

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

Tez Yöneticisi  
Yrd. Doç. Dr. Kaan UZUNCA

**DİZ OSTEOARTRİTLİ OLGULARDA EMG  
BİOFEEEDBACK UYGULAMASININ ETKİNLİĞİNİN  
KLİNİK VE SİNTİGRAFİK OLARAK  
DEĞERLENDİRİLMESİ**

**(Uzmanlık Tezi)**

**Dr. Esra ESEN**

EDİRNE -2006

## **TEŞEKKÜR**

Uzmanlık eğitimimde katkısı olan Anabilim Dalı Başkanımız Doç. Dr. Murat BİRTANE'ye, tez yöneticisi olarak katkılarını ve yardımlarını esirgemeyen Yrd. Doç. Dr. Kaan UZUNCA'ya, yetişmemdeki katkıları nedeniyle Prof. Dr. Siranuş KOKİNO, Doç. Dr. Ferda ÖZDEMİR, Doç. Dr. Hakan TUNA, Yrd. Doç. Dr. H. Aral HAKGÜDER, Yrd. Doç. Dr. Nurettin TAŐTEKİN, Uzm. Dr. Derya DEMİRBAĞ KABAYEL'e, tezimdaki yardımlarından dolayı Biyoistatistik Anabilim Dalından Yrd. Doç. Dr. Nesrin TURAN'a ve yaşadığımız tüm güzellikler için asistan arkadaşlarıma teşekkür ederim.

## İÇİNDEKİLER

<b>GİRİŞ VE AMAÇ</b> .....	1
<b>GENEL BİLGİLER</b> .....	3
<b>DİZ ANATOMİSİ</b> .....	3
<b>DİZİN BİYOMEKANIĞI</b> .....	4
<b>İSKELET KASININ YAPISI</b> .....	4
<b>ÇİZGİLİ KASLARIN KONTRAKSİYON MEKANİZMASI</b> .....	5
<b>DİZ OSTEOARTRİTİ</b> .....	7
<b>KUVVETLENDİRME EGZERSİZLERİ</b> .....	10
<b>BİOFEEDBACK UYGULAMASI</b> .....	14
<b>BİOFEEDBACK TÜRLERİ</b> .....	17
<sup>99m</sup> <b>TC-MIBI PERFÜZYON SİNTİGRAFİSİ</b> .....	25
<b>GEREÇ VE YÖNTEMLER</b> .....	26
<b>BULGULAR</b> .....	33
<b>TARTIŞMA</b> .....	47
<b>SONUÇLAR</b> .....	57
<b>ÖZET</b> .....	60
<b>SUMMARY</b> .....	62
<b>KAYNAKLAR</b> .....	64
<b>EKLER</b>	

## KISALTMALAR

<b>EHA</b>	: Eklem hareket açıklığı
<b>EMG</b>	: Elektromiyografi
<b><sup>99m</sup>Tc-MIBI</b>	: Technetium methoxy isobutyl isonitril
<b>VAS</b>	: Vizüel analog skala
<b>VKİ</b>	: Vücut kitle indeksi
<b>VMO</b>	: Vastus medialis oblikus
<b>VL</b>	: Vastus lateralis
<b>WOMAC</b>	: Western Ontario and McMaster

## GİRİŞ VE AMAÇ

Osteoartritin prevalansı yaşam süresinin uzaması, şişmanlığın yaygınlaşması ve spor yaralanmaları gibi bazı travmaların daha sık görülmesi gibi nedenlerle artmaktadır. Diz, osteoartritte semptomatik olarak en sık tutulan eklemdir (1).

Karmaşık yapısı ve biyomekanik özellikleri nedeniyle, diz eklemine ait sorunların gerek konservatif tedavisi, gerek rehabilitasyon programları özel bir ilgi gerektirmektedir (2). Çeşitli nedenlerle kuvvet kaybı ya da atrofiye uğrayan kasların kuvvetlendirilmesi rehabilitasyonda önemli bir yer tutmaktadır (3).

Diz osteoartritli olgularda ağrı, hareket kısıtlılığı ve tutukluk sonucu gelişen kullanılmama süreci içinde dizin eklem hareket açıklığı (EHA)'da azalma, diz çevresi kaslarında atrofi görülebilmektedir. Hatta uyluk üzerinde ölçülebilir bir atrofi gelişmeden de özellikle ekstansör mekanizmadan sorumlu olan kuadriseps femoris kas gücünde azalma olduğu gözlenmiştir (4,5).

Kas atrofisi, güç ve endurans kaybı ve ekstremitelerde koordinasyon bozukluğu, hastanın günlük yaşam aktivitelerini gerçekleştirmesini olumsuz yönde etkiler (6). Bu nedenle atrofiye uğrayan kasların kuvvetlendirilmesi rehabilitasyonda önemli bir yer tutar.

Kas kuvvetlendirilmesinde klasik olarak izometrik, izotonik ve izokinetik egzersizler kullanılmaktadır. Eklem hareketlerinin kısıtlandığı diz osteoartriti gibi dejeneratif hastalıklarda ise izometrik egzersizler akut ve kronik dönemde yaygın olarak uygulanmaktadır (3). Hastanın kendisinin yapacağı bu egzersizlerin yanı sıra elektromiyografi (EMG) "biofeedback" de kuvvetlendirme egzersizlerine destek ve yardımcı olarak kullanılabilir.

“Biofeedback” insan vücudunda normal halde olan ya da anormal hale gelmiş olan irade dışı veya hissedilmeyen, bazı fizyolojik olayların, genellikle elektronik cihazlar kullanılarak oluşturulan görsel, işitsel uyarılar şeklinde ortaya konarak, kontrol edilmesini öğreten tekniktir. Sinir sisteminin somatik, motor ve otonom kısımlarının istemli nöral kontrolü esasına dayanır.

“Biofeedback” uygulamasında, fark edilmeyen fizyolojik olaylara kişinin bilinçli müdahale etmesi amaçlanmaktadır. Görüntü ya da ses sağlayıcı sistemler, kayıt ve yetişmiş personelin gerekli olduğu özel bir tekniktir (7).

Kuvvetlendirme egzersizleri ile elde edilen kazanımlar sonucunda dinamometrik inceleme ve muayenede kas gücünde artma, ağrıda azalma, hipertrofi ve fonksiyonlarda rahatlama saptanabilir (8).

Kastaki kazanımın hücresel boyutu biyopsilerle gösterilebileceği gibi invaziv olmayan bir yöntem olan <sup>99m</sup>Tcnetium methoxy isobutyl isonitrit (<sup>99m</sup>Tc-MIBI) sintigrafisi ile de gösterilebilir (9).

Bu çalışmada, diz osteoartritli hastalarda kuadriseps femoris kasına EMG “biofeedback” uygulamasının ağrı, atrofi-hipertrofi, günlük yaşam aktiviteleri ve diğer klinik parametreler ve kas, miyokard ve tümör perfüzyon ajanı olarak kullanılan <sup>99m</sup>Tc-MIBI sintigrafisi ile elde edilen hücresel metabolizma üzerine etkisinin araştırılması amaçlandı.

## GENEL BİLGİLER

### DİZ ANATOMİSİ

Diz eklemi insan vücudundaki en büyük eklemdir. Femur, tibia ve patella kemikleri arasında ortak bir eklem boşluğuna sahip iki fonksiyonel eklem olan patellofemoral ve tibiofemoral eklemlerden meydana gelir. Dizin temel fonksiyonu vücut ağırlığının taşınması ve yürümenin sağlanmasıdır (1,2,10,11).

Eklemi arkada oblik popliteal ligaman kuvvetlendirir. Eklem kapsülünün iç yüzeyini döşeyen sinovial zar, menisküs dışında tüm intraartiküler yapıları örter (10). Eklem boşluğu, eklem kıkırdağı ve sinoviumdan oluşan bir üçlü yapı içermesi nedeniyle sinovial tip eklemler arasında yer alır (12).

Dizin ekstraartiküler yapıları içerisinde ön yüzde, anterior kompleks dediğimiz yapıda kuadriseps tendonu, patellar tendon, infrapatellar yağ yastıkçığı, medial ve lateral retinakulum yer alır (10).

Dizin antero-superior grup kaslarını oluşturan *kuadriseps femoris*, dizin ekstansör mekanizmasından sorumlu en önemli yapıdır. Dört parçadan oluşur:

*Rectus femoris*, yüzeyde *spina iliaca anterior superior*, derinde asetabulumun üst kenarından iki baş şeklinde başlayıp daha sonra birleşerek aşağı doğru uzanır ve patellaya yapışır.

*Vastus lateralis*, *trokanter major* ve lateral intermuskuler septumdan başlar, lateral patellar retinakulumuna fibröz uzantılar verdikten sonra kuadriseps tendonuna katılır.

*Vastus medialis*, trokanterik çizginin alt kısmından başlar ve *linea asperanın* medial kısmına yapışır. Distalde kuadriseps tendonu şeklinde devam ederken, medial patellar retinakulumuna da fibröz uzantılar verir.

*Vastus intermedius*, kuadriseps kasının en derindeki kısmını oluşturur.

## **DİZİN BİYOMEKANIĞI**

Diz ekleminde temel olarak fleksiyon, ekstansiyon, az bir miktar da rotasyonel hareketler söz konusudur. Abduksiyon ve adduksiyon hareketleri ise yok diyebileceğimiz kadar azdır. Bu hareket kombinasyonlarını fleksiyonun ilk 20 derecelik kısmında yuvarlanma, bu açıdan sonraki kısmında ise kayma şeklinde gerçekleştirir. Tam fleksiyon 140°, tam ekstansiyon 0°, 90° fleksiyonda iç rotasyon 30°, dış rotasyon 45° dir (10,12).

Bu hareketler, biyomekanik olarak üç farklı hareketle gerçekleşmektedir (2):

Yuvarlanma hareketi femur kondilleri ve tibia platosu arasındadır.

Kayma hareketi fleksiyonun ilk 30° si içinde yuvarlanma hareketi ile birlikte gerçekleşirken, 30° fleksiyondan sonra sadece kayma hareketi olur. Eğer bu kayma ve yuvarlanma hareketleri birlikte olmamış olsaydı dizin fleksiyon açısı daha küçük olurdu.

Vida hareketi femur kondillerinin asimetrisi ve büyüklüklerinin aynı olmamasından kaynaklanan bir harekettir. Tam ekstansiyon ile ilk 15° lik fleksiyon açısında gerçekleşir. Diz tam ekstansiyona gelirken son 15° lik kısımda femurun tibia üzerindeki internal rotasyonu ile kilit çözülür (12).

## **İSKELET KASININ YAPISI**

### **Kas Fibrilinin Mikroskobik Yapısı**

İskelet kası, kas fibrilleri ile motor ünitelerden oluşur. Her fibril değişik genişlik ve boyutta olabilen sinsisyal bir hücredir. Diğer hücreler gibi kas hücresi, sarkolemmal nükleus içeren sarkoplazma ile sarkolemma denilen hücre membranından oluşur. Sitoplazma kontraktıl miyofibrillere dönüşen hücre kısmıdır. Kas hücresindeki nükleusların sayıları birkaç yüz civarında olup bölünme yetenekleri yoktur (13).

Kas hücresi diğer hücrelerden farklı olarak uzun iğ şeklindedir ve fibril adını alır. Fibril, dış yüzeyinde bağ dokusundan oluşan endomisyum ile örtülüdür. Fibrillerin longitudinal şekilde birleşerek oluşturdukları fasiküllerin çevresi perimisyum ile çevrilidir. Fasiküllerin bir araya gelmesiyle oluşan kas dokusu kalın ve kuvvetli bir membran olan epimisyum ile örtülüdür. Her bir kas hücresi içinde sayıları birkaç bini bulan, esas kontraktıl



elemanlar olan miyofibriller bulunur. Miyofibriller aktin ve miyozin filamanlarından oluşur.

Miyofibriller fizyolojik özellikleri açısından ekstrasfasal ve intrafusal olmak üzere iki gruba ayrılır. Miyofibrillerde ışık mikroskobu ile gözlenebilen anizotropik A bandı, izotropik I bandı ve T bandını ikiye bölen Z membranı vardır. İki Z bandı arasında kalan kısım sarkomer adını alır. Sarkomer iskelet kasının gerçek kontraktıl ünitesidir. Sarkotubuler sistem miyofibrilleri hem enlemesine hem de boyuna çevreleyen iletken bir ağıdır. Elektrik uyarının ilgili motor ünite kapsamındaki miyofibrillerin tümüne aynı anda iletilmesini sağlar. Longitudinal tübüller kalsiyum depo eder ve salıverir. Transvers tübüller ise aksiyon potansiyelini kas potansiyelinin içine doğru yayar ve bu akım kası kontraksiyona sevk eder. Bu iletimin hızı Tip II fibrillerde Tip I fibrillere oranla daha süratlidir (13).

Mitokondriler miyofibriller arasında yerleşmiş keseciklerdir. İç yüzeyi enzim molekülleri ile kaplı olduğundan çok geniştir. Krebs siklusu gibi enerji üreten tüm reaksiyonlar mitokondri içinde gerçekleşir (13).

## **ÇİZGİLİ KASLARIN KONTRAKSİYON MEKANİZMASI**

### **İskelet Kasının İnnervasyonu**

Motor, duysal ve sempatik sinirler ile olur. Medulla spinalisin ön köklerinden çıkan her bir alfa motor nöron, kasın tipine göre 5 ile 2000 arasında değişen kas fibriline dal verir (14).

