	Ort.±SD (min-max)	Ort.±SD (min-max)	Ort.±SD (min-max)	
VL ort. Kontraks.				
Preop	33.00±5.32	31.16±7.35	30.66±15.04	0.936
Postop 1.gün	16.75±10.22	21.50±11.18	18.19±11.82	0.659
Postop 7.gün	26.91±11.54	36.00±7.37	28.50±12.72	0.099
Postop 14.gün	27.33±11.04	38.75±7.65	28.00±10.26	0.019*
Postop 6. hafta	35.08±10.10	37.91±9.46	33.00±9.26	0.326
p	0.001	0.001	0.008	

Tekrarlayan varyans analiz ölçümlerinde VL kası ortalama kontraksiyon değerleri karşılaştırıldığında tedavi sürecindeki değişim açısından gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmadı ( $p>0.05$ ) (Tablo 40).

**Tablo-40:** Gruplar arasında preoperatif, postoperatif 1, 7, 14. gün ve 6.hafta boyunca VL ortalama kontraksiyon değerlerinin karşılaştırılması

	Grup	Grup	p
VL ortalama kontraksiyonu	Ev egzersizi	ES+ev egzersizi	1.000
	EMG+ev egzersizi	Ev egzersizi	0.112
		ES+ev egzersizi	0.112



**Şekil-14:** Hastaların preoperatif, postoperatif 1, 7, 14. gün ve 6.hafta VL kası ortalama kontraksiyon değerleri

Her bir grupta; grup içinde preoperatif değerlendirmeden itibaren tedavi süreci boyunca yürüme hızı açısından istatistiksel anlamlı fark saptandı ( $p < 0.05$ ) (Tablo 41).

Gruplar arasında preoperatif, postoperatif 7, 14. gün ve 6.hafta yürüme hızı değerleri açısından istatistiksel anlamlı fark yokken ( $p > 0.05$ ), postoperatif 1. günde yürüme hızı açısından ev egzersizi grubunda diğer gruplara göre istatistiksel anlamlı fark saptandı ( $p < 0.05$ ). (Tablo 41) (Şekil 15).

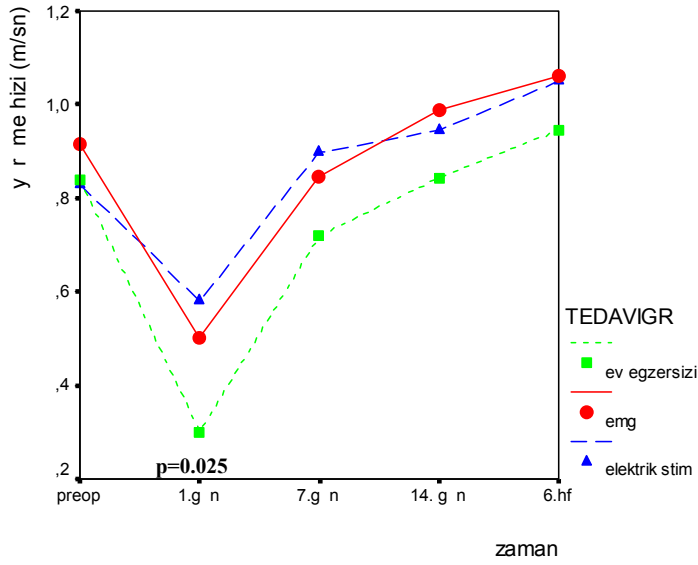
**Tablo-41:** Hastaların preoperatif, postoperatif 1, 7, 14. gün ve 6.hafta yürüme hızı değerleri

	Grup 1 (Egz) (n=12)	Grup 2 (EMG-B) (n=12)	Grup 3 (ES) (n=12)	p
	Ort.±SD	Ort.±SD	Ort.±SD	
Yürüme hızı				
Preop	0.84±0.23	0.92±0.18	0.83±0.39	0.328
Postop 1.gün	0.30±0.11	0.50±0.26	0.58±0.29	0.025*
Postop 7.gün	0.72±0.26	0.85±0.15	0.90±0.30	0.282
Postop 14.gün	0.84±0.30	0.99±0.19	0.95±0.32	0.372
Postop 6. hafta	0.94±0.21	1.06±0.28	1.05±0.26	0.526
p	0.001	0.001	0.001	

Tekrarlayan varyans analiz ölçümlerinde yürüme hızı değerleri karşılaştırıldığında tedavi sürecindeki değişim açısından gruplar arası istatistiksel anlamlı fark saptanmadı ( $p > 0.05$ ).

**Tablo 42.** Gruplar arasında preoperatif, postoperatif 1, 7, 14. gün ve 6.hafta boyunca yürüme hızı değerlerinin karşılaştırılması

	Grup	Grup	p
Yürüme hızı	Ev egzersizi	ES+ev egzersizi	0.118
	EMG+ev egzersizi	Ev egzersizi	0.114
		ES+ev egzersizi	0.983



**Şekil-15:** Hastaların preoperatif, postoperatif 1, 7, 14. gün ve 6.hafta boyunca yürüme hızı değerleri

Her bir grupta; grup içinde preoperatif değerlendirmeden itibaren tedavi süreci boyunca lysholm diz skorunda istatistiksel anlamlı fark saptandı ( $p < 0.05$ ). (Tablo 43).

Gruplar arasında preoperatif, postoperatif 1, 7. gün ve 6.hafta Lysholm diz skoru değerleri açısından istatistiksel anlamlı fark yokken ( $p > 0.05$ ), postoperatif 14. günde lysholm diz skorunda EMG-B grubunda, ev egzersizi grubuna göre istatistiksel anlamlı iyileşme saptandı ( $p < 0.05$ ) (Tablo 43), (Şekil 16).

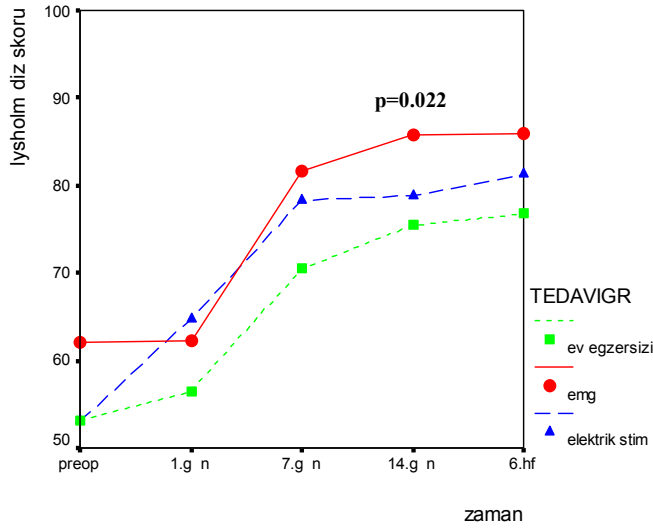
**Tablo-43:** Hastaların preoperatif, postoperatif 1, 7, 14. gün ve 6.hafta Lysholm diz skoru değerleri

	Grup 1 (Egz) (n=12)	Grup 2 (EMG-B) (n=12)	Grup 3 (ES) (n=12)	p
	Ort.±SD (min-max)	Ort.±SD(min-max)	Ort.±SD(min-max)	
Lysholm diz skoru				
Preop	53.16±13.35	62.08±11.97	53.08±15.24	0.144
Postop 1.gün	56.50±16.29	62.25±11.61	64.75±13.53	0.359
Postop 7.gün	70.50±19.57	81.66±6.84	78.33±6.38	0.120
Postop 14.gün	75.41±11.17	85.75±5.73	78.83±15.72	0.022*
Postop 6. hafta	76.75±15.96	85.91±7.86	81.25±8.37	0.224
p	0.001	0.001	0.001	

Tekrarlayan varyans analiz ölçümlerinde Lysholm diz skoru değerleri karşılaştırıldığında tedavi sürecindeki değişim açısından EMG-B grubunda, Ev egzersizi grubuna göre istatistiksel olarak anlamlı fark saptandı ( $p < 0.05$ ). (Tablo 44).

**Tablo-44:** Gruplar arasında preoperatif, postoperatif 1, 7, 14. gün ve 6.hafta boyunca Lysholm diz skoru değerlerinin karşılaştırılması

	Grup	Grup	p
Lysholm diz skoru	Ev egzersizi	ES+ev egzersizi	0.169
	EMG+ev egzersizi	Ev egzersizi	0.010
		ES+ev egzersizi	0.199



**Şekil-16:** Hastaların preoperatif, postoperatif 1, 7, 14. gün ve 6.hafta boyunca Lysholm diz skoru değerleri

### **Bulguların özeti:**

Çalışmaya 30-67 yaş arası, 21'i kadın, 15'i erkek olmak üzere toplam 36 hasta alındı.

Gruplar arasında yaş, cinsiyet, BMI, eğitim durumu, meslek, sistemik, hastalık, kronik ilaç kullanımı, diz ağrısı süresi, dize travma hikayesi, artroskopik menisektomi yapılan diz, dominant ekstremite, operasyon sonrası yürümeye yardımcı cihaz kullanımı, artroskopik menisektomi tipi, menisektomi bölgesi, menisküs yırtığı MR grade'i, medial, lateral tibiofemoral eklem ve patellofemoral eklem osteoartriti Outerbridge sınıflaması açısından istatistiksel olarak anlamlı bir fark yoktu ( $p > 0.05$ ).

Operasyon öncesi değerlendirme parametrelerinde (yürürken, dinlenmede, fleksiyon-ekstansiyon sırasında, gece VAS'ı, aktif diz fleksiyon derecesi, aktif diz ekstansiyon derecesi, diz çevresi, uyluk çevresi, manuel ekstansiyon kas gücü, VMO ve VL kası maksimum ve ortalama kontraksiyonları, yürüme hızı, lysholm fonksiyonel diz skorları) gruplar arası istatistiksel olarak anlamlı fark yoktu ( $p > 0.05$ ).

Operasyon sonrası yürümeye yardımcı cihaz kullanım süresi açısından gruplar arasında istatistiksel anlamlı farklılık saptandı ( $p < 0.05$ ). EMG-B grubunun, ev egzersizi ve elektrik stimülasyonu gruplarına göre istatistiksel olarak anlamlı daha kısa süre yürümeye yardımcı cihaz kullandığı gözlemlendi.

EMG-B grubundaki istirahat VAS'ı dışında ( $p > 0.05$ ), her bir grupta kendi içinde preoperatif değerlendirmeden itibaren tedavi süreci boyunca yürürken VAS, gece VAS, istirahat VAS, fleksiyon-ekstansiyon VAS değeri açısından istatistiksel anlamlı iyileşme saptandı ( $p < 0.05$ ).

Tedavi sürecindeki değişim açısından yürürken VAS değerleri karşılaştırıldığında, EMG-B grubunda, ev egzersizi grubuna göre istatistiksel olarak anlamlı iyileşme saptandı ( $p < 0.05$ ).

EMG-B ve ES gruplarında preoperatif değerlendirmeden itibaren tedavi süreci boyunca her bir grubun kendi içinde aktif diz fleksiyon ve ekstansiyon dereceleri



değeri açısından istatistiksel anlamlı iyileşme saptanırken ( $p < 0.05$ ), Ev egzersizi grubunda grup içinde aktif diz ekstansiyon derecesinde istatistiksel anlamlı fark saptanmadı ( $p > 0.05$ ).