### **Motor Ünite ve Kas Fibrilleri**

Bir alfa motor nöron; akson, miyonöral bileşke ve bunların innerve ettiği kas fibrilinden oluşur. Alfa motor nöronun boyutu ve fonksiyonu farklılık gösterir. Yavaş kas fibrillerini innerve edenler en düşük aktivasyon frekansına sahip küçük motor nöronlardır. Hızlı fibrilleri ise büyük nöronlar innerve ederler. Motor ünite içindeki kas fibrilleri spesifik, fonksiyonel, metabolik ve histokimyasal özelliklerine göre üç gruba ayrılırlar (15). Her bir motor ünite kas fibrilleri histolojik olarak aynı yapıdadır. Kas içinde tüm fibril tipleri kendine özgü kontraktıl özellikleri gösterecek şekilde farklı miktarlarda bulunur. Motor ünite ne kadar az fibril varsa oluşturduğu kas o kadar süratli kasılır (16). Hızlı lifler büyük hız ve güçle kasılabilen soluk renkli miyofibrillerdir. Ancak aerobik yoldan enerji sağlama yetersiz olduğu için çabuk yorulurlar (14). Yavaş lifler kırmızı renkli olup çok sayıda mitokondriye sahip oldukları için aerobik yoldan enerji sağlama yetenekleri yüksektir. Yorgunluğa dayanıklıdırlar. İntermediyer lifler iki grubun arasında olan topluluğu

oluştururlar. Primer olarak tonik fonksiyon gerektiren kaslarda yavaş kas fibrilleri daha fazla bulunur. Dinamik hareketleri gerçekleştiren kaslarda ise hızlı kas fibrilleri daha fazladır. Buna karşın kasların çoğu çok fonksiyonlu olduğundan dolayı beklenenden daha fazla fibril karışımına sahiptir. Örneğin, *vastus lateralis* ve *rektus femoris* kaslarındaki yavaş kas fibril oranı %30-60 arasında değişmektedir (17).

Yaşlanma ile birlikte kas kütlesi, fibril sayısı, fonksiyon gören motor ünite sayısında azalma olduğu bildirilmiştir (18,19). Bu açıdan alt ekstremitelerin daha fazla etkilendiği düşünülmektedir. Yaşlanma ile yavaş kasılan fibrillerde artış, hızlı kasılan fibrillerde azalma olduğu bildirilmiştir (20). Maksimal güç üretimi yaşlanma ile özellikle de 50 yaşından sonra azalmaktadır. İzometrik ve dinamik kas kuvveti de azalır, kas kontraksiyon zamanı ise artar.

### **İskelet Kasının Kontraksiyonu**

Fizyolojik kas kontraksiyonu alfa motor üniteden depolarizasyonun iletilmesi ile başlar. Kas fibrilinde oluşan aksiyon potansiyeli, transvers tübüler sistem yoluyla sarkoplazmik retikulum membran sistemine iletilir ve kalsiyum salınması gerçekleşir. Kontraksiyon sırasında aktin ve miyozin filamanları arasındaki etkileşim, miyozin başının dişli çark mandalı benzeri rotasyonu ile sonuçlanır. Huxley'in kayma teorisine göre kontraksiyon sırasında miyozin başı, miyozin ile arasındaki açığı azaltarak aktine bağlanır ve bu açığı 45 dereceye indirerek aktini miyozin üzerinde kaydırır. Aksiyon potansiyelinin yayılması ile sarkolemma depolarize olur, kalsiyum salınır, kalsiyum troponine bağlanır, gerekli enerji açığa çıkar ve aktin miyozin üzerinde kayar. Kalsiyumun troponinden ayrılması ile çapraz köprüler inhibe olur ve böylece aktin miyozinden sıyrılır, kas gevşer (21).

### **Kontraksiyon Tipleri**

**1. İzometrik kontraksiyon:** Kas boyutunun sabit kaldığı ancak tonusunun arttığı statik bir kontraksiyon şeklidir. İzometrik egzersiz esnasında fizik kanunlarına göre mekanik bir iş yapılmış olmaz. I bandı kısalır, H zonu kaybolur.

**2. İzotonik konsantrik kontraksiyon:** Dinamik bir kasılma şeklidir. Kasın tonusu ve gerilimi değişmezken, boyu kısalır. Pozitif mekanik bir iş yapılmış olur.

**3. İzotonik ekzantrik kontraksiyon:** Dinamik bir kasılma şeklidir. Kasın tonusu ve gerilimi artarken boyu da uzar. Yapılan mekanik iş negatif karakterlidir.

**4. İzokinetik kontraksiyon:** Hareket hızının en üst düzeyde tutulduğu maksimal bir kasılma şeklidir. Kasta oluşan gerilim hareketin tamamında, yani bütün açılarda en üst seviyede tutulur. Hareket boyunca gerilim, sabit bir şekilde devam ettirilir (3).

## **DİZ OSTEOARTRİTİ**

Diz ağrısı özellikle orta-ileri yaşlarda en sık görülen semptomlardan biridir. Bu kişilerde diz ağrısının en önemli nedeni, diz osteoartritidir. Osteoartritin prevalansı yaşam süresinin uzaması, şişmanlığın yaygınlaşması ve bazı travmaların daha sık görülmesi gibi nedenlerle artmaktadır. Diz, osteoartritte semptomatik olarak en sık tutulan eklemdir (1).

Diz osteoartriti aslında tibiofemoral ve patellofemoral osteoartrit şeklinde ikiye ayrılır. Tibiofemoral osteoartritte esas olarak medial kompartman tutulur ve bu form daha sık görülür. (1).

### **Etyoloji**

Etyolojisi kesin olarak bilinmemektedir. Kıkırdağın dejeneratif sürecinin başında sentezlenen proteoglikan ve kollajen sentezinin kaliteli olmaması etken olabilir. Sonuçta, kıkırdakta yıpranma, eklemün lubrikasyon kalitesinde azalma, osteofit oluşumu ve ağrı gelişimi gözlenir (10).

### **Risk Faktörleri**

Osteoartrit, önceleri yaşlanmanın doğal bir sonucu olarak düşünülürdü. Ancak günümüzde hastalığın yalnızca bir kıkırdak yıpranması olmadığı anlaşılmıştır. Kıkırdak yanında kemik, sinovya ve diğer eklem yapılarını etkileyen değişik sitokinler, inflamatuvar mediatörler ve enzimlerin önemli rol oynadığı dinamik bir süreçtir. Osteoartrit gelişiminde genetik yatkınlık, cinsiyet, yaşlanma, travma, tekrarlayan zorlanmalar ve hormonal faktörler gibi birçok faktör rol oynar (1).

### **Klinik Bulgular**

Osteoartritin en önemli semptomu ağrıdır. Ağrı genellikle tutulan eklemden sınırlıdır. Başlangıçta tipik olarak hareketle artar ve istirahat ile azalır. Olayın ilerlemesi ile en küçük hareket sonrası ve hatta istirahatte de ağrı görülmeye başlar. Uykuda eklemi koruyan kas tonusunun azalması nedeni ile ağrı artar ve hastayı uykudan uyandırabilir (1).

Ağrı yanında tutukluk-sertlik, krepitasyon, eklem hareketlerinde kısıtlanma, deformiteler gözlenebilir. Sabahları uykudan uyanınca ve hareketsiz dönemlerden sonra görülen tutukluk-sertlik osteoartritte sık görülen bir semptomdur ve genellikle kısa sürelidir. Hastalar diz çökme, merdiven çıkma, sandalyeye oturup kalkma sırasında zorluk çekerler (1).

Muayenede tutulan eklem üzerinde duyarlılık saptanabilir. Hastaların çoğunda tutulan eklemün pasif hareketleri ağrılıdır. Eklem hareketi sırasında eklem kıkırdağının kaybına ve

eklem yüzeyindeki düzensizliğe bağlı krepitasyon alınması osteoartritin önemli fizik muayene bulgularındandır (1,10). Krepitasyon yanında marjinal osteofitler, hafif şiddette efüzyon ve sinovit, ekstansiyonda kısıtlanma ve kuadriseps kas atrofi saptanabilir (1).

### **Laboratuvar Bulguları**

Osteoartritin tanısal bir laboratuvar bulgusu yoktur. Eritrosit sedimentasyon hızı, C reaktif protein, rutin kan sayımları ve kan biyokimya testleri normaldir. Sinovial sıvı noninflamatuardır (1).

Radyolojik değerlendirmede ilk bulgu sıklıkla tibia platosu kenarlarında, interkondillar eminensia ve patella üst kenarında osteofit oluşumudur. Daha geç olgularda diz eklem aralığının özellikle medial bölümünde daralma, subkondral skleroz ve kist gelişimi gözlemlenebilir (10).

### **Tanı Kriterleri**

Klinik yaklaşımda ilk basamak, ağrının gerçekte diz osteoartrite bağlı olup olmadığını araştırmaktır. Tanıda Amerikan Romatizma Birliği tarafından geliştirilmiş kriterler kullanılır (22).

### **Diz Osteoartritin Kuadriseps Kası Üzerine Etkileri**

Osteoartrit en sık karşılaşılan eklem sorunlarından biridir. Yaşları 63-94 arasındaki nüfusun üçte birinde radyografik olarak dizde osteoartrit bulguları gösterilmiştir (1,23). Diz osteoartritinde eklem instabilitesi, EHA'nın azalması ve kuadriseps kasında kullanılmamaya bağlı gelişen atrofi gibi çeşitli fizyopatolojik bozukluklar görülmektedir (24,25). Kullanılmamaya bağlı gelişen atrofinin nedeni ağrı sonrası oluşan inaktivite dönemidir (26). Refleks artrojenik kas inhibisyonu dizde dejeneratif eklem hastalığının başlaması ya da ilerlemesine neden olabilecek bir faktör olarak görülmektedir. Refleks artrojenik kas inhibisyonu kas atrofisine neden olabilir ya da etkilenmiş kas gruplarının etkin rehabilitasyonunu engelleyebilir (27). Atrofi ilk önce vastus medialis kasında başlar ve kasın diğer kısımlarına zamanla yayılır (28). Diz osteoartritinde eklem ağrısının kuadriseps kas gücü azalması ile kuvvetli ilişki gösterdiği bildirilmiştir (29). Kuadriseps kasındaki kuvvet kaybının eklem dejenerasyonunun en erken döneminde bile var olduğu ve hastalığın ilerlemesinde primer bir risk faktörü sayılabileceği ileri sürülmüştür (30).

## **İmmobilizasyonun İskelet Kası Üzerine Etkileri**

Normal bir fizik aktivite yapılmadığında kas kuvvetinde belirgin azalma görülür. Bir haftalık mutlak yatak istirahati ile %20'lik azalma görülür. İstirahatin devamı halinde her hafta kalan kas kuvvetinde %20'lik azalma devam eder. Kaybedilen kas gücünün tekrar kazanılması daha uzun zaman istediğinden rehabilitasyonda önemli sorunlara yol açar. Hareketsizlik nedeniyle ortaya çıkan önemli komplikasyonlardan birisi de kas kütlesindeki azalmadır. Kas kitlesindeki kayıp, kas kuvvetinin ve enduransının azalmasına yol açar. Kas atrofinin derecesi immobilizasyonun süresi ile doğru orantılıdır (6).

İmmobilizasyonda önce yavaş kasılan fibriller, daha sonra da hızlı kasılan fibrillerde atrofi olur (31). İmmobilizasyonda azalan miyofibriler alan, kasın kuvvetlendirilmesi ile artar (32).

Fibril alanındaki değişikliklerle, maksimal istemli kuvvetteki değişiklikler arasında zayıf bir ilişki vardır. Bu durum egzersiz ya da immobilizasyon ile birlikte nöral değişikliklerin de etkin olabileceğini düşündürmektedir. İmmobilizasyon iskelet kası üzerinde temelde atrofiye yol açar (33).

## **Kas Kuvvetini Artırma Yöntemleri Ve Etkileri**

Diz osteoartritinin tedavisinde, basit analjezik ve steroid olmayan antiinflamatuvar ilaç kullanımı, konservatif fiziksel tedavi uygulamaları ve cerrahi girişimler sıklıkla başvurulan yöntemlerdir. Egzersiz, tedavinin en çok gözardı edilen parçasıdır. Kas gücü kaybı uygun rehabilitasyonla düzeltilebileceğinden, beraberinde oluşabilecek fonksiyonel kayıplar da geri dönebilecektir (30,34). Kuadriseps kas kuvvetinin geliştirilmesinde izometrik egzersizlerin 20-30 derece fleksiyonda yapılması önerilmektedir (35).

## **Kas Kuvvetini Etkileyen Faktörler**

Bir kasın oluşturduğu kuvvet uyarılan motor ünite sayısına, motor ünitelerin uyarılma derecesine ve kas fibrillerinin morfolojik kompozisyonuna bağlıdır. Kuvvette artış olabilmesi için kasın gerilimi tekrarlayıcı bir şekilde ya da uzun sürelerle artırılmalıdır. Kas kuvvetini kasın boyutu, motor ünitelerin eş zamanlılığı, yaş, hormonlar, psikolojik ve davranışsal faktörler etkilemektedir (36,37).

## **Egzersizler ve Etkileri**

Egzersiz ile dayanıklılığın artması, EHA'nın korunması ya da iyileştirilmesi, kasların kuvvetlendirilmesi ve hastanın kendini daha iyi hissetmesi mümkün olabilmektedir. Kas

kuvvetlendirilmesinin eklem bütünlüğünün korunması ve ekleme binen yüklerin sağlıklı dağıtılması gibi etkileri de vardır (36,37).

### **Kas Kitlesi Üzerine Etkileri**

Kuvvet artırıcı egzersizlerin en belirgin etkisi kas lifi hipertrofisidir. Hipertrofinin nonspesifik sarkoplazma miktarındaki artmadan kaynaklandığı ileri sürülmesine karşın, hipertrofinin daha fazla sayıda miyofibril içeren paketlerden oluştuğu gösterilmiştir (38). İkinci hipotez kas boyutundaki artışın kas fibril sayısındaki gerçek artıştan (hiperplazi) kaynaklandığını öne sürmektedir. Hem Tip I hem Tip II kas fibrilleri kuvvete dirençli egzersizler ile hipertrofiye uğrar. Kasta hipertrofi oluşabilmesi için uzun bir egzersiz periyodu gerekmektedir. Ancak kas kuvvetinin, hipertrofi gelişmeden önce de arttığı gösterilmiştir. Bu kuvvet artışının hipertrofiye bağlı olmayıp, nörolojik mekanizmalardan kaynaklandığı, uzun süreli egzersizlerde ise kuvvet artışında hem kas hipertrofisinin, hem de nöral adaptasyonun katkısı olduğu düşünülmektedir (39,40).

Kuvvet egzersizleri yeni kas protein sentezini artırır, yıkımını azaltır. Fibril içinde kontraktıl elemanlar artar, kas lifi boyutları üzerinde anabolik etkiye neden olur. Egzersiz kas fibrillerine aminoasitlerin taşınmasını sağlayarak ribonükleik asit polimeraz ve haberci ribonükleik asit düzeylerinde artış oluşturur ve bu da protein sentezini artırır (41).

### **Vazomotor Etkiler**

Egzersiz sırasında serebral korteksten kaynaklanan motor uyarılar kas kasılması dışında da etkilere sebep olur. Kitlesel sempatik deşarjlara ve kalbe giden parasempatik uyarılarda azalmalara neden olurlar (42).

Uzun süreli egzersizler sonucu kapiller damarlarda proliferasyon meydana gelir. Egzersiz sonucu bir kapillere düşen fibril alanı küçülür, yani fibrilin oksijenasyonu yükselir. Bu durum ise mitokondrisi artmış olan kaslar için önemlidir. İskelet kasında hipoksi ve uzun süreli elektriksel uyarılar sonunda da kapiller proliferasyon oluştuğu gösterilmiştir (42,43).

## **KUVVETLENDİRME EGZERSİZLERİ**

### **İzometrik Kuvvetlendirme Egzersizleri**

Eklem hareketi olmaksızın izometrik kas kontraksiyonu yoluyla yapılan statik egzersizdir. Sadece kas gövdesinin büyüklüğünde bir artış görülür. Fiziksel olarak bir iş yapılmamış olmasına karşın kas içinde bir gerilim ve kuvvet artışı söz konusudur. Egzersiz

kasın sabit bir dirence karşı kasılması ile ya da dinamometre kullanılarak yapılmaktadır. Kasın aşırı yüklenmesi durumunda en fazla kuvvet artışını izometrik egzersizler sağlar. İzometrik egzersizler hareketsiz bir objeye karşı ya da statik bir pozisyonda ağırlık tutarak yapılır. Statik izometrik egzersiz, kasın istirahatındaki boyu değişmeden yapıldığında en etkilidir (37,41).

Günlük egzersiz programı, her seansta birkaç sn süren ve aralarında 2-3 dk'lık dinlenme periyodları olan, en az 5 maksimum kontraksiyon olarak kabul edilmektedir (43). İzometrik egzersiz programları, sinovit olmayan olgularda maksimum izometrik kontraksiyonların 6 sn süreyle, 5-10 kere tekrarlanması ve 15-20 sn istirahat verilmesi şeklindedir. Sinovitin sessiz olduğu olgularda daha uzun setler halinde uygulanır. Eğer program kesilirse haftada %3 oranında kuvvet kaybı oluşabilir. İzometrik egzersizin eklem enflamasyonu, intraartiküler basınç ve eklem komşu kemik destrüksiyonuna yol açma olasılığının diğer egzersiz tiplerine göre daha az olduğu gösterilmiştir. Osteoartritli olgularda genellikle çok iyi tolere edilmektedir. Bu nedenle eklemde effüzyon ya da enflamasyon olduğunda en sık önerilen egzersiz tipidir (37,41).

Bu yöntemle kas gücünü artırmak için en fazla sayıda kas lifinin kasılması gerekir. Çünkü yüksek eşik değerli, erken boşalmı motor ünitler maksimum efor elde edilmeden deşarj olmazlar. Dirence karşı yapıldığında kas kuvvetinde ve dayanıklılığında artış saptanabilir. Uygulanan direnç yeterince fazla olmalı ve bütün kas lifleri uyarılıncaya kadar devam etmelidir, kasın uzamasına neden olmamalıdır (37,41,43). Eğer motivasyon yeterliyse maksimuma yakın efor sarf edilebilir ve bütün liflerin boşalımı sağlanabilir (3,37).

İzometrik egzersizler fazla zaman ve ekipman gerektirmez. Birçok kas grubu için her yerde, kolaylıkla uygulanabilir. Nöral mekanizmalarla bağlantılıdır. Daha az kas ağrısına neden olur ve hareketin istenmediği durumlarda tercih edilir. Hareket kaybı varsa, hareket ağrılı veya kontrendike ise kullanılabilmesi nedeniyle avantajlıdır (3).

Kuvvet artışı aynı yönde kasılan kas grubu, kasılma süresi, maksimal/submaksimal kasılma olması ve egzersiz sıklığı ile ilişkilidir. Bu nedenle eklem hareketlerinin farklı açılarında ayrı ayrı kuvvetlendirme çalışılmalıdır. İzometrik programlarda kuvvet artışının sadece nöral uyumla olduğu, dinamik egzersize bu artışın yansımadağı düşünülmektedir (41). Bu gözlem güç artışında kas hipertrofisinden çok sinirsel etkilerin rol oynadığını göstermektedir. İzometrik egzersizlerle hızlı hareketi gerektiren aktivitelerin iyileşmediği bildirilmektedir. Kuvvetin, egzersizin yapıldığı açıda artması ve çabukluk gerektiren hareketlerde hareket hızının artmaması dezavantajlarıdır (3,37,41,43).

Kas enduransına ve fonksiyonel kuvvetin gelişmesine katkıda bulunmaması, kasta iskemik yanıt ve buna bağlı olarak ağrıya neden olabilmesi, hastaların kişisel motivasyon kaybı nedeniyle egzersizi sürdürmekte zorlanmaları da dezavantajlarındandır. İzometrik egzersiz sırasında gerilimin miktarına bağlı olarak arteriyel kan basıncında artış gözlenebilir. Maksimal istemli eforun %15'inin üzerindeki seviyelerde kan basıncının arttığı bilinmektedir ve bu artış egzersiz bitince gerilemektedir. Artmış kan basıncı genel periferik dirençte bir değişiklik olmaksızın kalp hızındaki artıştan kaynaklanır (37). Ayrıca bu risk grubunda egzersize bağlı ventriküler ritm bozuklukları ortaya çıkabilmektedir. Bu nedenle kardiyovasküler problemi olan hastalarda izometrik egzersiz uygularken dikkatli olunmalıdır. Bu komplikasyonları önlemek için kısa izometrik egzersiz programları geliştirilmiştir (3). Haftanın 5 günü dirence karşı 5-10 maksimum kasılma gerçekleştirilir. Burada herbiri 3-6 sn süren kontraksiyonların arasında 20 sn'lik istirahat süresi vardır. Bu şekilde haftada %5 kuvvet artışı olduğu gösterilmiştir (41,43).

Dinamik egzersizle karşılaştırıldığında statik egzersizde oksijen tüketimi, kalp atım hacmi ve kalp hızı artışı orta derecededir. Metabolik gereksinimlere göre yetersiz kalan kan akımı anaerobik metabolizmanın daha erken devreye girmesine ve daha erken yorgunluk oluşmasına neden olur. İskelet kasının mekanik ve metabolik aktivasyonu afferent sinir lifleri aracılığıyla pressör yanıtı uyarır ve kan akımında artışa yol açar. Bu nedenle statik egzersiz kalpte basınç yüklenmesine yol açarken, dinamik egzersiz hacim yüklenmesine yol açar. İzometrik egzersiz sırasında periferik direnç artışı olmaksızın kalp hızı artışı ile kan basıncında belirgin artış olur. Artan kalp hızı diastolik dolumu azaltır, kas gerilimi arttıkça da atım hacmi azalır. Bu nedenle özellikle kardiyovasküler sorunu olanlarda dikkatli olunmalıdır (41).

İzometrik egzersizlerin bir diğer dezavantajı da kas gücü artışını ölçmedeki zorluklardır. Bu egzersizler hastanın ilgisini çekmediği için idame ettirmekte zorlukla karşılaşılır (41).

### **İzotonik Kuvvetlendirme Egzersizleri**

Eklem hareket açıklığı boyunca sabit bir dirence karşı yapılan dinamik kas kontraksiyonları ile gerçekleştirilir.

İzotonik kasılma iki grupta incelenir:

- 1) **Konsantrik kasılma:** Kasın kısalmasıyla sonuçlanır.
- 2) **Eksantrik kasılma:** Kasın uzamasıyla sonuçlanır.

Eksantrik egzersizlerde kas kuvveti daha kısa zamanda artar gibi gözükmesine rağmen



erken yorgunluk oluşması nedeniyle harekete uzun süre devam etme olanağı yoktur. Muhtemelen en fonksiyonel kuvvetlendirme programı konsantrik ve eksantrik kasılmanın olduğu kombine programlardır (41).

İzotonik kuvvetlendirme programlarından en fazla kullanılanları De Lorme ve Watkins yöntemleridir. Bu programlarda kullanılan maksimum tekrar kavramı bir set boyunca 10 kez kaldırılabilen maksimal ağırlık miktarıdır. Kuvvet kazanmak için ideal tekrar sayısı 6'lı 3 settir ve önerilen çalışma sıklığı haftada 4 kezdir (37,41).

Günümüzde izotonik egzersizler konusunda kapalı ve açık kinetik zincir kavramları da göz önüne alınarak programlar düzenlenmektedir. Dizilişin distal ucundaki eklem, egzersiz sırasında belli bir dirence karşı gelmeksizin hareket ediyorsa yani distal uçtaki eklem serbest kalıyorsa açık kinetik zincir, bir dirence karşı hareket ediyorsa kapalı kinetik zincir egzersizleri olarak adlandırılır (43).

İzotonik kuvvetlendirme egzersizleri hastaların çoğunluğunda kolaylıkla yapılabilir ve ekipman göreceli olarak ucuzdur. Ağırlıkların giderek artırılması hastaya bir motivasyon sağlar. Hareket açıklığının tümü boyunca yüklenme oluşturur. Hem konsantrik hem de eksantrik kasılma yapılabilir. Ayrıca hem kuvveti hem de enduransı geliştirebilir. Bu programların olumlu yönleri egzersizin gelişiminin objektif olarak izlenmesi ve bireysel programların geliştirilebilmesidir (43).

Kasa hareketin en zayıf noktasında yüklendiklerinden uygun teknikle yapılmazsa travmatik olabilirler. Aerobik gelişme üzerine etkisi çok sınırlıdır. Özellikle de eksantrik programlarda kas yorgunluğu oluşur. Ağırlık cihazları geniş yer gerektirir ve egzersizin sadece bir kas için yapılabilmesi de olumsuz yönleridir (43).

### **İzokinetik Kuvvetlendirme Egzersizleri**

Tüm hareket açıklığı boyunca kaldıraç kolunun hızı aynı kalarak, sabit bir hızla ve maksimum dirence karşı egzersiz gerçekleştirilebilir. Hasta bu hızı değiştiremez. İzokinetik sistemler elektronik ve hidrolik kısımlardan oluşan oldukça pahalı cihazlardır (43).

Kasın hareket açıklığının en güçlü ve en zayıf olduğu noktalarda dirence olan uyumunun yanında kasın mekanik ve fizyolojik özelliklerine de uyum sağlayan bir yöntemdir. Ayrıca hastanın performansının kaydedilmesi ve saklanması sağlar. İki ekstremitenin birbiriyle kıyaslanabildiği güvenli egzersizlerdir. Gücü artırır, ekleme olan kompresif kuvvetleri azaltır ve nörofizyolojik sistemleri kuvvetlendirir. Objektif ölçümlere izin verir (43).

İzokinetik cihazlar çok pahalıdır. Hastaların çoğu bu egzersizleri kolaylıkla yapamazlar. Egzersiz sırasında hastanın devamlı izlenmesi gerekir. Elde edilen verilerin değerlendirilmesi önemli bir tecrübe gerektirir. Bir eklemden daha fazla olduğunda cihazın ayarlanması zaman alır (43).

## **BİOFEEDBACK UYGULAMASI**

### **Tarihçe**

İlk kez 1961 yılında Weiner tarafından makinalarla insanlar arasındaki ilişkinin incelenmesi sırasında kullanılmıştır. “Biofeedback” ile ilgili ilk çalışma 1958 yılında Bisine tarafından yapılmıştır. 1960’da ise Basmajian EMG’yi kullanarak feedback sistemini oluşturmuştur. “Biofeedback” terimi ilk kez 1969’da Miller’in deneysel hayvan çalışmalarında ve Kamilya’nın klinik araştırmalarında kullanılmıştır (7,44).

### **Tanım**

“Bio” Yunancada hayat demektir. “Feedback” ise bilginin kaynağa, kökene geri döndürülmesidir. Feedbackin dilimizdeki karşılığı geri itilim, geri besleme ve geri tepiş olarak kabul edilir. “Biofeedback”, kaynağın oluşturduğu biyolojik bilginin kaynak tarafından anlaşılabilmesi ve kontrol edilebilmesi için, tekrar kaynağa geri döndürülmesidir. Bu sayede kişi, kendi vücudunun kullanmadığı bazı alanlarını ve fonksiyonlarını bilinçli bir şekilde kullanabilir. Patolojik düzeydeki bir takım rahatsız edici, istenmeyen biyolojik olayları kontrol edebilmeyi hatta önlemeyi öğrenebilmektedir (43,45).

Teknik olarak feedback, çıkışın (output), girişe (input) tekrar geri döndürülerek hatanın düzeltilmesinin sağlanmasıdır. Bir karşılaştırma yapılarak outputun belirli bir istek yönünde yeniden şekillendirilmesidir (45). İnsan organizmasındaki olayların çoğu birbirini takip eden zincirleme reaksiyonlar şeklindedir. Bir süre sonra denge kurulur ve ardı sıra bu düzen devam eder (44).

Belli bir fizyolojik fonksiyona ait veriler ile kişiye görsel, işitsel veya herhangi bir uyarıcı sinyal ile aktarıldığında vücuttan buna yanıtlar çıkar. Bir süre sonra kişinin bilgilenmesi sonucu bu yanıtlar giderek denetlenebilir. Böylelikle insanın dış uyarılara karşı kendi kendini düzenleme becerisi kazanması sağlanır (44).

“Biofeedback” genellikle elektronik cihazlarla ve sıklıkla görsel ve işitsel sinyaller üreterek bilgi verir. Kişinin bu bilgileri kullanarak vücut fonksiyonlarının farkında olmasını

ve bu fonksiyonlarını istemli olarak değiştirebilmesini sağlar. Kişi, üretilen “biofeedback” sinyallerini değiştirmeye çalışarak fonksiyonlarını geliştirmeye çalışır (7,46).