Aktif diz fleksiyon ve ekstansiyon dereceleri değeri açısından tedavi sürecindeki değişim açısından gruplar arası istatistiksel anlamlı fark saptanmadı ( $p > 0.05$ ).

Diz çevresi ve uyluk çevresi değeri açısından, preoperatif değerlendirmeden itibaren tedavi süreci boyunca her bir grubun kendi içinde ( $p > 0.05$ ) (friedman testi) ve tedavi sürecindeki değişim açısından gruplar arasında istatistiksel anlamlı fark saptanmadı ( $p > 0.05$ ).

Manuel ekstansiyon kas gücü açısından, preoperatif değerlendirmeden itibaren tedavi süreci boyunca her bir grubun kendi içinde istatistiksel anlamlı fark saptanırken ( $p < 0.05$ ) ve tedavi sürecindeki değişim açısından gruplar arasında istatistiksel anlamlı fark saptanmadı ( $p > 0.05$ ).

Preoperatif değerlendirmeden itibaren tedavi süreci boyunca EMG-B ve ev egzersizi gruplarında kendi içlerinde VMO ve VL kasları maksimum ve ortalama kontraksiyon değerleri açısından istatistiksel anlamlı iyileşme saptanırken ( $p < 0.05$ ), ES grubundaki VMO kası ortalama kontraksiyonunda istatistiksel anlamlı fark saptanmadı ( $p > 0.05$ ).

Postoperatif 14. günde EMG-B grubunda, VMO ve VL kası ortalama kontraksiyon değeri açısından diğer gruplara göre ve VL kası maksimum kontraksiyonu açısından ES grubuna göre istatistiksel anlamlı iyileşme saptandı ( $p < 0.05$ ).

Tedavi sürecindeki değişim açısından VMO maksimum ve VL ortalama kontraksiyon değerleri için gruplar arası istatistiksel anlamlı fark saptanmazken ( $p > 0.05$ ), VMO ortalama ve VL maksimum kontraksiyon değerleri için EMG-B grubunda, ES grubuna göre istatistiksel olarak anlamlı iyileşme saptandı ( $p < 0.05$ ).

Yürüme hızında preoperatif değerlendirmeden itibaren tedavi süreci boyunca her bir grubun kendi içinde istatistiksel anlamlı iyileşme saptandı ( $p < 0.05$ ), ancak

tedavi sürecindeki değişim açısından gruplar arası istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmadı ( $p>0.05$ ).

Ev egzersizi grubunda postoperatif 1. günde yürüme hızı açısından diğer gruplara göre istatistiksel anlamlı fark saptandı ( $p<0.05$ ).

Lysholm diz skorunda, preoperatif değerlendirmeden itibaren tedavi süreci boyunca her bir grubun kendi içinde istatistiksel olarak anlamlı iyileşme saptandı ( $p<0.05$ ).

Postoperatif 14. günde ve tedavi sürecindeki değişim açısından lysholm diz skorunda EMG-B grubunda, ev egzersizi grubuna göre istatistiksel anlamlı iyileşme saptandı ( $p<0.05$ ).

## TARTIŞMA

Ağrı, şişlik ve hareket sırasında dizin kilitlenmesine neden olan menisküs yırtıklarında (2), dizde kilitlenme yoksa ağrı ve effüzyon için konservatif tedavi uygulanırken, bu tedaviye cevap vermeyen hastalarda en yaygın cerrahi tedavi artroskopik parsiyel menisektomidir (1,3).

Araştırmalar; minimal bir invaziv girişimle yapılan parsiyel menisektomi sonrası, hastalarda ROM kaybı ve fonksiyon bozulmasına yol açan ağrı ve şişlik (4), azalmış kuadriseps kas gücü (5) ve diz ilişkili hayat kalitesinde azalma (6) olduğunu göstermiştir. Bu tip problemlerin gözlenmesi postoperatif problemleri minimize etmek için araştırmacıları rehabilitasyon protokolleri geliştirmeye zorlamıştır (125).

Artroskopik parsiyel menisektomi sonrası yapılan kısa ve uzun dönemli çalışmalar sonucunda, cerrahiye takiben gözlemlenen fizik tedavinin yapılması gerektiği önerilmiştir (3).

Komplike olmayan artroskopik parsiyel menisektomide cerrahi sonrası fizik tedavinin, iyileşmenin hızlı olduğu erken dönemde olması önerilmektedir (3, 13). Buna rağmen artroskopik menisektomi sonrası fizyoterapi sıklıkla ihmal edilmektedir (13). Operasyon sonrası fizyoterapi alan hastalar ise aynı şekilde rehabilite edilmemekte ve artroskopik cerrahiye takiben uygulama farklılıkları bulunmaktadır (11).

Literatürde artroskopik parsiyel menisektomi sonrası fizik tedavi uygulanması gerekliliği, fizik tedavi yöntemlerinin ağrı, eklem hareket açıklığı, kas gücü, yürüme parametreleri ve fonksiyonel durum üzerine etkileri hakkında çelişkili raporlar vardır.

Bizim bu çalışmadaki amacımız; artroskopik parsiyel menisektomi uygulanan hastalarda erken mobilizasyon, ağrı kontrolü ve kas gücünün artırılması ile fonksiyonel kazanımlar için rutin ev programları dışında, kuadriseps kasına elektrik stimülasyonu ve EMG-B eğitimi etkinliklerini araştırmak ve karşılaştırmaktır.

Postoperatif inaktivasyon döneminde ekstansör mekanizmadan sorumlu kuadriseps femorisin zayıflığı postoperatif rehabilitasyon programında önemli bir

problemdir (15). Bu kas zayıflığı motor nöronların refleks inhibisyonu sonucu olarak oluşur. Patojenik kas zayıflığı olarak tanımlanır ve direkt kas yaralanması ile ilgili değildir (16-18).

M. Kirnap ve ark.'ları (15) çalışmalarında preoperatif menisküs lezyonunun kuadriseps inhibisyonuna neden olduğunu ve bunun VL kasından daha çok VMO kasını etkilediğini gözlemlədiler.

Durand ve arkadaşları da (7) kuadriseps gücünün özellikle artroskopi ile etkilendiğini gösterdiler.

Bizim çalışmamızda da her üç grupta postoperatif 1. günde vastus medialis ve vastus lateralis maksimum ve ortalama kontraksiyonu değerlerinde ortaya çıkan anlamlı azalmayı ( $p<0.05$ ) patolojik kas zayıflığına bağladık.

Kuadriseps kasında inhibisyona neden olan diğer bir faktör de dizdeki efüzyondur (126,127). Bu inhibisyon, diz eklem kapsülündeki yavaş adapte olan ruffini sonlanmalarının artmış aktivitesinin sonucu olarak ortaya çıkmaktadır (127-129). Genellikle ne kadar çok yumuşak doku diseksiyonu, özellikle kapsül insizyonu ve tamiri yapılırsa, postoperatif o kadar çok hemartroz ve kas inhibisyonu oluşur (11). Efüzyona yönelik soğuk uygulama, sadece genel sinir iletim hızı, kas spazmı ve ağrıyı azaltmaz, duyuşal sinir lifleri üzerinde yavaşlatıcı ve bloke edici etki gösterir (130). Sinir iletim hızındaki azalma ve eklem mekanoreseptörlerinin deşarjındaki yavaşlama spinal korda daha az bilginin ulaşmasına neden olur ve kas inhibisyonunu azaltır.

Biz de çalışmamızda dizde inraartiküler efüzyonu ve artrojenik kas inhibisyonunu önlemek için hastalarımıza opere ekstremitenin elevasyonu, buz uygulaması, elastik bandaj ve erken aktif egzersiz protokolü uyguladık.

Dizin fonksiyonel stabilitesi ve kuadriseps kas gücü arasında kuvvetli ilişki vardır (131). Diz cerrahisi sonrası, hastanın normal aktivitelere geri dönmesi ve normal eklem kinematikleri için güçlü kuadriseps kası gereklidir. Normal yürüme paterninin olumsuz etkilenmemesi için dizin postoperatif rehabilitasyon protokolleri

ve konservatif tedavide kuadriseps kası güçlendirme egzersizleri önemlidir (132-134).

Sağlıklı kişilerde egzersizle indüklenen güç kazanımı 2 major adaptasyona bağlanabilir. İlki kontraktıl dokunun kas hipertrofisi gibi morfolojik değişikliklerini içerir. İkincisi nöral adaptasyonlar ve nöromotor öğrenmeye bağlıdır, motor ateşleme ve kasların koordinasyonundaki değişiklikleri içerir (13). Tedavinin ilk 2-4 haftasında nöral adaptasyon ve nöromotor öğrenmenin predominant olduğu, hipertrofinin ise 4-8 haftadan sonra gecikmiş bir proses olarak dominant faktör olduğu gösterilmiştir (135,136). Egzersiz eğitiminin uzun dönem uygulanması, nöral adaptasyon kadar kontraktıl dokuda da değişikliklere (hipertrofi gibi) yol açar (13).

Artroskopik parsiyel menisektomi yapılan hastalar için fizik tedavinin etkinliğini değerlendiren çalışmalar, genellikle kullanılan tedavi programını yetersiz olarak tariflemiştir. Spesifik egzersizler için progresyon ve regresyon kriteri, kullanılan ekipman, tedavinin sıklığı ve süresi genellikle açıklanmamıştır ve tedaviyi sonlandırma kriterleri tartışmalıdır (137). Tedavinin standardizasyon yokluğu çalışmaların eksternal geçerliliği ve yararlılığını azaltmaktadır. Bunun yanında klinik çalışmalarda çift körlük sağlamak ve hastayı tedaviye kör yapmak zordur. Değerlendiriciyi tedaviye kör yapmak daha kolaydır (3). Bizim çalışmamızda değerlendiricinin tedaviye körlüğü sağlanarak çalışmanın değerliliği arttırılmıştır.

Moffet ve arkadaşları artroskopik parsiyel medial menisektomi sonrası bir gruba ev egzersizi, diğer gruba ev egzersizine ek olarak 9 seans gözlemlı fizik tedavi uyguladıklarında (13), fizik tedavi grubundaki hastalarda preoperatif ekstansiyon gücüne 3 haftada ulaşılırken, ev egzersizi grubunda bu sürenin 7-12 haftalara uzadığını gözlemlidiler (65,68,70).

Postoperatif 2. ve 6. haftada olmak üzere erken ve geç rehabilitasyonun etkilerini izokinetik ölçüm ile araştıran bir çalışmada ise gruplar arasında 10. haftada kas güçlerinde fark olmadığı bildirilmiştir (138). Kontrol grubunun olmaması, anlamlı gelişmenin postoperatif 2. haftadan daha önce ortaya çıkmış ve bunun gözden kaçmış olabileceği çalışmanın eksik tarafı olarak vurgulanmaktadır (3).