“Biofeedback”, mekanizması kesin olmamakla beraber, tedavi edici egzersizin uygulandığı birçok durumda yararlı ve önemli bir rol oynayabilir. Normalde hissedilmeyen fizyolojik olayları ölçüp sergileyerek bu olayların düzenlenmesine olanak sağlar. Hasta ve klinisyene konvansiyonel egzersizle sağlanamayan bilgiyi verir. Hastaya sesle uyarı verildiğinde motor performansın artırılması mümkün olabilir. Bu uyarı veya sözel feedback, agonist kas üzerine dikkatin çekilmesini sağlayan bir söz şeklinde olabilir (46).

“Biofeedback” fizyoterapinin ve tedavi edici egzersizin yerine geçmez; ancak bunların etkisini ve motor öğrenmenin hızını artırır. Hastaların tedavisine sadece “biofeedback” ile yaklaşılmamalı, egzersiz ve fonksiyonel eğitim mutlaka verilmelidir (46).

“Biofeedback”, egzersizlerin daha verimli ve amaca uygun olarak yapılabilmesini sağlar. Örneğin hastaya sözel olarak agonist ve antagonist kasların yerleri ve fonksiyonları hakkında bilgi verilse bile, bu kaslara ait motor ünitelerin nasıl aktive edileceğini anlatmak çoğu kez mümkün olmaz. Bunun yerine o kas gruplarından elde edilen motor ünit potansiyellerine ait sinyallerin basitleştirilerek hastaya iletilmesi ve hastanın kontraksiyonlar sırasında senkronize olarak bu sinyalleri izlemesi daha anlaşılır olacaktır. Çünkü burada hasta kendi kas fonksiyonlarını direkt olarak ekran üzerinde izleyebilmekte ve kontrol edebilmektedir (45). Bir kişinin bir kasındaki istemsiz ve aşırı faaliyet belirli şiddette hatta rahatsız edecek düzeydeki ses, ışık sinyalleri ile yansıtılıyorsa bundan kurtulmak, yani bu sinyalleri susturmak için o kişinin gevşemesi gerekeceği öğretilir. Canlılarda bir takım fizyolojik cevaplar özel bazı teknikler yardımıyla kontrol edilebilmektedir. Kalp hızı ve ritmi, kan basıncı, deride terleme, ısı değişimleri ve beyin dalga şekilleri, bacaklarda hareketsizlik, sfinkter hakimiyeti gibi birçok istem dışı olayın “biofeedback” yardımıyla kontrol edilir hale getirilmesi “biofeedback”in ne kadar geniş bir yelpaze içinde olduğunu gösteren örneklerdir (44).

Hasta kendisine ait, farkında olduğu veya olmadığı, normal ya da anormal biyolojik olaylar hakkında özel olarak tasarlanmış elektronik cihazların ürettiği işitsel ve görsel sinyaller yardımıyla bilgi edinir. Daha sonra bu bilgileri kullanarak biyolojik fonksiyonlarını istemli olarak yönlendirebilmektedir. Böylece sinyallerin kaynağı olan biyolojik sistemi kontrol etmeyi öğrenir (2).

“Biofeedback”te sıklıkla görsel ve işitsel sinyaller kullanılır. Devamlı ya da kesik kesik ses tonlarında olabilen işitsel feedback, görsel kaynağa gerek kalmaksızın bilgiyi iletebilmesi nedeniyle çok önemlidir. Kullanılan işitsel feedback tonlarının çeşitliliği

sınırsızdır, optimum ton yoktur. Elektromiyografik seviye yükseldikçe ses tonu veya kesik kesik formda kullanılan sinyallerin sıklığı artar (46).

Görsel feedback herhangi bir görsel kaynak kullanılarak uygulanabilir. Burada da çeşitlilik sınırsızdır, optimum kaynaktan söz edilemez. Basit bir ışık olabileceği gibi bilgisayar ekranında sergilenen çeşitli grafikler ve dijital rakamlar şeklinde de olabilir. Bu sinyallerin hızları ve sensitiviteyi ayarlanabilir özelliktedir ve değişik olabilir. Hız, görsel sinyalin ekrandan geçiş süresidir. Sensitivite ise sinyal şeklinin değişimine neden olan gerekli fizyolojik değişikliğin miktarıdır (46).

Beynin çeşitli hasarları sonrasında farklı yapılar ile motor yolların plastisite ve yeniden öğrenme ile tekrar fonksiyonel hale gelebildiği bilinmektedir. “Biofeedback” uygulaması ile bozulmuş bir fonksiyon yeniden öğrenilebilmektedir. Bu süreçle ilgili iki olası teori ileri sürülmüştür. Bunlardan ilki, santral sinir sisteminde herhangi bir patoloji sonrasında kaybolan fonksiyonları üstlenecek yeni yolların gelişmesi; diğeri ise mevcut patolojiye rağmen devam etmekte olan serebral ve spinal yolların yardımcı feedback kısımlarının aktive olmasıyla fonksiyonun yeniden kazanılmasıdır (2).

“Biofeedback”in sıklıkla kullanıldığı dallar arasında fizyatri ve psikiyatri bulunur. Fizyatride “biofeedback” kullanımı büyük bir alanda yer bulmaktadır. Motor kuvvet gelişimi, denge ve yürüme eğitimi, spastisitenin azaltılması, genel relaksasyon sağlanması, mesane ve bağırsak fonksiyon bozukluklarının tedavisi, konuşma terapisi gibi birçok konuda kullanılmaktadır (46).

### **Mekanizma**

“Biofeedback”in fizyolojik fonksiyonları nasıl geliştirdiği net bir şekilde bilinmemektedir. Santral sinir sistemi içinde motor ve duyu alanlar, subkortikal bölgeler, bazal ganglionlar, serebellum büyük bir uyum içinde çalışırlar ve tüm bu yapılar birçok iç düzenleyici ağlarla birbirine bağlıdır. Bunların fonksiyon yapabilmeleri için de dış dünya ile bağlantılarının olması gerekir. Bu da kutanöz reseptörler, proprioseptörler, işitsel ve görsel inputlarla sağlanır. Yani hareket kontrolünün sağlanabilmesi için görsel, işitsel, vestibüler ve proprioseptif bilgiye gereksinim vardır (45,46).

Sistem teorisine göre, fonksiyonel ve amaca yönelik aktivitelerin sürekli tekrarlanması ile santral sinir sistemi dahil birçok sistem bütünleşir ve organize olur. Böylece normal hareketin ortaya çıkması sağlanır. “Biofeedback” tedavisi ile sağlanan iyileşmelerin anlaşılması için kortikal reorganizasyonu ortaya koyan nöroradyolojik çalışmalara gereksinim vardır (46).

## BİOFEEDBACK TÜRLERİ

### EMG Biofeedback (Miyofeedback)

Rehabilitasyonda en yararlı ve en sık kullanılan “biofeedback” tipidir (7). Kastan çıkan miyoelektrik sinyalleri görsel veya işitsel sinyallere dönüştürerek eğitimi sağlayan bir yöntemdir (44). Temel olarak kas reedükasyonu ve relaksasyonu amacıyla kullanılır. Miyofeedback cihazı, yüzeyel ya da daha nadir olarak kullanılan iğne elektrotlar ile kas aktivitelerini milivolt olarak kaydedebilen hassas bir voltmetredir. Kas aktiviteleri ve miktarı ile ilgili bilgilerin işitsel ya da görsel sinyaller şeklinde hastaya geri bildirilmesi ve bu sinyallerin istenilen amaç doğrultusunda hasta tarafından değiştirilmeye çalışılması esasına dayanır (2,7,45).

Elektromiyografik “biofeedback” oldukça geniş bir kullanım alanına sahiptir (46). Kas gücünün azaldığı durumlarda kas gücünün yeniden kazanılması, tendon transferi ya da flep şeklinde gerçekleştirilen kas transferlerinde kasın yeni görevine adaptasyonunda kas reedükasyonu amacıyla kullanılır. Bir başka kullanım alanı ise kas tonusunun arttığı durumlarda tonusu azaltmak ve genel relaksasyonu sağlamaktır (2,45).

Hemipleji rehabilitasyonunda düşük ayak, omuz subluksasyonu ve hemiplejik el rehabilitasyonunda, servikal sendromlarda, spazmotik tortikoliste, blefarospazm, torsiyonel distonilerde, medulla spinalis yaralanmalarında özellikle inkomplet lezyonlarda spastisitenin azaltılmasında geniş yer bulmuştur (47). Miyoelektrik protez uygulamalarında hasta eğitiminde, temporomandibüler eklem patolojilerinde, patellofemoral ağrı sendromunda selektif olarak *vastus medialis oblikus* (VMO) kasının güçlendirilmesinde, serebral palsi tedavisinde spastik kasların relaksasyonunda kullanılır (48). Nörojenik mesanesi olan hastalarda detrüsr sfinkter dissinerjisinin tedavisinde pelvik taban kaslarına uygulanabilir (49). Basınca duyarlı özel rektal aparatlar ile fekal inkontinans tedavisinde kullanılmaktadır (2,45).

Ortopedik rehabilitasyonda cerrahi sonrası immobilizasyona bağlı kas güçsüzlüklerinin tedavisinde de etkin bir şekilde uygulama alanı bulmuştur. Bu hastalarda uygulanan klasik rehabilitasyon programlarına EMG “biofeedback” ilave edilerek hastanın egzersiz programına uyumu artırılabilir (2,45).

Elektromiyografik “biofeedback”in esası, kastaki miyoelektrik sinyallerin görsel ve işitsel sinyallere dönüştürülmesidir. Burada tam olarak kas kontraksiyonunun oluşturduğu 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 elektriksel birim olan volt ile ifade edilir. Elektromiyografik mikrovoltun, geniş olarak kabul edilmiş ve standardize bir ölçeği yoktur. Her EMG cihazının kendi referans standardı vardır. Bu yüzden değişik cihazlar hemen hemen aynı şiddetteki kas kontraksiyonlarında değişik sonuçlar verdiğiinden karşılaştırma aynı cihazın sonuçları ile yapılabilir (46).

Elektromiyografik “biofeedback” cihazlarında temel çalışma prensibi şöyle özetlenebilir. Alınan feedback sinyalleri değişik yükselticiler ve filtrelerden, doğrultuculardan geçirilir. Işık veya ses cevaplarına dönüşürken bir yandan da veriler teybe veya özel kağıtlara kaydedilir. Özel seviye dedektörleri ile elde edilen sonuçların hassasiyeti artırılır (44).

Ölçüm yapabilmek için iki aktif elektrota ve bir referans elektrota gereksinim vardır. İkinci bir referans noktası olmaksızın voltaj ölçümü yapmak olanaksızdır. Referans elektrot (toprak) vücudun herhangi bir yerine konulabilir. İki aktif elektrot kullanılmasının sebebi, çevresel gürültü diye nitelendirilen ve elektrik hatlarından, motorlardan, elektrikli aletlerden, radyo istasyonlarından yayılan elektrik enerjisinin ayrılabilmesidir. Kullanılan elektrotlar bu istenmeyen enerjileri ve “biofeedback” kullanımında gerekli olan ve kaslarda oluşan bioelektrik sinyalleri algılar. Elektromiyografi cihazı gürültü diye tanımlanan enerjiyi ayırırken, kaslardan alınan enerjiyi yansıtmak zorundadır. Bunun için “diferansiyel amplifier” ile elektriksel bir çıkarma işlemi uygulanır. “Diferansiyel amplifier”in çevreden gelen enerjiyi ayırabilmesi için iki aktif elektrota gereksinim vardır. Dışarıdan gelen bu enerji vücuda ve dolayısı ile aktif elektrotlara aynı zamanda ve aynı şiddette ulaşır. Diferansiyel amplifier sürekli olarak matematiksel bir çıkarma uygulayarak dışarıdan gelen enerjiyi dışlamış olur. Geriye kaslardan oluşan bioelektrik enerjisi kalır. Bioelektrik enerji iki aktif elektrot tarafından algılanır. Aktif elektrotlara ulaşan enerjiler birbirinden çıkarılır. Geriye kalan enerji farkı cihaz tarafından yansıtılır. Eğer aktif elektrotlara ulaşan bioelektrik voltaj aynı olursa “biofeedback” cihazı herhangi bir aktivite değişikliği göstermeyecektir. Elektromiyografik “biofeedback”de aktivasyon kaydedebilmek için aktif elektrotları, EMG sinyallerinin önce birine sonra diğerine ulaşmasını sağlayacak şekilde yerleştirmek gerekir. Pratikte bir elektrot kasın orta noktasına konurken, diğeri ondan 1 cm kadar distale ve kas liflerine paralel olarak yerleştirilir (46).

Elektromiyografik “biofeedback”de elektrot seçimi önemlidir. Genellikle kullanılan yüzeyel elektrotlar çok çeşitlidir. Cevap alınamayan olgularda iğne elektrotlar denenebilir. Minyatür elektrotlardan çapı 12,5 cm’ye kadar ulaşan elektrotlar mevcuttur. Elektrotların çoğu nikel kaplı pirinç veya paslanmaz çelik gibi materyallerden yapılır. Ayrıca altın veya

gümüşten üretilen elektrotlar da bulunmaktadır ve bunlar cilt ile etkileşime girmediklerinden tercih edilmişlerdir. Ancak elektronikteki gelişmeler sonucunda zamanımızda artık bu tip pahalı elektrotlara gerek kalmamaktadır (2,45).

Elektrotların cilt üzerine yerleştirilmesinden önce cilt alkollü bir pamukla temizlenmelidir. Aksi takdirde ciltte bulunan kir, yağ ve ölü cilt hücreleri biyoelektrik sinyallerin elektrotta ulaşmasını engeller. Elektrotla cilt arasında etkili bir geçirgenlik sağlamak amacıyla jel kullanılmalıdır. Ancak bazı EMG “biofeedback” elektrotları jel kullanımına veya cilt temizliğine gereksinim göstermemektedir. Bugün kullanılan elektrotlar, elektrokardiyografide kullanılanlardan olup, yüksek kalitedir. Her cihaz için üretici firmanın ürettiği elektrotların yanı sıra rutinde kullanılan elektrokardiyografi yüzey elektrotları da bu amaçla kullanılabilir. Bu tip elektrotların kolay temin edilmesi ve ucuz olmasının yanı sıra bir avantajı da kendinden iletken jelli olması ve fazlaca bir alan temizliğine ihtiyaç olmamasıdır (2,45). Elektrotlar cilt üzerine yerleştirilirken sinyal alınacak kas titizlikle seçilmeli ve etraf kaslardan mümkün olduğunca izole edilmelidir. Elektrotların birbirlerinden uzak yerleştirilmeleri başka kaslardan sinyaller alınmasına neden olacaktır (46). Elektrotların doğru şekilde yerleştirilmesi tedavi başarısı için çok önemlidir (44).

Kayıt almak için iki aktif ve bir referans elektrot yani toprak elektrotu kullanılır. Elektrotlar birbirine ne kadar yakın yerleştirilirse o oranda izole kastan kayıt alınır. Elektrotlar birbirinden uzaklaştıkça kayıt yapılan kas dışında çevre kaslara ait elektriksel sinyaller de ölçüme karışır. Aynı anda çift kanal kullanılarak iki ayrı kastan ölçüm yapılacak ise bu durumda iki çift aktif elektrot kullanılır. Ancak bir referans elektrot kayıt için yeterlidir (2,45).

İlk üretilen EMG “biofeedback” cihazları daha basit düzeneklidir. Cihaz üzerinde bir seri ışığın kontraksiyon miktarı ile orantılı olarak yanıp sönmesiyle görsel, eşik değerin üzerindeki kontraksiyonlarla çalan bir düdük sesi ile de işitsel feedback amaçlanmıştır. Günümüzde ise tek ve çift kanallı, kontraksiyon ve dinlenme dönemli ya da sürekli modlu çalışma olanağı sağlayan daha karmaşık cihazlar mevcuttur. Belirlenen eşik değerin altında ya da üstünde işitsel sinyal verecek şekilde ayarlanabilir. Bütün değişiklikleri grafik halinde veya hastanın anlayabileceği biçimde basit bir şekilde ekranda gösterebilir. Seans sonunda maksimum kontraksiyon ve ortalama kontraksiyon miktarını hesaplayıp gösterebilir. Çalışma amacına bağlı olarak istenilen formda elektrik stimülasyonu “biofeedback”le beraber aynı seansta gerçekleştirilebilir (2,45). Genellikle yarım saatlik seanslar halinde uygulanan bu tedavi yöntemine hedefe ulaşana kadar devam edilir. Ortalama 10 seanslık uygulamalar belli

bir seviye için yeterlidir. Hastanın iyileşme arzusu ve elde edilen sonuçların monitörize sistemler aracılığıyla izlenmesi tedavinin başarısını artırır (7,44).

Kaydedilen voltaj, görsel ve işitsel sinyaller ortaya çıkarabilen bilgisayarlı biofeedback cihazları tarafından çeşitli şekillerde sergilenir. İşitsel sinyaller için çıtırdama, şakırdama, vızıldama gibi değişik türde sesler kullanılabilir. Görsel sinyaller için eşik değerler, çeşitli ışıklar, çizgiler gibi değişik türde görüntüler kullanılır. Elektromiyografi aktivitesindeki değişikliklerle, bu tür görsel veya işitsel parametrelerde azalma veya çoğalma yapılabilir. Bu azaltma ve çoğaltma isteğe bağlı olarak ayarlanabilir. Örneğin bir kas için kuvvetlenme isteniyorsa, o kasta kontraksiyon arttıkça şiddeti kuvvetle artan bir ışık yanması sağlanabilir. Aynı ayarlamalar sözü edilen sesler için de yapılabilir. Uyarıların cinsini seçerken hastaların yaşları, fizyolojik durumları, verilen eğitimin cinsi gibi faktörler göz önünde bulundurulmalıdır. Örneğin yaşlı hastalarda geniş boyutlu görsel feedback, görme sorunu olan hastada işitsel feedback seçilmesi uygun olur (46).

Öncelikle kasın kasılması ya da gevşemesi ile ilgili hedef belirlenmelidir. Eğer kasılmanın giderek arttırılması hedefleniyorsa, başlangıçta birbirinden uzak yerleştirilen elektrotlar ile bir yandan elektriksel uyarı verilirken öte yandan hastanın da bu olaya katılması istenir. Hedeflenen kasılma veya bunun sonucu beklenen hareket başarıldığında görsel veya işitsel bir sinyal alınır ve bu sinyalin değişimleri bir gösterge ile izlenir. Bu sinyali arttırmak için yapılan gayret giderek hastayı amacına doğru yaklaştırır. Kasın gevşemesi hedefleniyor ise bunun tam aksi uygulanacaktır (44).

Hastalar uygulama sırasında kendisinden istenilen hareketi ne oranda yapabildiklerini ve ilgili kasın kontraksiyon miktarlarını hem grafik halinde hem de sayısal olarak izleyebilmektedirler. Bu sayede istenilen hareketi hangi manevralar ile ya da hangi otokontrol biçimiyle gerçekleştirebildiklerini de öğrenirler. İlerleyen seanslarda belirlenen eşik değer yavaş yavaş yükseltilmesi ile her geçen gün daha yüksek düzeylerde kas kontraksiyonu üretmeye çalışarak kas gücünü artırır. Bunun tersine eşik değer kademeli olarak azaltılarak daha fazla gevşeme sağlanacaktır. Başlangıçta görsel ve işitsel sinyallere bağlı gelişen bir şartlı refleks gibi görünmektedir. Ancak ilerleyen günlerde, kazanılan oto-kontrol öğrenilmiş bir süreç olarak devam etmekte ve günlük hayata kalıcı olarak da aktarılabilmektedir (2,45).

Seanslar sırasında alınan kayıtların karşılaştırılması da fonksiyonel iyileşmenin değerlendirilmesi yönünde bize önemli bilgiler vermektedir. Elektromiyografik “biofeedback” uygulamasıyla ilgili herhangi bir yan etkiye rastlanılmamıştır. Ortalama bir seans süresi 30 dakika ve seans sayısı ise 10-20’dir (2,7,45).



### **Pozisyonel (Denge) Biofeedback**

Teknik bir hareketin, koordinasyon ve zamanlamasını başka bir deyişle hareketin regülasyonunu sağlamak amacını taşır. Baş pozisyonunun kontrol edilebilmesi, el hareketlerinin koordinasyon ve kontrolü, serebral palsili çocuklarda, hemiplejikler ve protez taşıyanlarda doğru diz eklem pozisyonunun öğretilmesi ve çalıştırılması uygulamalarını içerir (7,44).

Denge ve koordinasyon eğitiminde de kullanılmaktadır. Basınca duyarlı alıcıların yerleştirildiği bir kuvvet platformu kullanılır. Her iki ayak üzerine ayrı ayrı ve/veya aynı ayağın ön ve arka kısmına binen yük miktarı tespit edilir. Belirlenen yük miktarı görsel ve işitsel sinyallerle hastaya geri verilir. Basit cıvalı düzeneklerin yanı sıra elektronik hatta bilgisayara destekli farklı tip ve modellerde cihazlar kullanılır. Bu sayede hasta, alt ekstremitelerine binen yükü ve ağırlık merkezini belirleyerek ekstremiteleri arasında dengeli bir şekilde yük aktarımı yapmayı öğrenebilmektedir (2,46).

### **Termal Biofeedback**

Emosyonel stres ve parmak ısısı arasındaki ilişkiyi değerlendirir. Anksiyete ile birlikte vazokonstriksiyona bağlı olarak parmak ısısında düşüş meydana gelmesi ve emosyonel relaksasyon ile parmak ısısında artış sağlanabilmesi mantığına dayanır. Baş ağrısı, hipertansiyon, Raynaud fenomeni gibi durumlarda kullanılabilir (2,7,44).

Periferal damarsal yapının daralma veya genişlemesini yansıtır. “Biofeedback” cihazı periferal kan damarlarının çapını ölçemez. Ancak damarın durumunu yansıtacak olan ekstremitte ısısını değerlendirebilir. Daralmış damarlara oranla, genişlemiş damarlardan daha fazla ılık kan geçer ve ilgili doku daha fazla ısınır. Dolayısıyla ısının ölçümü bize damarların çapı hakkında bilgi verir. Parmak damarlarını saran yumuşak doku miktarı diğer bölgelere göre daha az olduğundan, bu damarlarda oluşan daralma veya genişleme, hızlıca o bölgenin sırasıyla soğumasına veya ısınmasına neden olur. Bu yüzden parmaklardan yapılacak ısı ölçümleri uygundur. Burada amaç, hastaya geri bildirilen parmak ısısının değiştirilerek, mevcut klinik durumun düzeltilmesidir (46).

### **Elektrogoniometrik (Goniometrik) Biofeedback**

Hastaya EHA hakkında bilgi verilerek yapılır. Yürüme eğitiminde hastanın belirli bir eklemi elektrogoniometri ile monitörize edilir. Burada hasta kendi eklemi ile ilgili açılal

eğrileri, normal eğrilerle karşılaştırarak, kendi eklem hareketlerini normalleştirmeye çalışır. Elektrogoniometre belirli açılarda sinyal verecek şekilde ayarlanır. Hasta ayarlanmış bu EHA değerlerinden saptığında feedback alır (46).

Farklı açısal değerlerde işitsel sinyal ya da görsel sinyal verir. Goniometrik düzenek kullanılarak hastanın kendi eklemine ait istenmeyen açılardaki eklem hareketlerinden haberdar edilerek patolojik eklem hareketlerinin düzeltilmesi sağlanır (2,45).

### **Elektroensefalografik Biofeedback (Nörofeedback)**

Beyin ritimlerinin, kişiye feedback olarak verilmesi ile yeni koşullara uyum sağlayacak şekilde değiştirilmesi esasına dayanır. Kişinin kendi beyin ritimleri ayrıştırılmakta ve ilgi çekecek görsel ve işitsel uyarılar şeklinde geri bildirim yapılmaktadır (46).

### **Respiratuvar Biofeedback**

Astım ve yüksek seviyeli spinal kord yaralanmalarında, solunumun elektronik olarak monitörize edilmesi ilkesine dayanır (7,44).

### **Hastanın Biofeedback Hakkında Eğitimi**

“Biofeedback” uygulanacak hasta tedaviyi anlayabilmeli ve kabul etmelidir. “Biofeedback” uygulamasında en önemli noktalardan birisi hastanın “biofeedback” hakkında bilgilendirilmesidir. Bu eğitime kullanılan sinyal hakkında bilgi vererek başlamak gerekir. Sinyal seçiminde belli bir standardizasyon yoktur. İşitsel ve/veya görsel sinyaller kullanılabilir. Bilgisayarlı cihazlarda seçenekler çok çeşitli olabilmektedir. Sinyallerin tipleri, renkleri ayarlanabilmektedir (46).

İkinci olarak sinyalin vücut ile ilgisi öğretilmelidir. Bunun için basitçe şöyle denilebilir: “gördüğünüz çizgi ve duyduğunuz çıtırtılar sizin kas aktivitenizdir” veya “ şu kırmızı çubuk grafik vücut ısınızı göstermektedir”. Böylece hasta gördüğü ve duyduğu sinyallerin vücudu ile ilgili olduğunu anlar (46).

Daha sonraki evrede hastaya sinyallerin fizyoloji ile ilgisi anlatılmalıdır. Örnek cümleler şöyle olabilir: “eğer ekrandaki çizgiyi, onun altında düz bir hat olarak çizili bulunan kesikli çizginin altına indirebilerseniz, ilgili kas grubunuzun gevşediğini söyleyebiliriz”. Ya da “duyduğunuz çıtırtı sesini artırdığınız zaman kaslarınız kasılmış olacaktır”. Buradaki kesikli çizgi ve çıtırtı sesi eşik değerdir. Hasta sinyali bu eşik değer altına indirdiğinde o andaki kas tonusunun azalacağını bilir. Böylelikle kas tonusu ile sinyal arasındaki ilişki ortaya konmuş olur (46).

Sinyallerin fizyoloji ile ilgisi ortaya konduktan sonra sinyalin semptomla olan ilişkisi öğretilir. “Çizgiyi daha aşağıda tutmanız kaslarınızın daha gevşek bir hal almasını sağlayacaktır. Kaslarınızı bu şekilde sıklıkla gevşetebilirsiniz baş ağrılarımız azalacaktır” (46).

### **Biofeedback Uygulamasının Kullanıldığı Klinik Durumlar**

“Biofeedback”in en yaygın kullanımı rehabilitasyon gerektiren hastalıklar olup neredeyse rehabilitasyon ile “biofeedback” birbirleriyle özdeşleşmiş gibidir (44). Egzersiz tedavisine yardımcı bir uygulamadır. Eğer egzersiz yetersizse, “biofeedback” tedavisinin bir başarısı olmayacaktır. Ayrıca “biofeedback” tedavisinin fonksiyonel duruma bir katkısı olmalıdır. Aksi halde zaman kaybedilmiş olur. Bu yüzden hastaların “biofeedback” tedavisi sırasında öğrendiklerini, “biofeedback” uygulanmıyorken fonksiyonel hareketlerinde mutlaka kullanmaları istenmelidir. Ayrıca “biofeedback”siz olarak birtakım fonksiyonel aktivite ölçümlerini tedavi süresince uygulamak, gelişmeleri kaydetmek ve bunları hastaya göstermek gerekir. Tedavinin başarısı hastanın geliştirdiği aktivitelerini günlük yaşamda kullanabilmesidir (46).

“Biofeedback” rehabilitasyonda sıklıkla motor reedükasyon ve relaksasyon için kullanılmaktadır. Sadece bu iki ana başlığı düşündüğümüzde “biofeedback”in ne kadar geniş bir hastalık grubunda kullanılabileceği ortaya çıkmaktadır (46).

İnme, EMG “biofeedback”in sıklıkla kullanıldığı bir hastalık olup en sık düşük ayak, omuz sublüksasyonu ve yetersiz el fonksiyonlarında kullanılmaktadır. Ne kadar erken dönemde kullanılmaya başlanırsa o kadar fazla yararlıdır. Kronik inmeli hastalarda, egzersiz tedavisine ek olarak “biofeedback” kullanıldığında, EHA’da ve kas kuvvetlenmesinde gelişme olduğu saptanmıştır (7,46). Proprioseptif kayıpları daha fazla olan üst ekstremitelere oranla, alt ekstremitelerde biofeedback ile daha iyi fonksiyonel kazançlar sağlanır (44).