Jokl ve arkadaşlarının yaptığı artroskopik menisektomi sonrası prospektif randomize çalışmada izokinetik değerlendirme kullanılarak elde edilen sonuç ölçümlerinde de fizik tedavi grubu ile ev egzersiz grubu arasında cerrahi sonrası 2. haftada fark olmadığı bildirilmiştir (12). Ancak değerlendirmenin kör olmayışı ve vaka sayısının az olması sonucun değerini azaltmaktadır (10). Bu çalışmada temel ölçümler 2. haftada yapıldığından erken dönemde tedavi farklılığının sonuçları tespit edilememiştir (3).

Bizim çalışmamızda erken dönemde olabilecek gelişmeleri takip etmek için, hastalar postoperatif 1. haftadan itibaren değerlendirmeye alınmıştır.

Artroskopik parsiyel menisektomi sonrası, 6 hafta boyunca ev egzersizi grubu ile ek olarak haftada 3 kez standart fizik tedavi programı alan grubun karşılaştırıldığı bir çalışmada, değerlendirme parametrelerinde fark olmadığı ve hastaların günlük yaşam aktivitelerine dönmelerinde fizik tedavinin etkisinin olmadığı bildirilmiştir (3). Diğer benzer yapılmış ev egzersizi ile fizik tedavi gruplarını karşılaştıran çalışmalarda da benzer sonuçlar elde edilmiştir (65,68,70).

Bizim çalışmamızda ev egzersizi grubu preoperatif VMO ve VL kası maksimum ve ortalama kontraksiyon değerlerine postoperatif 6. haftada ulaşırken, ES grubunda preoperatif VMO kası ortalama ve VL kası maksimum kontraksiyonlarına postoperatif 1. haftada, preoperatif VL kası ortalama kontraksiyonuna 6. haftada ulaşırken, preoperatif VMO kası maksimum kontraksiyonuna 6. haftada ulaşamadığını gözlemledik. EMG-B grubunda ise preoperatif VMO kası ortalama, VL kası maksimum ve ortalama kontraksiyon değerlerine postoperatif 1. haftada, preoperatif VMO kası maksimum kontraksiyon değerine ise postoperatif 2. haftada ulaşıldı. Hastaların kas gücünün normal seviyeye dönüş hızını arttırması EMG-B'in ES ve ev egzersiz programlarına üstünlüğünü göstermektedir.

Dizin fonksiyonel stabilitesi ve kuadriseps kas gücü arasında güçlü ilişki bulunur (131).

Diz cerrahisi sonrası kas atrofisini azaltmak, diz ROM'unu sağlamak ve kas fonksiyonunu geri döndürmek için kuadriseps setting ve düz bacak kaldırma gibi

kuadriseps egzersizlerine postoperatif erken dönemde başlanmalıdır. Ağrı, ödem, normal eklem reseptör aktivitesi bozulması nedeniyle postoperatif erken dönemde hastalar bu egzersizleri doğru yapmakta zorlanırlar (139). Bu durumda klinisyen motor ünite aktivitesinin yüksek seviyelerini uyaran eğitim modalitelerini seçebilir. Bu olumsuzluk kas gücü, tendon gerimi ve eklem pozisyon feedback'leri için EMG-B cihazından sağlanan görsel ve duyulabilir sinyaller ile aşılabılır (15). Geleneksel bir metod ise elektrik stimulasyonudur, kas kontraksiyonuna neden olarak motor sinirin intramuskuler dallarını yapay olarak aktive eder (139).

Kas aktivitesinin daha yüksek seviyelerini aktive etmek için kullanılan modalite EMG'dir. Elektrik stimulasyonunun aksine EMG, kuadriseps kasını kasmayı yeniden öğrenirken hastanın sinir sisteminin tüm seviyelerinin integrasyonunu gerektirir (139).

EMG-B genellikle kas zayıflığı vakalarında kas gücünü yeniden kazanmak için kullanılır (15). Postoperatif immobilizasyona bağlı kas zayıflığının tedavisinde uygulanan klasik rehabilitasyon programlarına EMG-B eklenmesiyle egzersiz programına hastanın kompliyansı artırılabilir (21,139)

M. Kirnap ve ark.'ları (15) artroskopik menisektomi sonrası ev egzersizi ve EMG-B grupları arasında postoperatif 14. gün ve 6. haftada VMO ve VL kası elektriksel aktivitesi ve kuadriseps kas gücü arasında biyofeedback grubu lehine anlamlı farklılık buldular.

Bizim çalışmamızda ES grubundaki VMO kası ortalama kontraksiyonu hariç ( $p>0.05$ ), preoperatif değerlendirmeden itibaren tedavi süreci boyunca her bir grubun kendi içinde VMO ve VL kasları maksimum ve ortalama kontraksiyon değerleri açısından istatistiksel anlamlı iyileşme saptandı ( $p< 0.05$ ) Postoperatif 14. günde EMG-B grubunda, VMO ve VL kası ortalama kontraksiyon değeri açısından diğer gruplara göre ve VL kası maksimum kontraksiyonu açısından elektrik stimulasyonu grubuna göre istatistiksel anlamlı iyileşme saptandı ( $p<0.05$ ).Tedavi sürecindeki değişim açısından VMO maksimum ve VL ortalama kontraksiyon değerleri için gruplar arası istatistiksel anlamlı fark saptanmazken ( $p> 0.05$ ), VMO ortalama ve VL maksimum kontraksiyon değerlerinde EMG-B grubunda, ES grubuna göre istatistiksel olarak anlamlı iyileşme saptandı ( $p< 0.05$ ).

Sağlıklı bireylerde (21,140) ve diz cerrahisini takiben hastalarda (141) biofeedback ile fasilite edilmiş kuadriseps egzersizi ile sadece egzersizi karşılaştıran çalışmalarda biofeedback kullanımı ile kuadriseps kas gücü geri dönüşünde daha iyi sonuçlar bildirilmiştir.

Menisektomi hastalarında EMG-B ile ev egzersizini karşılaştıran çalışmalarda biofeedback grubunda ortalama elektrik aktivitesi çıkışında '10 kez büyüklük' ve manuel kas testi skorlarında EMG-B grubunda istatistiksel olarak daha fazla gelişme olduğu (21), izokinetik testlerle değerlendiren bir çalışmada ise, biofeedback grubunda anlamlı olarak daha büyük ekstansor tork ve kuadriseps rekrutmanı bildirilmiştir (22).

Bizim çalışmamızda manuel ekstansiyon kas gücü her bir grup için tedavi sürecinde istatistiksel anlamlı iyileşme gösterirken ( $p<0.05$ ), tedavi sürecindeki değişim açısından gruplar arasında istatistiksel anlamlı fark saptanmadı ( $p>0.05$ ).

Artroskopik menisektomi hastalarına 3 haftalık ev egzersiz programı ile ek olarak kuadriseps elektrik stimülasyonu uygulanan randomize bir çalışmada, her iki grupta da preoperatif ölçümlere göre uyluk çevresi ve izokinetik kuadriseps gücünde artış bildirilmiştir (142).

Moffet ve ark larının çalışmasında ev egzersizi grubu ile fizik tedavi grubu karşılaştırıldığında preoperatif ve postoperatif 3. hafta arasında uyluk çevresinde anlamlı fark bulunmamıştır (13).

Bizim çalışmamızda uyluk çevresi değeri açısından preoperatif değerlendirmeden itibaren tedavi süreci boyunca her bir grubun kendi içinde ve tedavi sürecindeki değişim açısından gruplar arasında istatistiksel anlamlı fark saptanmadı ( $p> 0.05$ ). Hiçbir hastada atrofi gelişmedi, bunun yanında ev egzersizi süresi 4 hafta, EMG-B ve elektrik stimülasyonu süresi 10 seans olduğu için hipertrofi de gözlenmedi.

Artroskopik cerrahi sonrası aktif ROM 'un genellikle 24-48 saatte döndüğü, kuadriseps ve hamstring kaslarının erken rehabilitasyona izin verdiği bildirilmiştir (11).



Dandy (63) artroskopik menisektominin 1. günü diz fleksiyonunun 90° ye çıkartılmasını önermektedir.

Goodwin ve arkadaşları (3) komplike olmayan artroskopik parsiyel menisektomi sonrası fizik tedavi programı alan grup ile sadece ev egzersiz programı alan grup arasında diz fleksiyon açısında 6 hafta sonunda fark olmadığını buldular.

M. Kirnap ve ark.'ları (15) artroskopik menisektomi sonrası ev egzersizi ve EMG-BF grupları arasında fleksiyon açısı ortalama değerleri için preoperatif ve postoperatif 3. günde anlamlı fark bulmazken, 14. gün ve 6. haftada biofeedback grubu lehine anlamlı farklılık buldular

Bizim çalışmamızda da hastalar cerrahiden 1 gün sonra taburcu edildiler. Aktif diz fleksiyon açılarında her bir grup için tedavi sürecinde istatistiksel anlamlı fark saptanırken ( $p < 0.05$ ), tedavi sürecindeki değişim açısından gruplar arasında istatistiksel anlamlı farklılık yoktu ( $p > 0.05$ ). Aktif diz ekstansiyonu açısından tedavi süreci boyunca ev egzersizi grubunda istatistiksel anlamlı fark saptanmazken, EMG-B ve ES gruplarında istatistiksel anlamlı iyileşme saptandı.

Artroskopik menisektomi sonrası erken dönemde diz ağrısı hastaların aktif ROM yapmalarını kısıtlar (4). Fizik tedavi programına ek olarak, ağrı için bir gruba gerçek elektrik stimülasyonu cihazı, diğer gruba plasebo elektrik stimülasyonu cihazı, üçüncü gruba ise cihazın verilmediği bir çalışmada, elektrik stimülasyonu alanların %93'ünde güçte artma, ağrıda azalma, kontrol ve plaseboya göre medikasyon ihtiyacında azalma olduğu bildirilmiştir (19).

Fizik tedavi ile kombine edilmiş elektrik stimülasyonu (ağrı için veya kas güçlendirme için) sadece fizik tedavi ile karşılaştırıldığında daha etkili olarak bulunmuştur (19,20).

Bizim çalışmamızda EMG-B grubundaki istirahat VAS'ı dışında, her bir grupta kendi içinde preoperatif değerlendirmeden itibaren tedavi süreci boyunca yürürken, gece, istirahat, fleksiyon-ekstansiyon VAS değeri açısından istatistiksel anlamlı iyileşme saptandı. Tedavi sürecinde yürürken VAS değerleri, EMG-B grubunda, ev egzersizi grubuna göre istatistiksel olarak anlamlı daha düşük saptandı.

Vervest ve arkadaşları (143) artroskopik parsiyel menisektomi sonrası bir gruba ev egzersizi, diğer gruba ev egzersizine ek olarak 3 hafta boyunca 9 egzersiz seansı uyguladıklarında çalışma sonunda fizyoterapist gözetiminde egzersiz tedavisinin daha iyi fonksiyonel sonuç ve ağrı azalması ile sonuçlandığı gösterildi. Operasyon öncesi diz ağrısı süresi bu çalışmada göz önüne alınmamıştır. Bizim çalışmamızda preoperatif diz ağrısı süresi açısından hastalar incelenmiş ve gruplar arasında istatistiksel anlamlı farklılık bulunmamıştır.