İnkomplet spinal kord yaralanmalı hastalardaki spastisitenin azaltılması ve motor kaybı olan kasların kuvvetlendirilmesinde “biofeedback”ten yararlanılabilmektedir. Hiperaktif antagonist kasın inhibisyonu ile spastisite azaltılabilir. Agonistin kuvvetlendirilmesiyle birlikte uygulanmalıdır (46). Paraplejiklerde özellikle kalça adduktörlerinin ve gastroknemius-soleus kaslarının aktivitelerinin azaltılması hedeflenir. “Biofeedback”in tedaviye eklenmesi ile özellikle inkomplet paraplejik veya tetraplejik hastalarda aktif EHA ve ekstremitte fonksiyonlarında ilerleme kaydedilmektedir (7,46).

“Biofeedback” distoni ve diskineziler grubu içinde yer alan spazmotik tortikoliste kullanılmaktadır. Ayrıca blefarospazm, hemifasyal spazm, torsiyonel distoniler ve oromandibüler distonilerde de kullanılmaktadır (7,44,46).

El cerrahisinde motor sinirleri travmatize olmuş parmakların tedavisinde kullanılmaktadır (44). Ortopedik cerrahi uygulanan birtakım bozukluklar sonrası gelişen kas güçsüzlüklerinde EMG “biofeedback” tedavisi yararlı bulunmuştur. “Biofeedback” uygulaması 3+ ve daha zayıf kasların kuvvetlendirilmesi içindir. Daha kuvvetli olan kaslara rezistif egzersizler önerilmelidir. Elektromiyografik “biofeedback” cerrahi olarak zayıflamış veya kullanılmamaya bağlı gelişmiş kas zayıflıklarında çok yararlı olmaktadır (46).

Temporomandibüler bozukluklarda da EMG “biofeedback”in yararı olabilir (7,46).

Patellofemoral ağrı sendromunda meydana gelen kuadriseps kas güçsüzlüğünde ve vastus lateralis/vastus medialis kas kuvvetleri arasındaki dengesizlik tedavisinde EMG “biofeedback” yararlı olabilir (46).

Kronik bel ağrılı olgularda genel gevşemeyi sağlamak için EMG “biofeedback”den yararlanılabilir. Kronik ağrılı hastanın bozuk psikolojik yapısını düzeltmek için de bir araç olarak kullanılabilir. Böylece hastanın güven duygusunu yeniden kazanmasını sağlayabilir. Burada amaç kaslarda gevşeme sağlayabilmektir (7,46). Temel mekanizma kişinin ağrıya neden olan kasların spazmını azaltmak için kendi vücudundan aldığı kasılmaya ait impulsları bastırmak için zorunlu gevşemeyi öğrenmesidir. Yine aynı mekanizmayla kasılması gereken kası da gerektiği gibi “biofeedback” aracılığıyla kasmayı öğretir (44).

Periferik sinir denervasyonunda hastalar “biofeedback” ile önce birkaç motor üniteyi aktive etmeyi öğrenirler, daha sonra ise parsiyel hareketler oluşturabilirler (46). Bu yöntem görsel ve işitsel sinyaller kullanılarak nöromüsküler nitelikte yeniden öğrenme olarak değerlendirilir. Proprioseptif nöromüsküler fasilitasyon, ilaç, elektrostimülasyon gibi tedavilere oranla daha kazançlı nitelikte bir tedavi olarak görünmektedir. Yine ayna karşısında konuşma ve yüz egzersizlerinin yapılmaya uğraşılması, basit görsel “biofeedback” için iyi bir örnektir (44).

Migren, Raynaud ve hipertansiyon tablolarında emosyonel gevşemenin sağlanmasına çalışılır. Genellikle termal “biofeedback” kullanılır. Ancak gevşeme için EMG “biofeedback” de kullanılmaktadır (7,46). Gerilim tipi baş ağrıları sıklığının azaltılması, sırt ve ekstremitelerdeki kronik ağrıların tedavisi, “biofeedback” tedavisinin ana hedeflerinden birisidir. Özellikle primer Raynaud hastalığı olan olguların %80’inde ellerde vasospazm mevcuttur. Primer Raynaud fenomeninde sekonder olana göre daha iyi sonuç alınır (44).

Nörojenik mesane fonksiyon bozukluklarında görülen zararlı klinik durumlardan biri de detrüsr-sfinkter dissinerjisidir. Elektromiyografik “biofeedback” bu koordineli olmayan kontraksiyonun giderilmesinde de kullanılabilir (7,46). “Biofeedback” ile birlikte uygulanan perineal egzersizler kontinansın sağlanmasında faydalı olmaktadır (46).

Spastik hastaların günlük yaşamlarındaki başlıca sıkıntıları kaslarının gerginliği ve kontrolünün yetersiz oluşudur. Serebral palsili çocukların spastik kaslarında anormal EMG aktivitesinin mevcut olduğu gösterilmiştir (50). Bu hastalarda “biofeedback” özellikle motor kuvvet gelişimi, spastisite ve denge eğitimine yönelik uygulanabilir (46).

Multipl sklerozda özellikle soleus kasında belirgin spastisite mevcuttur. Bunu ortadan kaldırmak için EMG “biofeedback” yapılmaktadır (44). Hafif derecedeki spastisitenin tedavisinde ve genel relaksasyonda faydalı olmaktadır (46).

Ampute olguların tedavilerinde sözlü komutların “biofeedback” ile desteklenmesi hastaların yapması gereken hareketleri daha erken öğrenmelerini sağlar. Hastaların diz protezi kontrol eğitimi sürecinde güdüğün kontrol edilmesi, patolojik ve dengesiz yürümlerin engellenmesi “biofeedback” ile kolaylaşmaktadır (44).

Günümüzde psikoterapide EMG “biofeedback” genellikle tek başına veya termal feedback ile birlikte kullanılır. Kronik stresin ortaya çıkardığı bazı hastalıklar (hipertansiyon, kardiak aritmi, peptik ülser, migren ve boyun kas gerginliğine bağlı problemler) “biofeedback” teknikleri ile tedavi edilmektedir (44).

### **<sup>99m</sup>Tc-MIBI PERFÜZYON SİNTİGRAFİSİ**

Koroner iskemiye değerlendirmek amacıyla miyokard perfüzyon ajanı olarak kullanılan <sup>99m</sup>Tc-MIBI'nin, iskelet kası perfüzyon çalışmalarında da yararlı olabileceği gösterilmiştir. Diğer radyonüklid ajanlara göre teknesyum daha üstün görüntüleme ve dozimetre avantajlarına sahip olup, kolayca temin edilebilmektedir. Bu madde pasif difüzyonla iskelet kasına girmekte ve nispeten küçük miktarlarda redistribüsyona uğraması nedeniyle kasta uzun süre kalabilmektedir. Plazma yarı ömür klirensi istirahatte 2,18 dk, egzersizden sonra ise 2,13 dk'dır. Bu, atılımının önemli bir redistribüsyona uğramadan hızlı bir şekilde olduğunu göstermektedir. Ana atılım yolları hepatobilier ve renal yollarla olmaktadır. Periferik arter hastalıklarında perfüzyon yokluğu nedeniyle alımı azalmakta, normal olgularda ise, egzersizle simetrik ve uyumlu miktarda artış göstererek alınmaktadır. Muskuler distrofilere ve kronik renal yetmezlikli olgularda, iskelet kas metabolizmasının ve eritropoetin tedavisinin değerlendirilmesinde de kullanılmıştır. <sup>99m</sup>Tc-MIBI lipofilik bir katyondur. Sestamibinin miyokarda alım ve tutulumunun mitokondrial düzenlenme ve genel olarak hücresel canlılık ile ilişkili olduğu düşünülmektedir. Sestamibi büyük negatif transmembran potansiyellerine cevap olarak plazma ve mitokondrial membranları geçmekte ve mitokondrial tabakaya bağlanmaktadır. Sestamibinin sellüler alınımı, sadece bölgesel kan akımına değil aynı zamanda metabolik koşullar ve canlılığa bağlıdır (3).

## GEREÇ VE YÖNTEMLER

Bu çalışma Trakya Üniversitesi Tıp Fakültesi Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon Anabilim Dalı Polikliniği'ne Nisan 2005-Aralık 2005 tarihlerinde başvuran hastalar arasında gerçekleştirildi. Çalışma yerel etik kurul tarafından onaylandı (Ek 1). Çalışma öncesinde tüm olgular bilgilendirilerek yazılı izinleri alındı (Ek 2).

### **Hasta Seçimi ve Hastaların Özellikleri**

Çalışmamıza diz ağrısı ile başvuran, fizik muayene ve Amerikan Romatizma Birliği tanı kriterlerine göre primer diz osteoartriti tanısı konan 40 hasta alındı (Ek 3).

Çalışmaya alma kriterleri:

1. Mekanik karakterde diz ağrısı olanlar,
2. 38 yaş üzerindeki olgular,
3. Kellgren-Lawrence Rayolojik Evreleme Sistemine göre evre I veya II veya III gonartrozla uyumlu radyografisi bulunanlar,
4. Tedavi programına uyum sağlayabilecek hastalar çalışma kapsamına alındı.

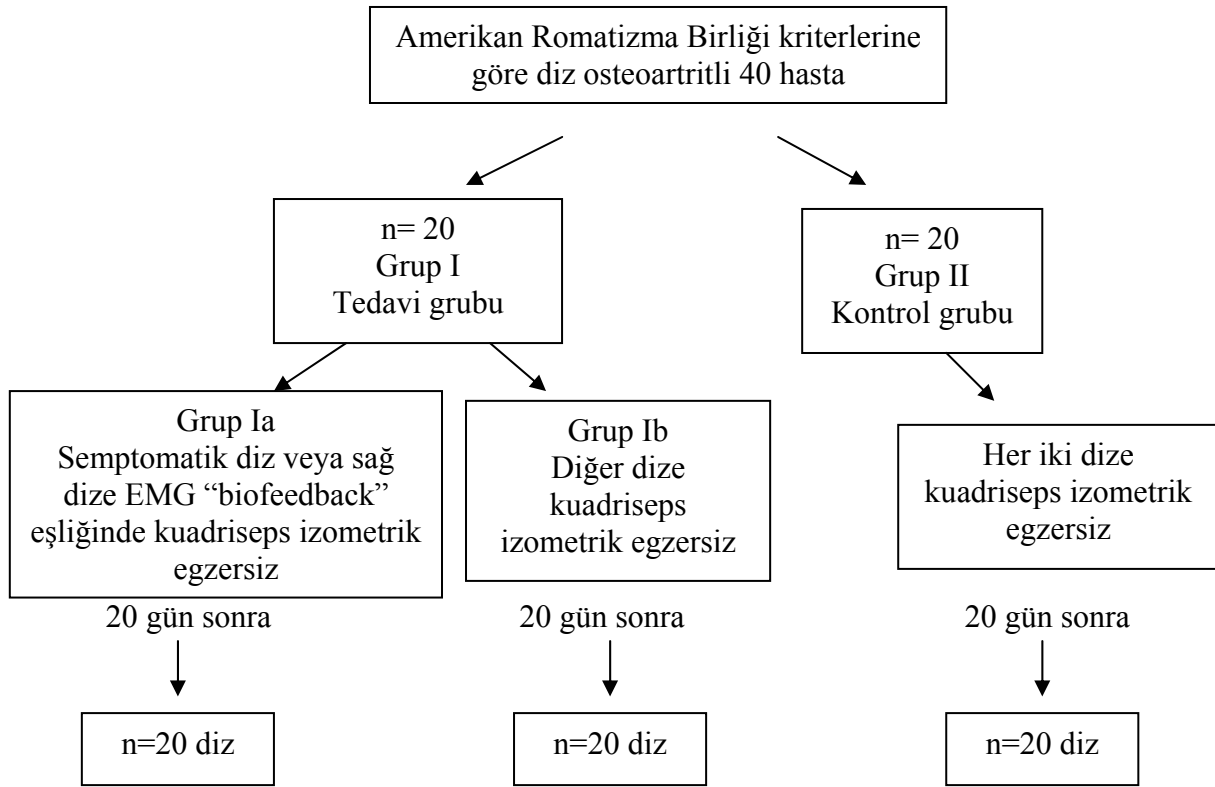
Çalışmadan dışlama kriterleri:

1. Daha önceden tanı almış sistemik ve kardiyovasküler problemi olanlar,
2. Enflamatuar özellikli kas iskelet sistemi hastalığı olanlar,
3. Osteoartrit dışında alt ekstremitayı etkileyerek ve aynı zamanda kas gücü kaybı oluşturan nörolojik hastalığı olanlar,
4. Alt ekstremitate cerrahisi geçirenler,
5. Aktif sinovit bulgusu olanlar,

6. Aktif ve düzenli olarak egzersiz yapanlar,

7. Programa düzenli olarak katılmayacak olgular çalışma kapsamı dışında bırakıldı.

Diz ağrısı olan 40 olgu rasgele örnekleme yöntemi ile iki gruba ayrıldı. Her iki grup 20 kişiden oluşmaktaydı. Birinci grubun iki alt grubu mevcuttu. Ia grubunda bulunan olguların semptomatik olan dizi ya da her iki dizde ağrı şikayeti olanlarda sağ tarafa EMG “biofeedback” uygulandı. Ib grubundaki olgulara kuadriseps kasına izometrik egzersiz tedavisi yaptırıldı. Tek dizde yapılan EMG “biofeedback” uygulamasının hastanın genel fonksiyonel sonuçlarını etkileyebileceği düşünülerek, EMG “biofeedback” grubu ile karşılaştırılabilir özellikleri taşıyan 20 kişilik ikinci bir kontrol grubu daha oluşturuldu. Bu gruba kuadriseps izometrik egzersizden oluşan ev programı verildi (Şekil 1).



**Şekil 1. Hastaların tedavi özelliklerine göre gruplandırılması**

Tüm olguların sistemik muayeneleri, anteroposterior ve lateral diz radyografileri, hemogram, rutin kan biyokimyası, eritrosit sedimentasyon hızı, C reaktif protein testleri yapıldı. Radyografik incelemeler Kellgren-Lawrence sınıflamasına göre değerlendirildi (Ek 3). Bu sınıflamaya göre evre I-III arasındaki diz osteoartritli olgular çalışma kapsamına alındı.

Çalışmaya alınan her hastaya çalışma formları dolduruldu, çalışma hakkında ve hastalığı ile ilgili genel bilgiler verilerek yazılı izinleri alındı.

## EMG Biofeedback Uygulaması

Elektromiyografik “biofeedback” çalışma programında test öncesi ekstansiyon hareketi ile olgunun sisteme uyumu sağlandıktan sonra test kayıtları başlatıldı. Her iki bacağın ölçümleri ayrı ayrı yapılarak kaydedildi. Myomed 932 EMG “biofeedback” cihazı (Enraf Nonius, Hollanda, 2002) kullanıldı (Şekil 2).



Şekil 2. Myomed 932 EMG biofeedback cihazı

“Biofeedback” grubundaki hastalarda EMG “biofeedback” uygulamasının ilk ve son günü 20 sikluslu bir test uygulaması yapıldı. Her hafta bitiminde bir test değerlendirmesi yapıldı. Kayıtlar alındıktan sonra 20 sikluslu setler halinde arada dinlenme dönemleri vererek seans boyunca toplam 100 siklus olacak şekilde program tamamlandı.

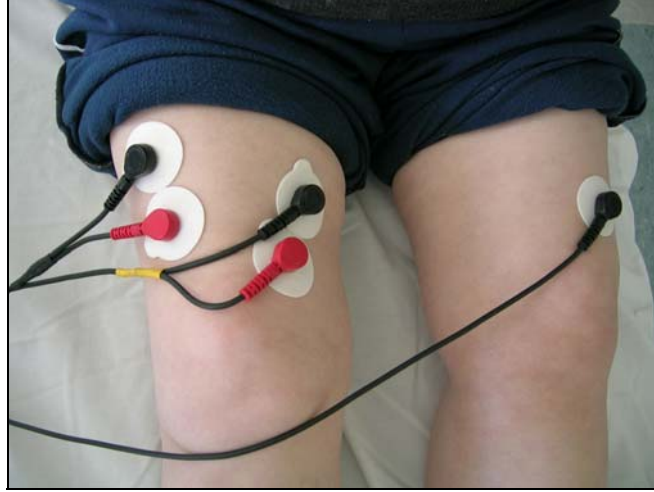
Elektromiyografik “biofeedback” cihazı ile değerlendirme ve eğitim programı için olgu sessiz ve sakin bir odaya alınarak dış ortamdan izole edildi. Hasta egzersiz masasına kalça fleksiyonda dizler ekstansiyonda olacak şekilde oturtuldu. Öncelikle yapılacak işlem hakkında bilgilendirilerek maksimum düzeyde uyumu sağlandı.

Cihazın birinci kanalına ait aktif iki elektrot VMO kası üzerine patella üst kenarından 4 cm yukarı ve orta hattan 3 cm mediale, vertikal düzlemle arasında 55° olacak şekilde; ikinci kanala ait aktif elektrotlar ise lateral vastus (VL) kası üzerine patella üst kenarından 10 cm yukarı ve orta hattan 6-8 cm laterale, vertikal düzlemle arasında 15° olacak şekilde yerleştirildi.

Toprak elektrot ise karşı taraf ekstremitede patellanın 2-3 cm üstüne yerleştirildi. Aynı kanala ait elektrotlar arasında en fazla 4 cm mesafe olması ve siyah elektrotların proksimale,



kırmızı elektrotların ise distale yerleştirilmesi şeklinde yine ölçümler standardize edildi. Elektrot olarak tek kullanımlık elektrokardiyografi elektrotları (aktif yüzey elektrotu) kullanıldı (Şekil 3).



**Şekil 3. EMG biofeedback uygulamasında aktif ve toprak elektrotların yerleşimi**

Kullandığımız cihaz, ilgili kas aktivitesini 3-10000 arasında bir aralıkta milivolt olarak kaydetmekteydi. Cihazın çift kanallı çalışma/istirahat EMG modu kullanıldı. Çalışma süresi 5 sn, istirahat süresi 10 sn, set sayısı 20 ve belirlenen eşik değer üzerinde kontraksiyon yapıldığında işitsel uyarı verecek şekilde cihaz ayarlandı.

Olguya izometrik kuadriseps kontraksiyonunu nasıl yapacağı tarif edildikten sonra peşe üç kez maksimum istemli izometrik kuadriseps kontraksiyonu yaptırılarak ortalaması alındı. Elde edilen değerlerin %70'i eşik değer olarak belirlendi. Cihaz ekranında tarif edilerek çalışma döneminde kontraksiyon yapması ve kontraksiyon seviyesini, eşik değer altına düşürmemeye çalışması, ardından gelen istirahat periyodunda ise dinlenmesi söylendi. Böylece ekran üzerinde kontraksiyonları izleyerek görsel, eşik değer üzerine çıktığında ise sinyal sesi ile işitsel feedback alınması sağlandı.

İlk sete ait kayıtlar alındıktan sonra hastanın programa uyumunu en üst düzeyde tutmak ve dinlenmesi amacıyla birkaç dakikalık aralar ile yirmişer sikluslu setler halindeki toplam 100 siklus tamamlandı. Her geçen gün, hastanın aşmasını istediğimiz eşik kontraksiyon düzeyi artırılarak daha güçlü kontraksiyonlar yapması sağlandı. Her seans ortalama 30-45 dakika sürdü.

### **İzometrik egzersiz uygulaması**

Olgular egzersiz masasına kalça fleksiyonda dizler ekstansiyonda olacak şekilde oturtularak EMG “biofeedback” uygulaması sırasında izometrik egzersiz uygulandı. Egzersiz öncesinde maksimum güçle kuadriseps kasını kasma istendi. Kontraksiyon sırasında diz hareketlerini engellemek için ayak bileği ve diz uygulayıcı tarafından muayene masasına tespit edildi. Bu şekilde hem kişinin sözlü uyarılarla motivasyonu, hem de uygulamanın yakından takibi sağlanmış oldu.

Grup II'deki hastaların ilk değerlendirmesi yapıldıktan sonra izometrik egzersiz programını nasıl uygulayacakları gösterildi. Ev programı olarak egzersizleri düzenlendi.

### **Hastaların Değerlendirilmesi**

Olguların ağrı değerlendirmeleri vizüel analog skala (VAS) ile yapıldı. Klinik değerlendirmede uyluk çevresi, dizin aktif ve pasif EHA ölçüldü. Uyluk çevresi mezura ile patella tepesinin üç farklı yerinden ölçüldü. Patella tepesinin 5 cm proksimalinden yapılan ölçümler çap I, 10 cm proksimalinden yapılan ölçümler çap II, 15 cm proksimalinden yapılan ölçümler çap III olarak adlandırıldı. Ölçümler çalışma öncesi ve sonrası aynı kişi tarafından yapıldı. Dizin aktif ve pasif EHA'nı ölçmek üzere 360° lik kadranlı ve iki kollu plastik tipte bir goniometre kullanıldı. Ekstansiyon açısı supin pozisyonda ölçüldü ve nötral sıfır derece kabul edilerek bunun altındaki değerler negatif olarak kaydedildi. Fleksiyon açısı ise hasta yüzüstü yatar pozisyonda ölçüldü ve nötral 0 derece kabul edilerek bunun üstündeki değerler pozitif olarak kabul edildi.

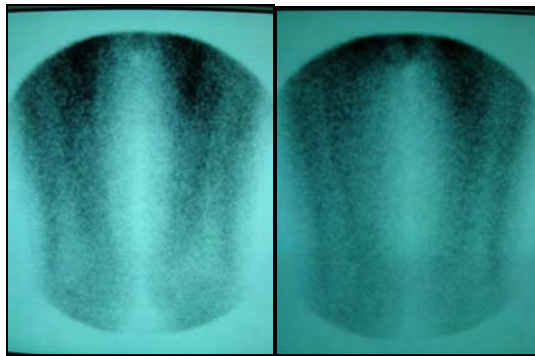
Ağrı/rahatsızlık, maksimum yürüme mesafesi ve günlük yaşam aktiviteleri Lequesne diz osteoartrit şiddet indeksi ve Western Ontario and McMaster (WOMAC) osteoartrit indeksi kullanılarak değerlendirildi (Ek 4). Değerlendirmeler birinci ve ikinci grupta tedavi programı başlangıcından üç gün önce, son değerlendirme ise tedavi bitiminden üç gün sonra yapıldı. İkinci grupta değerlendirmeler egzersiz programı öncesinde ve 20 gün sonrasında yapıldı.

Birinci grupta EMG “biofeedback” tedavisi sonucunda cihaz ekranında görülen “max”, “peak average” ve “peak power” değerleri de kaydedildi. Ölçülen değerlerden “max” milivolt olarak ölçülen en büyük kontraksiyonu göstermekteydi. Ekstansiyon aktivitesine ait değerlerden “peak average” en büyük kontraksiyon ortalaması, “peak power” en büyük gücü göstermekteydi. Değerlendirmeler birinci ve ikinci grupta tedavi programı başlangıcından üç gün önce, son değerlendirme ise tedavi bitiminden üç gün sonra yapıldı. İkinci grupta değerlendirmeler egzersiz programı öncesinde ve 20 gün sonrasında yapıldı.

Birinci grupta EMG “biofeedback” tedavisi ve izometrik egzersiz programını karşılaştırmak amacıyla <sup>99m</sup>Tc-MIBI kuadriseps perfüzyon sintigrafisi yapıldı. Aktivite tutulum oranları her iki kuadriseps kasında tedavi başlangıcından üç gün önce, tedavi bitiminden üç gün sonra yapıldı.

### **<sup>99m</sup>Tc-MIBI Kas Perfüzyon Sintigrafisi Uygulaması**

Sintigrafik tetkikler Trakya Üniversitesi Tıp Fakültesi Nükleer Tıp Anabilim Dalı’nda yapıldı. Bütün hastalara aç iken 555 Mega Becquerel <sup>99m</sup>Tc-MIBI kateter yardımıyla intravenöz yolla verildikten 60 dakika sonra görüntüleme masasına supin pozisyonda yatırıldı. Her iki uyluk bölgesinin 1/3 medialini gösteren ilgili alanlardan, statik anterior sintigrafik görüntüler alındı. Sintigrafiler düşük enerji, yüksek rezolüsyon, paralel delikli kolimatör kullanılarak 140 kiloelektrovolta %20 enerji penceresinde Philips gamma kamera cihazı kullanılarak alındı. Her görüntü 128x128 matrikste 400000 sayım veya 5 dk süresince elde edildi. Semikantitatif analizde, her iki uyluk bölgesinin 1/3 medialine çizilen ilgili alanlardan elde edilen sayım oranları kullanıldı. Aktivite tutulum oranları her iki kuadriseps kası için sayısal olarak hesaplandı. Sintigrafik tetkik her bir hasta için EMG “biofeedback” ve izometrik egzersiz programlarından üç gün önce ve uygulama programlarının bitiminden üç gün sonra olmak üzere iki kez yapıldı. Hesaplamalar semikantitatif analiz verilerinin gözlem-içi ve gözlem-arası varyasyonlarını test etmek için bir hafta sonra tekrar edildi (Şekil 4).



**Şekil 4. Tc-99m MIBI kas perfüzyon sintigrafisinin tedavi öncesi ve sonrası değerlendirilmesi**

## **İstatistiksel Analiz**

İstatistiksel değerlendirme Tıp Fakóltesi Dekanlığı Bilgi İşlem Merkezi'nde bulunan S0064 MINITAB Release 13 (Lisans 0: WCP 1331.00197) istatistik programı kullanılarak yapıldı. Ölçülebilen verilerin normal dağılıma uygunlukları tek örnek Kolmogorov-Simirnov testi, gruplar arasında fark olup olmadığı Tek Yönlü Varyans Analizi, gruplar arası kıyaslamalarda bağımsız gruplarda t testi, anlamlı fark bulunanlara POST-hoc yöntemlerinden Scheffe Yöntemi kullanıldı. Niteliksel veriler için Pearson  $\chi^2$  Analizi kullanıldı. Tekrarlı ölçümlerde varyans analizi için Repeated Measures ANOVA kullanıldı. Zamana bağlı değişimi göstermede Friedman testi, anlamlı fark bulunanlarda Wilcoxon eşleştirilmiş iki örnek testi kullanıldı. Tüm istatistikler için anlamlılık sınırı  $p<0,05$  olarak seçildi.

## BULGULAR

### Olguların Genel Özellikleri

Birinci gruptaki hastaların yaş ortalamaları  $56,70 \pm 9,92$  (38-75) idi. İkinci gruptaki hastaların yaş ortalamaları  $55,90 \pm 6,66$  (44-69) idi. Gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı fark yoktu ( $p=0,957$ ).

Birinci gruptaki hastaların boy ortalaması  $162,80 \pm 8,17$  cm (150-180), ikinci gruptaki hastaların boy ortalaması  $160,35 \pm 6,95$  cm (152-176) idi. Birinci gruptaki hastaların ağırlık ortalaması  $76,95 \pm 10,54$  kg (60-97), ikinci gruptaki hastaların ağırlık ortalaması  $76,30 \pm 9,90$  kg (62-95) idi. Birinci grupta hastaların vücut kitle indeksi (VKİ) ortalaması  $28,69 \pm 3,80$  kg/m<sup>2</sup>; ikinci grupta  $29,80 \pm 4,22$  kg/m<sup>2</sup> idi. Gruplar arasında istatistiksel anlamda fark yoktu (boy için  $p=0,520$ ; ağırlık için  $p=0,974$ ; VKİ için  $p=0,390$ ) (Tablo 1).

Birinci gruptaki hastaların 16'sı (%80) kadın, 4'ü (%20) erkekti. İkinci gruptaki hastaların 17'si (%85) kadın, 3'ü (%15) erkekti. Cinsiyet dağılımı yönünden gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı fark yoktu ( $p=1,000$ ) (Tablo 2).

Tüm gruplarda en büyük oranda görülen meslek ev hanımlığı idi. Birinci grupta 11 (%55) hasta, ikinci grupta 14 (%70) hasta ev hanımı idi. Birinci grupta 7 (%35) hasta, ikinci grupta 4 (%20) hasta emekli idi. Birinci grupta 2 (%10) hasta, ikinci grupta 2 (%10) hasta çalışan idi. Meslek dağılımı açısından gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı fark yoktu ( $Z=0,474$ ;  $p=0,978$ ) (Tablo 3).