Normal yürüme paterninin olumsuz etkilenmemesi için, postoperatif rehabilitasyon protokolleri ve konservatif tedavi ile kuadriseps kası güçlendirme egzersizleri önemlidir (132,133). Yapılan çalışmalarda, artroskopik menisektominin 1. günü tam yük taşımaya izin verildiği ve ilk haftadan sonra koltuk değneğine ihtiyaç kalmadığı belirtilmiştir. (63,144) Artroskopik menisektomi hastalarının genellikle postoperatif 1 hafta içinde yardımcı cihaz olmadan yürüyebildikleri (63-69,71,73-77) ve işlerinin fiziksel ihtiyaçlarına bağlı olarak birkaç gün ile 6 haftada işe dönebilecekleri belirtilmektedir (63,66,76,77).

Menisektomi sonrası 4. haftada, diz ekstansör aktivasyonları normal değerlere dönmesine rağmen, hastalar hala merdivenleri yavaş iner ve yürürler, bu da lokomotor geri dönüşün tam olarak sağlanmadığını gösterir (6).

Bizim çalışmamızda her 3 gruptaki hastaların yürümeye yardımcı cihaz kullanımları açısından istatistiksel anlamlı farklılık yokken ( $p>0.05$ ), yürümeye yardımcı cihaz kullanım süresi EMG-B grubunda (ort. 1,66 gün), ES (ort. 5,16 gün) ve ev egzersizi (ort. 8,75 gün) grubuna göre istatistiksel olarak anlamlı daha kısa süreli bulundu.

Bizim çalışmamızda yürüme hızı postoperatif 1. günde ev egzersizi grubunda EMG-B ve ES gruplarına göre istatistiksel olarak anlamlı azalma saptandı ( $p<0.05$ ). Yürüme hızında preoperatif değerlendirmeden itibaren tedavi süreci boyunca her bir grubun kendi içinde istatistiksel anlamlı iyileşme gözlemlendi ( $p< 0.05$ ) ancak tedavi sürecindeki değişim açısından gruplar arası istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmadı ( $p>0.05$ ).

Lysholm anketi günlük yaşam aktiviteleri boyunca şikayet paterni ve fonksiyon kaybını kaydeder. ACL yaralanmalı hastalar için önerilir ancak diğer diz yaralanmaları için de uygundur (122).

Preoperatif fonksiyonel durumun kötü olması, kötü postoperatif fonksiyonel sonuç ile birlikte. İzole meniskal yırtığı olan, diğer dizi normal, relatif genç hastalarda artroskopik parsiyel menisektomi sonrası fonksiyonel sonuçlar çok iyi olarak bildirilmiştir (145).

M. Kirnap ve ark.'ları (15) artroskopik menisektomi sonrası kontrol ve EMG-B grupları arasında lysholm diz skorları için preoperatif ve postoperatif 3. günde anlamlı fark yokken, 14. gün ve 6. haftada biyofeedback grubu lehine anlamlı fark buldular.

Vervest ve ark.'ları artroskopik parsiyel menisektomi sonrası fizyoterapist gözetiminde egzersiz tedavisi ile daha iyi fonksiyonel sonuç elde ettiklerini bildirdiler (143).

Bizim çalışmamızda postoperatif 14. günde M. Kirnap ve ark.'larına benzer olarak, Lysholm fonksiyonel diz skoru açısından EMG-B grubunda ev egzersizi grubuna göre istatistiksel anlamlı iyileşme saptandı ( $p<0.05$ ), tedavi sürecindeki değişim açısından da EMG-B ve ev egzersizi grupları arasında anlamlı fark saptandı ( $p<0.05$ ).

Menisektomi sonrası, ev egzersiz programı ve fizik tedaviyi karşılaştıran bazı çalışmalarda gruplar arasında diz fonksiyonel skoru açısından fark bulunmadığı bildirilmiştir (3, 13).

40 yaş üzeri hastalara artroskopik parsiyel menisektomi uygulanan bir çalışmada menisektomi zamanındaki yaşın sonuçları kötü etkilemediği, operasyon sırasında dejeneratif değişikliklerin olup olmasının esas sorun olduğu bildirilmiştir (73). Bizim çalışmamızda gruplar arasında yaş ortalamaları ve operasyon sırasında tespit edilen osteoartrit düzeyleri açısından istatistiksel anlamlı fark yoktu.

Parsiyel lateral menisektomi ile parsiyel medial menisektomiye göre daha az iyi sonuçlar elde edildiği bildirilmiştir (146).

Bizim alışmamızda gruplar arasında medial ve lateral menisektomi uygulanması açısından istatistiksel anlamlı farklılık yoktu ( $p>0.05$ )

Moffet ve ark larının çalışmasında meniskal lezyon tipinin tedaviye cevabı etkilemediği, preoperatif g düzeyinin postoperatif g için n görücü olduğu bildirilmiştir (13).

Bizim alışmamızda meniskal lezyon tipi açısından gruplar arasında istatistiksel anlamlı farklılık yoktu.

EMG-B ile yapılmış az sayıda çalışma vardır, bizim çalışmamızda hasta sayısının azlığı dezavantajdı. Daha geniş hasta sayıları ile kontrollü, kr çalışmalara ihtiyaç vardır.

Artroskopik parsiyel menisektomi sonrası, konvansiyonel egzersiz programına görsel ve işitsel uyarı sağlayarak hastanın egzersize katılımını artıran EMG-B tedavisinin eklenmesi hastanın preoperatif kas güçlerine daha erken ulaşmasını ve tedavi sürecinde diz fonksiyonel durumunun daha iyi olmasını sağlar.

## SONUÇ

Bu çalışmada artroskopik parsiyel menisektomi sonrası hastaların bir grubuna ev egzersiz programı, ikinci gruba ev egzersizine ek olarak kuadriseps kasına EMG-B eğitimi, üçüncü gruba ev egzersizine ek olarak kuadriseps kasına elektrik stimülasyonu tedavilerinin uygulanmasıyla şu sonuçlar elde edilmiştir:

1- Ev egzersizine ek olarak EMG-B eğitimi alan grupta operasyon sonrası yürümeye yardımcı cihaz kullanım süresinin, diğer gruplara göre istatistiksel anlamlı kısa olduğu saptandı.

2- EMG-B grubundaki istirahat VAS'ı dışında, her üç grupta da kendi içinde tedavi sürecinde tüm VAS parametreleri açısından istatistiksel olarak anlamlı iyileşme saptandı ( $p < 0.05$ ).

3-Tedavi sürecindeki değişim açısından yürürken VAS değerleri karşılaştırıldığında, EMG-B grubunda, ev egzersizi grubuna göre istatistiksel olarak anlamlı iyileşme saptandı ( $p < 0.05$ ).

4- Ev egzersizi grubundaki aktif diz ekstansiyon derecesi dışında ( $p > 0.05$ ), her üç grupta da kendi içinde tedavi sürecinde aktif diz fleksiyon, ekstansiyon açıları ve manuel ekstansiyon kas güçlerinde istatistiksel anlamlı iyileşme saptandı ( $p < 0.05$ ). Ancak tedavi sürecindeki değişim açısından gruplar arasında istatistiksel anlamlı fark saptanmadı ( $p > 0.05$ ).

5-Diz çevresi ve uyluk çevresi değeri açısından, preoperatif değerlendirmeden itibaren tedavi süreci boyunca her bir grubun kendi içinde ( $p > 0.05$ ) ve tedavi sürecindeki değişim açısından gruplar arasında istatistiksel anlamlı fark saptanmadı ( $p > 0.05$ ).

6- Elektrik stimülasyonu grubundaki VMO kası ortalama kontraksiyonu hariç ( $p > 0.05$ ), preoperatif değerlendirmeden itibaren tedavi süreci boyunca her bir grubun kendi içinde VMO ve VL kasları maksimum ve ortalama kontraksiyon değerleri açısından istatistiksel anlamlı iyileşme saptandı ( $p < 0.05$ ).

7- Postoperatif 14. günde EMG-B grubunda, VMO ve VL kası ortalama kontraksiyon değeri açısından diğer gruplara göre ve VL kası maksimum kontraksiyonu açısından elektrik stimülasyonu grubuna göre istatistiksel anlamlı iyileşme saptandı ( $p<0.05$ ).

8- Tedavi sürecindeki değişim açısından VMO maksimum ve VL ortalama kontraksiyon değerleri için gruplar arası istatistiksel anlamlı fark saptanmazken ( $p>0.05$ ), VMO ortalama ve VL maksimum kontraksiyon değerleri için EMG-B grubunda, ES grubuna göre istatistiksel olarak anlamlı iyileşme saptandı ( $p<0.05$ ).

9- Ev egzersizi grubu preoperatif VMO ve VL kası maksimum ve ortalama kontraksiyon değerlerine postoperatif 6. haftada ulaşırken, EMG-B grubu preoperatif VMO kası ortalama, VL kası maksimum ve ortalama kontraksiyon değerlerine postoperatif 1. haftada, preoperatif VMO kası maksimum kontraksiyon değerine ise postoperatif 2. haftada ulaştı.

10- ES grubu ise preoperatif VMO kası ortalama ve VL kası maksimum kontraksiyonlarına postoperatif 1. haftada, preoperatif VL kası ortalama kontraksiyonuna 6. haftada ulaşırken, preoperatif VMO kası maksimum kontraksiyonuna 6. haftada hala ulaşamadılar.

11- Yürüme hızında preoperatif değerlendirmeden itibaren tedavi süreci boyunca her bir grubun kendi içinde istatistiksel anlamlı iyileşme saptandı ( $p<0.05$ ), ancak tedavi sürecindeki değişim açısından gruplar arası istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmadı ( $p>0.05$ ).

12- Ev egzersizi grubunda postoperatif 1. günde yürüme hızı açısından diğer gruplara göre istatistiksel anlamlı fark saptandı. ( $p<0.05$ ).

13- Lysholm diz skorunda, preoperatif değerlendirmeden itibaren tedavi süreci boyunca her bir grubun kendi içinde ( $p<0.05$ ) ve tedavi sürecindeki değişim açısından EMG-B grubunda, Ev egzersizi grubuna göre istatistiksel olarak anlamlı iyileşme saptandı ( $p<0.05$ ).

14- Postoperatif 14. günde lysholm diz skorunda EMG-B grubunda, ev egzersizi grubuna göre istatistiksel anlamlı iyileşme saptandı ( $p<0.05$ ).

## ÖZET

**Amaç:** Bu çalışmada artroskopik parsiyel menisektomi sonrası uygulanan ev egzersizi, kuadriseps kasına EMG-Biofeedback (EMG-B) ve kuadriseps kasına elektrik stimülasyonu tedavilerinin; diz ağrısı, eklem hareket açıklığı, uyluk kas atrofisi, diz ekstansör kas gücü, yürüme hızı ve diz fonksiyonel durumuna etkilerini araştırmak amaçlandı.

**Gereç ve yöntem:** Çalışmaya artroskopik parsiyel menisektomi uygulanan 36 hasta alındı. Hastalar randomize olarak üç gruba ayrıldı. Birinci gruba ev egzersizi, ikinci gruba ev egzersizine ek olarak kuadriseps kasına EMG-B eğitimi, üçüncü gruba ev egzersizine ek olarak kuadriseps kasına elektrik stimülasyonu tedavisi uygulandı. EMG-B ve Rus stimülasyonu programının kullanıldığı elektrik stimülasyonu tedavisi, kuadriseps kasına izometrik kontraksiyon yaptırmak için 2 hafta süreyle toplam 10 seans uygulandı. Hastalar, preoperatif, postoperatif 1, 7, 14.gün ve 6. haftada tedaviye kör bir hekim tarafından, ağrı (yürürken, istirahatte, fleksiyon-ekstansiyon sırasında ve gece VAS ile), aktif diz fleksiyon, ekstansiyon derecesi, diz ve uyluk çevresi ölçümü, manuel ekstansiyon kas gücü, VMO ve VL kası maksimum ve ortalama kontraksiyonları, yürüme hızı, Lysholm fonksiyonel diz skorları açısından değerlendirildi.

**Bulgular:** EMG-B grubunda operasyon sonrası yürümeye yardımcı cihaz kullanım süresi, diğer gruplara göre olarak anlamlı şekilde kısa bulundu ( $p<0.05$ ). Tedavi sürecindeki değişim açısından yürürken VAS değerinde EMG-B grubunda ev egzersizi grubuna göre anlamlı iyileşme saptandı ( $p<0.05$ ). Postoperatif 14. günde EMG-B grubunda, VL kası maksimum kontraksiyonu sadece elektrik stimülasyonu grubuna göre anlamlı iyileşirken, VMO ve VL kası ortalama kontraksiyon değeri açısından diğer iki gruba göre anlamlı iyileşme saptandı ( $p<0.05$ ). Tedavi sürecindeki değişim açısından incelendiğinde VMO ortalama ve VL maksimum kontraksiyon değerlerinde EMG-B grubunda, ES grubuna göre anlamlı iyileşme saptandı ( $p< 0.05$ ). Ev egzersizi grubu preoperatif VMO ve VL kası maksimum ve ortalama kontraksiyon değerlerine postoperatif 6. haftada ulaşırken, EMG-B grubu postoperatif 1. ve 2. haftalarda ulaştı. EMG-B grubunda postoperatif 14. günde ve tedavi sürecindeki değişim açısından incelendiğinde, Lysholm

fonksiyonel diz skorunda, ev egzersizi grubuna göre anlamlı iyileşme saptandı ( $p < 0.05$ ).

**Sonuç:** Çalışmamızın sonuçları artroskopik parsiyel menisektomi sonrası, konvansiyonel egzersiz programına görsel ve işitsel uyarı sağlayarak hastanın egzersize katılımını artıran EMG-B tedavisinin eklenmesinin, hastanın preoperatif kas güçlerine daha erken ulaşmasına ve tedavi sürecinde diz fonksiyonel durumunun daha iyi olmasına yol açtığını göstermiştir.



## SUMMARY

**Purpose:** In this study, effects of home exercises, EMG–Biofeedback (EMG-B) to quadriceps muscle and electrical stimulation to quadriceps muscle on knee pain, range of motion, thigh muscle atrophy, strength of knee extension, gait velocity and functional situation of knee after arthroscopic partial meniscectomy were purposed to investigate.

**Material and Methods:** Thirty six patients applied arthroscopic partial meniscectomy were taken to this study. Patients were divided into 3 groups randomly. Home exercises were applied in all groups. In the second group EMG-B and in the third group electrical stimulation to quadriceps muscle were added to home exercises as treatment. EMG-B and electrical stimulation treatment with usage of Russian stimulation program were applied 10 sessions for 2 weeks to make isometric contraction to quadriceps muscle. Patients were evaluated for pain (VAS during walking, resting, flexion-extension and night), active knee flexion-extension degree, measurement of knee and thigh circumference, manual muscle extension strength, average and maximum contractions of VMO and VL muscles, gait velocity, Lysholm functional knee scores preoperatively and at postoperative 1<sup>st</sup>, 7<sup>th</sup>, 14<sup>th</sup> days and 6<sup>th</sup> week by a physician blind to treatment.

**Findings:** In the EMG-B group, the using time of gait assistance devices after operation was significantly shorter than other groups ( $p < 0.05$ ). For changes at the treatment period, significant improvement on VAS value during walking was determined at EMG-B group according to home exercise group ( $p < 0.05$ ). While maximum contraction of VL muscle at postoperative 14<sup>th</sup> day in EMG-B group was only improved according to electrical stimulation group, for average contraction values of VMO and VL muscles, significant improvement was determined according to other two groups ( $p < 0.05$ ). For changes at treatment period, when average VMO and maximum VL muscle contraction values were examined, significant improvement was determined in EMG-B group according to ES group ( $p < 0.05$ ). While home exercise group reaches preoperative VMO and VL muscle maximum and average contraction values at postoperative 6 week, EMG-B group reached at postoperative 1 and 2<sup>nd</sup> weeks., When postoperative 14<sup>th</sup> day and changes at

treatment period were examined, significant improvement in EMG-B group was determined for Lysholm functional knee score according to home exercise group ( $p < 0.05$ ).

**Results:** Our studies results show that after arthroscopic partial meniscectomy, addition of EMG-B treatment, increasing participation of patients to exercise with providing visual and auditory stimulus, to conventional exercise program give rise to reach patient's preoperative muscle strength much earlier and functional situation of knee much better during treatment period.

## KAYNAKLAR

1. B.A.Casazza, J.L.Young, K.K.Rossner. Ekstremitelerin kas iskelet sistemi patolojileri, Diz patolojileri Braddom RL(Ed), 2.Ed, Physical Med and rehabilitation; WB. Saunders Company Philadelphia, Pennsylvania, 2000: 834-842
2. St-Pierre DM. Rehabilitation following arthroscopic meniscectomy. Sports Med. 1995;20:338-347.
3. Goodwin PC, Morrissey MC, Omar RZ, Brown M, Southall K, McAuliffe TB. Effectiveness of supervised Physical Therapy in the Early Period After Arthroscopic Partial Meniscectomy. Journal of the American Physical Therapy Association. 2003;83:520-535
4. Hoser C, Fink C, Brown C, et al. Long term results of arthroscopic partial lateral meniscectomy in knees without associated damage. J Bone Joint Surg Br. 2001;83:513-516
5. Rangger C, Klestil T, Gloetzer W, et al. Osteoarthritis after arthroscopic partial meniscectomy. Am J Sports Med. 1995;23:240-244
6. Durand A, Richards CL, Malouin F, Bravo G. Motor recovery after arthroscopic partial meniscectomy: analyses of gait and the ascent and descent of stairs. J Bone Joint Surg Am. 1993;75:202-214
7. Durand A, Richards CL, Malouin F. Strength recovery and muscle activation of the knee extensor and flexor muscles after arthroscopic meniscectomy. Clin Orthop 1991;262:210-226
8. St-Pierre DMM, Laforest S, Paradis S, Leroux M, Charron J, Racette D, Dalzell M. Isokinetic rehabilitation after arthroscopic meniscectomy. Eur J Appl Physiol 1992;64:437-443
9. Wheatley WB, Krome J, Martin DF. Rehabilitation programmes following arthroscopic meniscectomy in athletes. Sports Med 1996;21:447-456

10. Goodyear-Smith F, Arroll B Rehabilitation after arthroscopic meniscectomy: a critical review of the clinical trials *International Orthopaedics* 2001;24:350-353
11. Zarins B, Boyle J, Harris BA. Knee rehabilitation following arthroscopic meniscectomy. *Clin Orthop* 1985;198:36-42
12. Jokl P, Stull PA, Lynch JK, Vaughan V Independent home versus supervised rehabilitation following arthroscopic knee surgery-a prospective randomised trial. *Arthroscopy* 1989; 5: 298-305.
13. Helene Moffet, Carol L.Richards, Francine Malouin, Gina Bravo, Gaston Paradis. Early and intensive physiotherapy accelerates recovery postarthroscopic meniscectomy: Results of a randomised controlled study. *Arch Phys Med Rehabil* 1994;75:415-426
14. Timm KE. Postsurgical Knee Rehabilitation, a five year study of four methods and 5381 patients. *Am J Sports Med* 1988;16:463-468
15. Kirnap M, Çalış M, Turgut A.O, Halıcı M, Tuncel M. The efficacy of EMG-biofeedback training on quadriceps muscle strength in patients after arthroscopic meniscectomy. *New Zealand Med J* 2005;28:118-224
16. Bolgla LA, Keskula DR. Reliability of lower extremity functional performance tests. *J Orthop Sports Phys Ther.* 1997;26:138-42.
17. Hopkins JT, Ingersoll CD, Krause BA, et al. Effect of knee joint effusion on quadriceps and soleus motoneuron pool excitability. *Med Sci Sports Exerc.* 2001;33:123-6.
18. Hurley MV. The effects of joint damage on muscle function, proprioception and rehabilitation. *Man Ther.* 1997;2:11-17.
19. Maletius W, Messner K. The effect of partial meniscectomy on the long term prognosis of knee with localized, severe chondral damage. *Am J Sports Med.* 1996;24:258-262.

20. Birch NC, Sly C, Brooks S, Powles DP. Anti-inflammatory drug therapy after arthroscopy of the knee. A prospective, randomised, controlled trial of diclofenac or physiotherapy. *J Bone Joint Surg (Br)* 1993;75:650-652
21. Krebs DE. Clinical electromyographic feedback following meniscectomy: A multiple regression experimental analysis. *Phys Ther* 1981;61:1017-1022
22. Levitt R, Deisinger JA, Remondet Wall J, Ford L, Cassisi JE. EMG feedback-assisted postoperative rehabilitation of minor arthroscopic knee surgeries. *J Sports Med Phys Fitness*. 1995;35(3):218-23.
23. Moore KL. *Clinically Oriented Anatomy*. 3rd. Ed. Williams and Wilkins. Baltimore, 1992, 477-487.
24. Soames RW. : *Gray's Anatomy*. Thirty-Eighth Ed. Churchill-Livingstone. 1995, 484-500
25. Turek SL. : *Ortopedi İlkeleri ve Uygulamaları, Türkçeleştirme Editörü: Ege R. Yargıçoğlu Matbaacılık, Cilt: 2. Ankara. 1980, 1190-1299.*
26. Odar İV. : *Anatomi Ders Kitabı. Elif Matbaacılık, Cilt: 1, Ankara. 1984, 103-149*
27. Hohl M. Larson RL, Jones D: Fractures and Dislocations of the Knee, in: Rockwood CA, Green DP. Ed. *Fractures in Adults JB. Lippincott Company. vol: 2. 1984, 1429-1491*
28. Mİ Arman: *Diz Muayenesi; Beyazova M, Kutsal YG (Ed), Fiziksel tıp ve rehabilitasyon; Güneş kitabevi, Ankara, 2000: 317-325*
29. Arıncı K *Anatomi Cilt: 1. 1995, 89-160.*
30. Timothy Brindle, John Nyland, Darren L. Johnson: The meniscus: Review of basic principles with application to surgery and rehabilitation. *Journal of Athletic Training* 2001;36(2):160-169
31. Shrive NB, O'Connor JJ, Goodfellow JW. Load-bearing in the knee joint. *Clin Orthop Relat Res*. 1978;131:279-87.

32. Thompson WD, Thaete FL, Fu FH, Dye SF Tibial meniscal dynamics using three-dimensional reconstruction of magnetic resonance images. *Am J Sports Med.* 1991;19:210-215
33. Arnoczky SP, Warren RF Microvasculature of the human meniscus. *Am J Sports Med* 1982;10:90-95.
34. Day B, Mackenzie WG, Shim SS, Leung G. The vascular and nerve supply of the human meniscus. *Arthroscopy.* 1985; 1:58-62
35. Arnoczky S, Adams M, Mow V. The meniscus. In: Buckwalter J, Woo S, eds. *The injury and Repair of Musculoskeletal Soft Tissue* Park Ridge, IL: American Academy of Orthopaedic Surgeons: 1988:467-537.
36. Levy IM, Torzilli PA, Warren RF. The effect of medial meniscectomy on anterior-posterior motion of the knee. *J Bone Joint Surg Am* 1982;64:883-888.
37. Fithian DC, Kelly MA. Material properties and structure-function relationships in the menisci. *Clin Orthop Relat Res.* 1990;252:19-31. Review.
38. Voloshin AS, Wosk J. Shock absorption of meniscectomized and painful knees: a comparative in vivo study. *J Biomed Eng.* 1983;5(2):157-61.
39. Levy IM, Torzilli PA, Gould JD, Warren RF The effect of total meniscectomy on motion of the knee. *J Bone Joint Surg Am* 1989;71:401-406
40. Aspen RM, Yarken YE, Hukins DWL: Collagen orientations in the meniscus of the knee joint. *J Anat*, 140: 371, 1985.
41. Bullough PG, Munuera L, Murphy J, Weinstein AM: The strength of the menisci of the knee as it relates to their fine structure. *J Bone Joint Surg, (Br)* 52 B: 564, 1970.
42. Herwig J, Egner E, Buddecke E. Chemical changes of the human knee joint menisci in various stages of degeneration. *Ann Rheum Dis.* 1984;43:635-640
43. Cabaud HE, Rodkey WO, Fitzwater JE: Medial meniscus repairs: an experimental and morphological study. *Am J Sports Med* 9:129, 1981.

44. Curtis RJ, DeLee JC, Drez DJ, Jr: Reconstruction of the anterior cruciate ligament with freeze-dried fascia lata allografts in dogs: preliminary report. *Am J Sports Med*, 1985;13: 408-14
45. Hamberg P, Gillquist J, Lysholm J: Suture of new and old peripheral meniscal tears *J Bone Joint Surg (AM)*, 1983;65A:193-7.
46. Henning CE, Lynch MA, Clark JR: Vascularity for healing of meniscus repairs. *Arthroscopy*, 1987;3:13-8.
47. Stone RG, Van Winkle GN: Arthroscopic review of meniscal repair: assessment of healing parameters. *Arthroscopy*, 1986;2:77-81.
48. DeHaven K, Stone R. Meniscal repair. In: Shahriaree H, ed. *O'Connor's Textbook of Arthroscopic Surgery*. Philadelphia, PA: Lippincott, Inc;1983:327-338
49. Creenshow AH, *Campbell's operative Orthopaedics*, 1299-2305,1987 98-braddom s836-842)
50. Dandy DJ: The arthroscopic anatomy of symptomatic meniscal lesions. *J Bone Joint Surg*, 1990;72B: 628-633.
51. Smiliie IS: *Injuries of the knee joint*, 4th. edition Edinburg L London, Churchill Livingstone, 1973;23- 130.
52. S.Açıkgozoğlu Rehabilitasyonda görüntüleme yöntemleri H.Oğuz, E.Dursun, N Dursun (ed) *Tıbbi Rehabilitasyon 2004*, 159-245.
53. Wheatley WB, Krome J, Martin DF. Rehabilitation programmes following arthroscopic meniscectomy in athletes. *Spots med*. 1996;21:447-456.
54. Erol Sk: Diz bölgesinin yumuşak doku yaralanmaları.Ege R.Ed. *Travma*. 1981,476-493.
55. Miller RH: *Knee Injuries*. In: *Campbell's Operative Orthopaedics*. Ninth Ed./edited by S.Terry Canale. Mosby Company. Vol 2.1998, 113-1281

56. Insall JN: Anatomy of the knee. In Insall JN. Ed Surgery of the knee. With 23 contributors. Churchill-Livingstone. New York. 1993, 1-595
57. Anderson AF, Lipscomb AB: Clinical diagnosis of meniscal tears. *Am J Sports Med.* 1986, 14:291-293
58. Small NC Historical perspectives in Office. In: *Operative arthroscopy.* Raven Press 1994, 1-5
59. Canale ST: *Campbell's Operative Orthopaedics.* Vol 3, Tenth edition. Mosby Company, Philadelphia, 2003; 2515-2612
60. DeHaven KE, Black KP, Griffiths HJ. Open meniscus repair. Technique and two to nine year results. *Am J Sports Med.* 1989; 17(6):788-95. Review.
61. DeHaven KE. Decision-making factors in the treatment of meniscus lesions. *Clin Orthop Relat Res.* 1990; (252):49-54. Review.
62. Cooper DE, Arnoczky SP, Warren RF Arthroscopic meniscal repair. *Clin Sports Med.* 1990; 9(3):589-607. Review.
63. Dandy DJ Early results of closed partial meniscectomy. *Br Med J* 1978; 1:1099-1100
64. Patel D, Fahmy N, Sakayan A Isokinetic and functional evaluation of the knee following arthroscopic surgery. *Clin Orthop Relat Res.* 1982; (167):84-91.
65. Hamberg P, Gillquist J, Lysholm J, Oberg B. The effect of diagnostic and operative arthroscopy and open meniscectomy on muscle strength in the thigh. *Am J Sports Med* 1983; 11:289-92
66. Hershman EB, Nisonson B. Arthroscopic meniscectomy: a follow-up report. *Am J Sports Med.* 1983; 11(4):253-7.
67. Hamberg P, Gillquist J. Knee function after arthroscopic meniscectomy. A prospective study. *Acta Orthop Scand.* 1984; 55(2):172-5.



68. Hamberg P, Gillquist J, Lysholm JA. Comparison between arthroscopic meniscectomy and modified open meniscectomy. A prospective randomised study with emphasis on postoperative rehabilitation. *J Bone Joint Surg Br.* 1984;66(2):189-92.
69. Ferkel RD, Davis JR, Friedman MJ. Arthroscopic partial medial meniscectomy: an analysis of unsatisfactory results. *Arthroscopy.* 1985;1(1):44-52.
70. Jensen JE, Conn RR, Hazelrigg G, Hewet JE. The use of transcutaneous neural stimulation and isokinetic testing in arthroscopic knee surgery. *Am J Sports Med.* 1985;13(1):27-33.
71. Martens MA, Backaert M, Heyman E, Mulier JC. Partial arthroscopic meniscectomy versus total open meniscectomy. *Arch Orthop Trauma Surg* 1986;105:31-5
72. Löhnert J, Raunest J. Follow-up results of 3,500 arthroscopic operations on the knee joint. *Surg Endosc.* 1989;3(2):100-5.
73. Jackson RW, Rouse DW. The results of partial arthroscopic meniscectomy in patients over 40 years of age. *J Bone Joint Surg Br.* 1982;64(4):481-5.
74. Northmore-Ball MD, Dandy DJ Long-term results of arthroscopic partial meniscectomy. *Clin Orthop Relat Res.* 1982;(167):34-42.
75. Northmore-Ball MD, Dandy DJ, Jackson RW. Arthroscopic, open partial, and total meniscectomy. A comparative study. *J Bone Joint Surg Br.* 1983;65(4):400-4.
76. Tregonning RJA. Closed partial meniscectomy. Early results for simple tears with mechanical symptoms. *J Bone Joint Surg Br.* 1983;65(4):378-82.
77. Aglietti P, Buzzi R, Bassi PB, Pisaneschi A Results of arthroscopic meniscectomy. *Ital J Orthop Traumatol.* 1986;12(3):315-25.
78. Prietto CA, Caiozzo V, Prietto P, McMaster W. Closed versus open partial meniscectomy: Postoperative changes in the force-velocity relationship of muscle. *Am J Sports Med.* 1983;11:189.

79. Lotke PA, Lefkoe R. and Ecker M: Late results following partial meniscectomy in an older population. J Bone Joint Surg. 1981;63A:115-9.
80. Nordin M, Frankel V. Basic Biomechanics of the Musculoskeletal System. 2nd ed. Philadelphia, PA: Lea and Febiger;1989:323
81. Woo SL, Gomez MA, Woo YK, Akeson WH. Mechanical properties of tendons and ligaments, II: the relationships of immobilization and exercise on tissue remodeling. Biorheology. 1982;19:397-408.
82. Zamora AJ, Marini JF. Tendon and myo-tendonous junction in an over-loaded skeletal muscle of the rat. Anat Embryol (Berl). 1988;179:89-96.
83. Gökbel H: Egzersiz fizyolojisi; Oğuz H (Ed), Tıbbi rehabilitasyon; Nobel tıp kitabevleri, İstanbul, 1995: 281- 293
84. Hoffman MD, Sheldahl LM, Kraemer WJ: Therapeutic exercise; Delisa JA, Gans BM (Ed) 3.Ed, Rehabilitation medicine principles and practice; Lippincott-Raven Publishers Philadelphia 1998: 697-743
85. Gürsel Y: Terapötik egzersizler; Beyazova M, Kutsal YG (Ed), Fiziksel tıp ve rehabilitasyon; Güneş kitabevi, Ankara, 2000: 909-929
86. Dursun H, Özgül A: Tedavi edici egzersizler; Oğuz H (Ed), Tıbbi rehabilitasyon; Nobel tıp kitabevleri , 2004: 491-527
87. Tuncer T: Elektroterapi; Beyazova M, Kutsal YG (Ed), Fiziksel tıp ve rehabilitasyon Güneş kitabevi, Ankara, 2000: 771- 789
88. Arman Mİ: Elektroterapi; Oğuz H (Ed), Tıbbi rehabilitasyon; Nobel tıp kitabevleri, İstanbul, 1995: 251- 264
89. Mysiw WJ, Jackson RD: Electrical stimulation; Braddom RL(Ed), 2.Ed,Physical Med and rehabilitation; WB. Saunders Company Philadelphia, Pennsylvania, 2000: 459- 487

90. Wright J, Herbert M.A, Velzquez R, Bebechko W.P: Morphologic and histochemical characteristics of skeletal muscle after long term intramuscular electrical stimulation. *Spine* 1992;17:767-770.
91. Munsat TL, Mc Neal D, Waiers R: Effects of nerve stimulation on human muscle. *Archives of Neurology* 1976;33:608-17.
92. Kahanovitz N, Weiser B: Lateral electrical surface stimulation (LESS) compliance in adolescent female scoliosis patient. *Spine* 1986;11:753-755.
93. Gibson JN, Smith K, Rennie MJ. Prevention of disuse muscle atrophy by means of electrical stimulation maintenance of protein synthesis, *Lancet*: 1988;2:767-70.
94. Synder-Mackler L, Ladin Z, Schepsis AA, Young TC. Electrical stimulation of the thigh muscles after reconstruction of the anterior cruciate ligament. *J Bone Joint Surg Am.* 1991;73:1025-36.
95. Fisher N.M. Kame V.D. et al: Quantitative evaluation of a home exercise program on muscle and functional capacity of patients with osteoarthritis. *Am. J. Phys. Med. Rehabil.* 1994;73:413-20.
96. Currier DP, Mann R. Muscular strength development by electrical stimulation in healthy individuals. *Physical Therapy* 1983;63:915-21.
97. Halil Koyuncu, İlhan Karacan Temel Elektroterapi; Oğuz H (Ed), *Tıbbi rehabilitasyon; Nobel tıp kitabevleri, İstanbul, 2004, 411-433*
98. Mohr T, Carlson B, Sulentic C Comparison of isometric exercise and high volt galvanic stimulation on quadriceps femoris muscle strength. *Phys Ther.* 1985 May;65(5):606-12.
99. Basford JR: *Physical agents; Delisa JA, Gans BM (Ed), 3.Ed, Rehabilitation medicine principles and practice; Lippincott-Raven Publishers Philadelphia 1998: 483-503*

100. Gibson JNA, Smith K, Rennie MJ. Prevention of disuse muscle atrophy by means of electrical stimulation: maintenance of protein synthesis. *The Lancet* 1998;767-769
101. Eriksson E, Haggmark T. Comparison of isometric muscle training and electrical stimulation supplementing isometric training in the recovery after major knee ligament surgery. *American journal of sports medicine* 1979;7:169
102. Goul N, Donnermeyer D, Gammon GG, Pope M, Ashikaga T. Transcutaneous muscle stimulation to retard disuse atrophy after open meniscectomy. *Clinical Orthopedics and Related research* 1983;178:190-197
103. Nelson RM, Currier DP. In: *Clinical Electrotherapy*. Appleton-Lange Connecticut.1991
104. Binokay S.(çeviren). Deri duyuları ve derin ve visseral duyu.In: Ganong WF. *Tıbbi Fizyoloji*.Bariş Kitabevi İstanbul 1996:151-165
105. Algun ZC. Spastisitede Fizyoterapi-Rehabilitasyon. XVI. Geleneksel Çubukçu Simpozyumu Konuşmaları 1989: 11-21
106. Julie De Vahl. NMES in rehabilitation. In: Meryl Roth Gers, ed. *Electrotherapy in Rehabilitation*. F. A. Davis Company, Philadelphia. 1992:233-251
107. Risberg M.A, Mork M, Jenssen HK, Holm I. Design and implementation of a neuromuscular training program following anterior cruciate ligament reconstruction. *J Orthop Sports Phys Ther* 2001;31(11):620-31.
108. Gould N, Donnermeyer D, Pope M. Transcutaneous muscle stimulation as a method to retard disuse atrophy. *Clin Orthop Relat Res*. 1982;164:215-20.
109. Omura Y.Basic electrical parameters for safe and effective electro-therapeutics for pain, neuromuscular skeletal problems, and circulatory disturbances. *Acupunct Electrother Res*. 1987;12(3-4):201-25. Review.

110. Sisk TD, Stralka SW, Deering MB: Effect of electrical stimulation on quadriceps strength after reconstructive surgery of the anterior cruciate ligament. *Am J Sports Med* 1987;15:215-220
111. Laughman R, Youdas JW: Strength changes in the normal quadriceps femoris muscle as a result of electrical stimulation. *Phys Ther*, 1983;63:494-499
112. McMiken D, Todd-Smith M. Strengthening of human quadriceps muscle by cutaneous electrical stimulation. *Scand J Rehabil Med* 1983;15:25-28
113. Koyuncu H, Karacan I. Temel Elektroterapi. In: Oğuz H, Erbil D, Nigar D, eds. *Tibbi Rehabilitasyon. İstanbul Nobel Tıp Kitabevi* 2004: 411-431
114. Dursun E, Biofeedback; Oğuz H, Dursun E, Dursun N (Ed), *Tibbi rehabilitasyon; Nobel tıp kitabevleri*, 2004: 447-459
115. Asfour SS, Khalil TM, Waly SM, et al. Biofeedback in back muscle strengthening. *Spine*. 1990 Jun;15(6):510-3.
116. Beckham JC, Keefe FJ, Caldwell DS, et al: Biofeedback as a means to alter electromyographic activity in a total knee replacement patient. *Biofeedback Self Regul*, 1991;16:23-35
117. Brudny J, Korein J, Grynbaum BB, et al. EMG feedback therapy: review of treatment of 114 patients. *Arch Phys Med Rehabil*. 1976;57(2):55-61.
118. Croce RV. The effects of EMG Biofeedback on strength acquisition *Biofeedback Self Regul*, 1986;11:299-310
119. Baker M, Regenos E, Wolf SL, Basmajian JV Developing strategies for biofeedback. Applications in neurologically handicapped patients. *Phys Ther*. 1977;57(4):402-8.
120. Brucker BS, Ince LP. Biofeedback as an experimental treatment for postural hypotension in a patient with a spinal cord lesion. *Arch Phys Med Rehabil*. 1977;58(2):49-53.

121. Wolf SL. Essential considerations in the use of EMG biofeedback . *Phys Ther* 1978;58:25-31
122. Tegner Y, Lysholm J. Rating systems in the evaluation of knee ligament injuries. *Clin Orthop Relat Res.* 1985;(198):43-9.
123. Akgün K, Akarırmak Ü. Klinik Değerlendirme H.Oğuz, E. Dursun, N Dursun (ed) *Tıbbi Rehabilitasyon 2004*, 117-158
124. Outerbridge RE. The etiology of chondromalacia patellae. *J Bone Joint Surg Br.* 1961;43-B:752-7.
125. Lucca JA, Recchiuti SJ. Effect of electromyographic biofeedback on an isometric strengthening program. *Phys Ther.* 1983;63:200-3
126. Baxendale RH, Ferrell WR, Wood L. Knee joint distension and quadriceps maximal voluntary contraction in man. *J Physiol.* 1985;367:100P.
127. Spencer JD, Hayes KC, Alexander IJ. Knee joint effusion and quadriceps reflex inhibition in man. *Arch Phys Med Rehabil.* 1984;65:171-177.
128. Hopkins JT, Ingersoll CD, Edwards JE, Cordova ML. Changes in soleus motoneuron pool excitability after artificial knee joint effusion. *Arch Phy Med Rehabil.* 2000;81:1199-1203.
129. Iles JF, Stokes M, Young A. Reflex actions of knee joint afferents during contraction of human quadriceps. *Clin Physiol.* 1990;10:489-500.
130. Knight KL. *Cryotherapy in Sport Injury Management.* Champaign, IL: Human Kinetics; 1995:301.
131. Keays SL, Bullock-Saxton JE, Newcombe P, Keays AC. The relationship between knee strength and functional stability before and after anterior cruciate ligament reconstruction. *J Orthop Res.* 2003;21:231-7
132. Moxley Scarborough D, Krebs DE, Haris BA. Quadriceps muscle strength and dynamic stability in elderly persons. *Gait Posture.* 1999;10:10-20.

133. Lewek M, Rudolph K, Axe M, Synder-Mackler L. The effect of insufficient quadriceps strength on gait after anterior cruciate ligament reconstruction. *Clin Biomech.* 2002;17:56-63.
134. Moffet H, Richards CL, Malouin F, Bravo G. Impact of knee extensor strength deficits on stair ascent performance in patients after medial meniscectomy. *Scan J Rehabil Med.* 1993;25:63-71.
135. Komi PV. Training of muscle strength and power: interaction of neuromotoric, hypertrophic and mechanical factors. *Int J Sports Med* 1986;(suppl 7):10-5.
136. Enoka RM. Muscle strength and its development, new perspectives. *Sports Med* 1988;6:146-68.
137. Maletius W, Messner K. The effect of partial meniscectomy on the long term prognosis of knees with localized, severe chondral damage. *Am J Sports Med.* 1996;24:258-262.
138. Matthews P, St-Pierre DMM. Recovery of muscle strength following arthroscopic meniscectomy. *J Orthop Phys Ther.* 1996;23:18-26.
139. Draper V, Ballard L. Electrical stimulation versus electromyographic biofeedback in the recovery of quadriceps femoris muscle function following anterior cruciate ligament surgery. *Phys Ther* 1991;71:455-61
140. Lucca JA, Recchiuti SJ. Effect of electromyographic biofeedback on isometric strengthening program. *Phys Ther.* 1983;63:200-203
141. Draper V. Electromyographic biofeedback and recovery of quadriceps femoris muscle function following anterior cruciate ligament reconstruction. *Phys Ther.* 1990;70:11-17
142. Williams RA, Morrissey MC, Brewster CE. The effect of electrical stimulation on quadriceps strength and thigh circumference in meniscectomy patients. *J Orthop Sports Phys Ther* 1986;8:143-146.

143. Vervest JS, Maurer J, Schambergen R, Bie RA, Bulstra SK. Effectiveness of physiotherapy after meniscectomy. *Knee Surg, Sports Traumatol, Arthrosc*1999;7:360-364.
144. Whipple TL, Caspari R, Meyers J. Arthroscopic meniscectomy: An effective, efficient technique. *Orthop. Trans.* 1981;5:336.
145. Dennis S, Meredith B. S, Losina E, Mahomed N. N, Wright J, Katz. Factors predicting functional and radiographic outcomes after arthroscopic partial meniscectomy: Review of the literature 2005;21:211-223.
146. Gillquist J, Oretorp N. Arthroscopic partial meniscectomy: technique and long term results. *Clin Orthop.* 1982;167:29-33.



## EK

### OPERASYON GÜNÜ:

**Soğuk uygulama:** 2saatte bir 20 dakika buz uygulama  
Hafif kompresyon sargısı

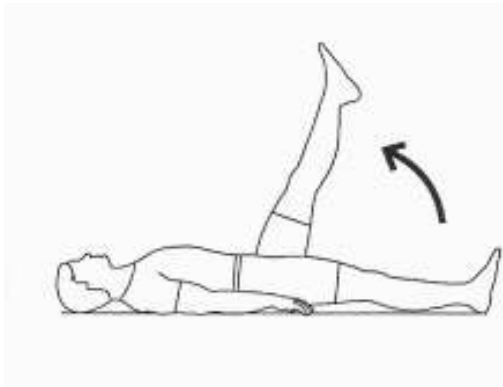


- 1-Bacakları uzatarak yere oturun.  
Dizin arkasını yere doğru itmeye çalışarak,  
Uyluk kaslarını kasın.  
10'a kadar sayın, gevşeyin.  
Hareketi 30 kez tekrarlayın.  
2 saatte bir bu egzersizi yapın.

- 2-Bacakları düz olarak uzatın.  
Kalçalardan hafifçe öne eğilerek,  
ellerinizi ayak parmaklarına değdirmeye çalışın,  
30'a sayana kadar bu pozisyonda kalın, daha sonra gevşeyin  
.Dizleri bükmeyin.  
Günde 3 kez, 5'er dakika uygulayın.



- 3-Sırt üstü yere uzanın.  
Bacaklardan birini düz olarak mümkün olduğunca yukarıya kaldırın ve yavaşça indirin  
Günde 3 kez, 50 defa bu egzersizi yapın.



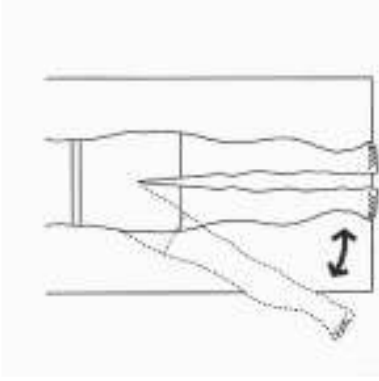
## 1-3.GÜNLER

**Soğuk uygulama:** 2saate bir 20 dakika.

**Yürüme:** İki koltuk değneği ile tolere edilebildiği kadar yük verin.  
Hafif kompresyon sargısı uygulanabilir.

4-Sırt üstü bacaklar bitişik uzanın.

Dizi bükmeden bacağınızı yana açın,sonra yavaşça kapatın.  
Günde 3 kez, 20'şer defa bu hareketi yapın



5- Yan yatın.

Üstteki bacağı dizden bükerek, alttaki bacağın önünde yere basın.

Altta bacağı düz tutup, yukarı kaldırın, sonra yavaşça indirin.

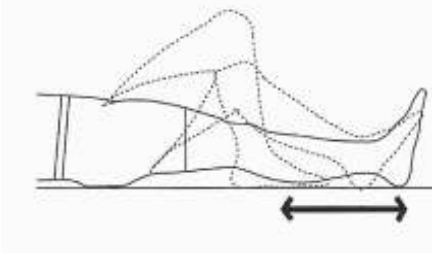
Günde 3 kez, 20'şer defa bu hareketi yapın



6- Sırt üstü yere uzanın.

Topuğunuzu yerden kaldırmadan kalçaya doğru sürükleyin, sonra tekrar uzatın.

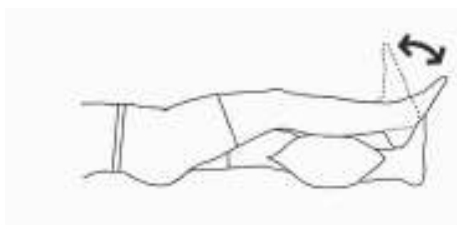
Günde 3 kez, 30'ar defa bu hareketi yapın.



7-Sırt üstü yatın.Ayaklarınız altına yastık koyun.

Ayak bileğinizi yukarı aşağı hareket ettirin.

Günde 4 kez 50'şer defa bu hareketi yapın.



## 4-7. GÜNLER

**Daha önce yapılan tüm egzersizlere devam edilir.**

**Yürüme:** İki koltuk değneğinden tek koltuk değneğine geçilir.

Topallama olmadan yürüyebildiğinde koltuk değnekleri bırakılır.

Hafif kompresyon sargısı uygulanabilir.

8-Ayaklarınızı uzatarak oturun.

Ayağınızın uç kısmı etrafına bir havlu dolayın.

Havluyu nazikçe çekin, dizi düz tutun,

30'a sayana kadar bu pozisyonda kalın, sonra serbest bırakın.

Günde 3 kez, 5'er dakika uygulayın.

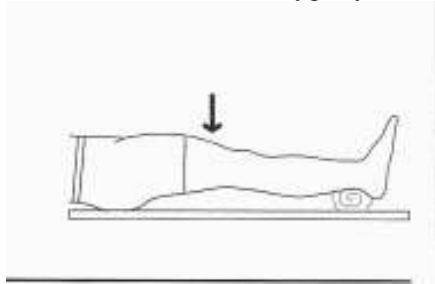


9-Sırt üstü yatın.

Ayak bileğiniz altına rulo havlu koyun.

Bacağınızı gevşetin ve gerginliği hissederek 30'a kadar sayın.

Günde 3 kez, 5'er dakika uygulayın.



10- Bacakları düz olarak uzatın.

Kalçalardan hafifçe öne eğilerek,

ellerinizi ayak parmaklarına değdirmeye çalışın,

30'a sayana kadar bu pozisyonda kalın, daha sonra gevşeyin

.Dizleri bükmeyin.

Günde 3 kez, 5'er dakika uygulayın.



## 1-2 HAFTA

**Daha önce yapılan tüm egzersizlere devam edilir.**

11-Yüzükoyun yatın.

Bacağınızı bükerek, topuğunuzu kalçanıza değdirmeye çalışın.

Günde 3 kez, 50'şer defa yapın.



12-Ayakta durun, denge için bir sandalyeye tutunun.

Parmak uçlarınızda yükselin, sonra başlangıç pozisyonuna dönün.

Günde 3 kez, 50'şer defa yapın.

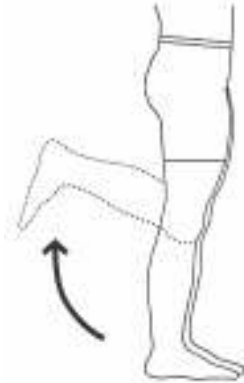


13-Ayakta durun.

Bacağınızı bükerek, topuğunuzu kalçanıza değdirmeye çalışın

Günde 3 kez,50'şer defa yapın.

3 numaralı egzersizi, ayak bileğine 1-2 kg ağırlık bağlayarak yapın.



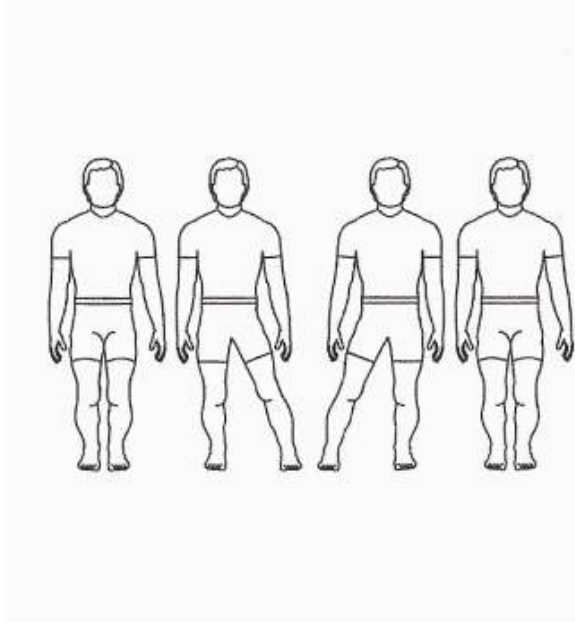
14- 13 numaralı egzersizi, ayak bileğine 1-2 kg ağırlık ekleyerek yapın.

15- 3 numaralı egzersizi, ayak bileğine 1-2 kg ağırlık ekleyerek yapın.

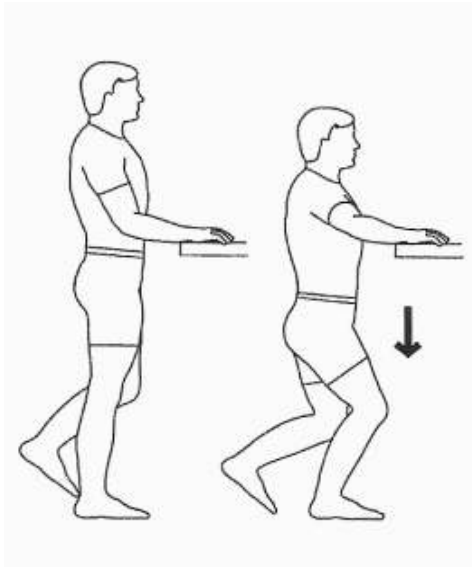
## 2-4. HAFTA

Daha önce yapılan tüm egzersizlere devam edilir.

16- Ayaklarınızı omuzlar genişliğinde açarak ayakta durun.  
Dizlerinizi hafifçe bükerek çömelin.  
Hızla sola iki adım atın, durun ve sonra hızla iki adım sağa atın  
Günde 4 kez, 25'er defa yapın



17-Denge için bir masaya tutunun.  
Tek bacak üstünde durun.  
Dizinizi yavaşça bükün, bu pozisyonda 5'e kadar sayın.  
Ayakta durur pozisyona geri dönün.  
Günde 4 kez, 25'er defa yapın



## KOLTUK DEĞNEĞİ KULLANIMI:

Koltuk değneklerini kullanırken, tüm vücut ağırlığını koltuk altına vermeden kollara yüklenin.

### Oturur durumdan ayağa kalkma:

Koltuk değneklerini sağlam taraftaki el ile tutun. Diğer elden destek alın.



Sağlam bacağına ağırlık vererek sandalyeden kalkın.  
Ayakta denge kurunca, bir koltuk değneğini hasta tarafa alın.  
Ayaktayken oturmak için ise bu hareketlerin tersini yapın.



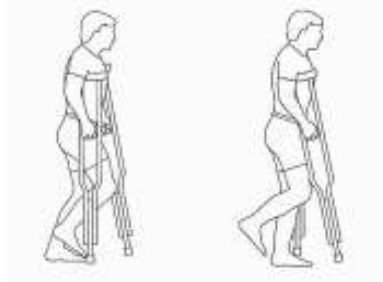
### Koltuk değnekleri ile 3 nokta yürüme:

Vücut ağırlığını sağlam bacağına verin.  
İki koltuk değneğini öne ilerletin.  
Hasta bacağı koltuk değneklerine doğru ilerletin.  
Sonra sağlam bacağı koltuk değneklerine doğru ilerletin.  
Hasta bacağına hiç yük verilmeyebilir veya tam yük verilebilir. (doktorunuza danışınız)



### Koltuk değnekleri ile 2 nokta yürüme:

Bir koltuk değneği ve karşı ayağı öne ilerletin.  
Öndeki ayak ve koltuk değneğine ağırlık verin.  
Öteki değnek ve ayağı öne ilerleterek ağırlığınızı bunlara verin.  
Bu şekilde yürümeye devam edin.



## **TEK KOLTUK DEĞNEĞİ İLE YÜRÜME:**

Koltuk değneğini sağlam tarafta tutun ve ağırlığı sağlam bacağına verin.  
Koltuk değneği ve hasta bacağı öne ilerletin.  
Ağırlığınızı hasta bacak ve koltuk deyneğine verin.  
Sağlam ayakla adım atın.



## **KANADİYEN VEYA BASTON KULLANIMI:**

Baton sağlam ele alınır. Baston, dirsek 30 derece bükük olacak şekilde ayarlanmalıdır.  
1-Ayaklar yanyana, baston sağlam elde, bastonun ucu küçük ayak parmağı yanında.



2-Önce bastonu bir adım uzunluğunda öne ilerletin.



3- Karşı ayakla adım atın.



4-Diğer ayakla adım atarak başlangıç pozisyonuna gelin.