**Tablo 1. Hastaların demografik özellikleri**

Değişkenler	Tüm hastalar (n=40) X±SS	I. Grup (n=20) X±SS	II. Grup (n=20) X±SS	F	p
Yaş	56,40±8,94	56,70±9,92	55,90±6,65	0,044	0,957
Boy (cm)	161,98±7,74	162,80±8,17	160,35±6,95	0,661	0,520
Ağırlık (kg)	76,73±10,16	76,95±10,54	76,30±9,90	0,026	0,974
VKİ (kg/m <sup>2</sup> )	29,06±3,91	28,70±3,80	29,80±4,22	0,523	0,596

X: Ortalama; SS: Standart sapma; VKİ: Vücut kitle indeksi.  
Tek yönlü varyans analizi.

**Tablo 2. Hastaların cinsiyet dağılımı**

Cinsiyet	Tüm hastalar (n=40) Sayı (%)	I. Grup (n=20) Sayı (%)	II. Grup (n=20) Sayı (%)	p
Kadın	33 (83)	16 (80)	17 (85)	1,000
Erkek	7 (17)	4 (20)	3 (15)	

Fisher's ki-kare analizi.

**Tablo 3. Hastaların meslek dağılımı**

Meslek	Tüm hastalar (n=40) Sayı (%)	I. Grup (n=20) Sayı (%)	II. Grup (n=20) Sayı (%)	Z	p
Ev hanımı	25 (63)	11 (55)	14 (70)	0,474	0,978
Emekli	11 (27)	7 (35)	4 (20)		
Çalışan	4 (10)	2 (10)	2 (10)		

Kolmogorov-Smirnov Testi.

Kellgren-Lawrence Radyolojik Evreleme Sistemi'ne göre evre I olan hastaların sayısı birinci grupta 4 (%20), ikinci grupta 2 (%10); evre II olan hastaların sayısı birinci grupta 11 (%55), ikinci grupta 16 (%80); evre III olan hastaların sayısı birinci grupta 5 (%25), ikinci grupta 2 (%10) idi. Grupların radyolojik evreleme açısından istatistiksel olarak anlamlı farklılığı yoktu (Z=0,474; p=0,978) (Tablo 4).

**Tablo 4. Kellgren-Lawrence radyolojik evreleme sistemine göre hastaların dağılımı**

Grup	Evre I Sayı (%)	Evre II Sayı (%)	Evre III Sayı (%)	Z	p
I	4 (20)	11 (55)	5 (25)	0,474	0,978
II	2 (20)	16 (60)	2 (20)		

Kolmogorov-Smirnov Testi.

Tedavi öncesi değerlendirmede istirahat ağrısı VAS ortalaması bakımından gruplar arasında istatistiksel yönden anlamlı bir fark yokken ( $t=-1,89$ ;  $p=0,066$ ), tedavi sonrası istirahat ağrısı değerleri grup 1’de grup 2’ye göre istatistiksel olarak daha düşük bulundu ( $t=-2,650$ ;  $p=0,012$ ) (Tablo 5) (Şekil 5).

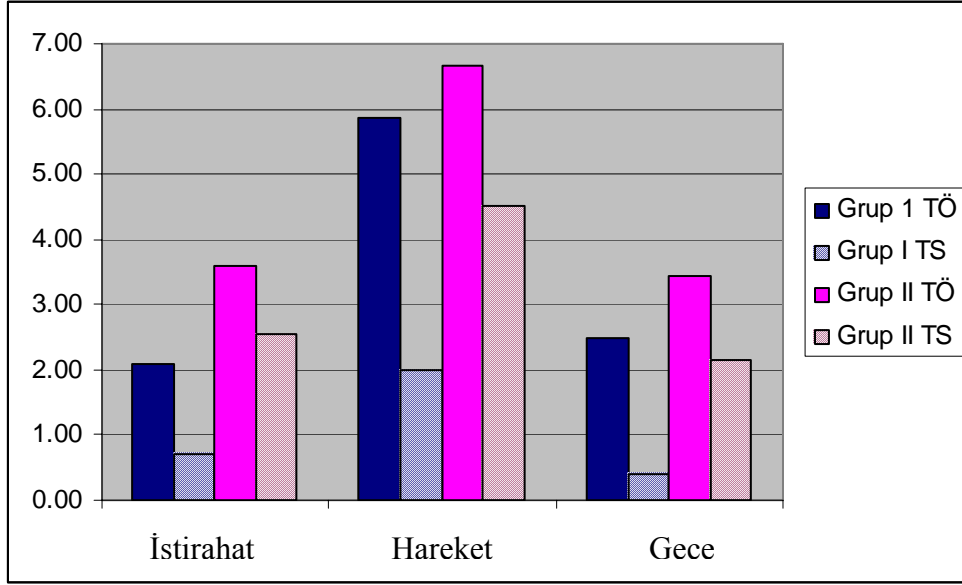
Tedavi öncesi değerlendirmede hareket ağrısı VAS ortalaması bakımından gruplar arasında istatistiksel yönden anlamlı bir fark bulunmadı ( $t=-1,122$ ;  $p=0,269$ ). Tedavi sonrası istirahat ağrısı değerleri grup 1’de grup 2’ye göre istatistiksel olarak daha düşük saptandı ( $t=-3,052$ ;  $p=0,004$ ) (Tablo 5) (Şekil 5).

Tedavi öncesi değerlendirmede gece ağrısı VAS ortalaması bakımından gruplar arasında istatistiksel yönden anlamlı bir fark saptanmadı ( $t=-0,948$ ;  $p=0,349$ ). Tedavi sonrası istirahat ağrısı değerleri grup 1’de grup 2’ye göre istatistiksel olarak daha düşük bulundu ( $t=-2,479$ ;  $p=0,018$ ) (Tablo 5) (Şekil 5).

**Tablo 5. İstirahat, hareket ve gece ağrısının VAS ortalamalarının tedavi öncesi ve sonrası karşılaştırılması**

	Grup I (X±SS)	Grup II (X±SS)	t	p
TÖ İstirahat ağrısı	2,10± 2,36	3,60 ± 2,64	-1,893	0,066
TS İstirahat ağrısı	0,70 ±1,52	2,55 ±2,72	-2,650	0,012*
TÖ Hareket ağrısı	5,85±2,35	6,65±2,16	-1,122	0,269
TS Hareket ağrısı	2,00±2,56	4,50±2,62	-3,052	0,004*
TÖ Gece ağrısı	2,50±3,22	3,45±3,12	-0,948	0,349
TS Gece ağrısı	0,40±1,57	2,15±2,74	-2,479	0,018*

X: Ortalama, SS: Standart sapma, TÖ: Tedavi öncesi, TS: Tedavi sonrası.  
Bağımsız gruplarda t testi, \*  $p<0,05$ .



**Şekil 5. İstirahat, hareket ve gece ağrısının tedavi öncesi ve sonrası VAS ortalamaları**

Olguların ölçülen aktif diz fleksiyon derecelerinin tedavi sonrası değerlendirmelerinde, tüm gruplarda tedavi öncesine göre istatistiksel olarak anlamlı bir artış saptandı ( $F=47,360$ ;  $p=0,000$ ). Bu artış tüm gruplarda aynı yönde olup, uygulanan tedavi yöntemlerine bağlı olarak saptanan artış farklı düzeylerdeydi ( $F=6,396$ ;  $p=0,003$ ). Tedavi sonrası artış bakımından anlamlı bir fark olmasına rağmen ( $F=3,375$ ;  $p=0,041$ ), ikili kıyaslamalarda anlamlı bir fark saptanmadı (Post-hoc, Scheeffe testi) (Tablo 6).

**Tablo 6. Aktif fleksiyon derecelerinin tedavi öncesi ve sonrası değerlerinin ortalamaları**

	Grup Ia	Grup Ib	Grup II
<b>T.Ö diz fleksiyonu</b> ( $X \pm SS$ )	117,50 $\pm$ 9,93	126,75 $\pm$ 9,22	122,50 $\pm$ 8,51
<b>T.S diz fleksiyonu</b> ( $X \pm SS$ )	129,35 $\pm$ 10,46	132,50 $\pm$ 7,86	125,75 $\pm$ 8,63

X: Ortalama, SS: Standart sapma, TÖ: Tedavi öncesi, TS: Tedavi sonrası.

Olguların ölçülen pasif diz fleksiyon derecelerinin tedavi sonrası değerlendirmelerinde, tüm gruplarda tedavi öncesine göre istatistiksel olarak anlamlı bir artış saptandı ( $F=35,313$ ;  $p=0,000$ ). Bu artış tüm gruplarda aynı yönde olup, uygulanan tedavi yöntemlerine bağlı olarak saptanan artış farklı düzeylerdeydi ( $F=3,601$ ;  $p=0,034$ ). Tedavi sonrası artış bakımından anlamlı bir fark olmakla birlikte ( $F=3,321$ ;  $p=0,043$ ), ikili



kıyaslamalarda grup Ib'deki artışın grup II'ye göre daha anlamlı olduğu saptandı ( $p=0,045$ ) (Post-hoc, Scheeffe testi) (Tablo 7).

**Tablo 7. Pasif fleksiyon derecelerinin tedavi öncesi ve sonrası değerlerinin ortalamaları**

	<b>Grup Ia</b>	<b>Grup Ib</b>	<b>Grup II</b>
<b>TÖ diz fleksiyonu</b> ( $\bar{X}\pm SS$ )	128,50 $\pm$ 8,45	133,50 $\pm$ 5,40	129,00 $\pm$ 8,52
<b>TS diz fleksiyonu</b> ( $\bar{X}\pm SS$ )	136,30 $\pm$ 8,41	137,80 $\pm$ 3,80	131,50 $\pm$ 8,13

X: Ortalama, SS: Standart sapma, TÖ: Tedavi öncesi, TS: Tedavi sonrası.

Olguların patella üst kenarının 5 cm üzerinden ölçülen kuadriseps çapının tedavi sonrası değerlendirmelerinde, tüm gruplarda tedavi öncesine göre istatistiksel olarak anlamlı bir artış saptandı ( $F=41,244$ ;  $p=0,000$ ). Bu artış tüm gruplarda aynı yönde olup, uygulanan tedavi yöntemlerine bağlı olarak saptanan artış farklı düzeylerdeydi ( $F=5,394$ ;  $p=0,007$ ). Tedavi sonrası artış bakımından anlamlı bir fark olmakla birlikte ( $F=0,710$ ;  $p=0,496$ ), ikili kıyaslamalarda anlamlı bir fark saptanmadı (Post-hoc, Scheeffe testi) (Tablo 8).

Olguların patella üst kenarının 10 cm üzerinden ölçülen kuadriseps çapının tedavi sonrası değerlendirmelerinde, tüm gruplarda tedavi öncesine göre istatistiksel olarak anlamlı bir artış saptandı ( $F=58,447$ ;  $p=0,000$ ). Bu artış tüm gruplarda aynı yönde olup, uygulanan tedavi yöntemlerine bağlı olarak saptanan artış farklı düzeylerdeydi ( $F=7,266$ ;  $p=0,002$ ). Tedavi sonrası artış bakımından anlamlı bir fark olmakla birlikte ( $F=1,884$ ;  $p=0,161$ ), ikili kıyaslamalarda anlamlı bir fark saptanmadı (Post-hoc, Scheeffe testi) (Tablo 8).

Olguların patella üst kenarının 15 cm üzerinden ölçülen kuadriseps çapının tedavi sonrası değerlendirmelerinde, tüm gruplarda tedavi öncesine göre istatistiksel olarak anlamlı bir artış saptandı ( $F=44,502$ ;  $p=0,000$ ). Bu artış tüm gruplarda aynı yönde olup, uygulanan tedavi yöntemlerine bağlı olarak saptanan artış farklı düzeylerdeydi ( $F=4,170$ ;  $p=0,020$ ). Tedavi sonrası artış bakımından anlamlı bir fark olmakla birlikte ( $F=0,581$ ;  $p=0,562$ ), ikili kıyaslamalarda anlamlı bir fark saptanmadı (Post-hoc, Scheeffe testi) (Tablo 8).

**Tablo 8. Kuadriseps kasının çap ölçümlerinin tedavi öncesi ve sonrası değerlerinin ortalamaları**

	<b>Grup Ia</b>	<b>Grup Ib</b>	<b>Grup II</b>
<b>ap 1 T (X±SS)</b>	44,40±3,30	44,80±3,23	43,70±3,74
<b>ap 1 TS (X±SS)</b>	45,50±3,57	45,40±3,27	43,90±3,71
<b>ap 2 T (X±SS)</b>	49,30±3,81	49,00±3,61	47,70±3,85
<b>ap 2 TS (X±SS)</b>	50,80±3,98	50,10±3,41	48,00±3,93
<b>ap 3 T (X±SS)</b>	53,00±3,89	52,80±4,13	52,10±4,51
<b>ap 3 TS (X±SS)</b>	54,30±3,69	53,80±3,69	52,50±4,70

X: Ortalama, SS: Standart sapma, T: Tedavi ncesi, TS: Tedavi sonrası.

Tedavi ncesi değerlendirmede Lequesne indeksinde ağrı ölçümü parametresi bakımından gruplar arasında istatistiksel yönden anlamlı bir fark yoktu ( $t=-0,796$ ;  $p=0,431$ ). Tedavi sonrasında Lequesne indeksinin ağrı ölçümü parametresi ortalamasının grup1’de grup 2’den istatistiksel olarak daha düşük olduğu saptandı ( $t=-2,688$ ;  $p=0,011$ ).

Tedavi ncesi değerlendirmede Lequesne indeksinde tutukluk ölçümü parametresi bakımından gruplar arasında istatistiksel yönden anlamlı bir fark yokken ( $t=-1,488$ ;  $p=0,145$ ), tedavi sonrasında Lequesne indeksinin tutukluk parametresi ortalamasının grup1’de grup 2’den istatistiksel olarak daha düşük olduğu bulundu ( $t=-2,746$ ;  $p=0,009$ ).

Tedavi ncesi değerlendirmede Lequesne indeksinde yürüme mesafesinin ölçümü bakımından gruplar arasında istatistiksel yönden anlamlı bir fark bulunmadı ( $t=0,495$ ;  $p=0,623$ ). Tedavi sonrası değerlendirmede meydana gelen azalma açısından birinci ve ikinci grup arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark saptanmadı ( $t=-0,989$ ;  $p=0,329$ ).

Tedavi ncesi değerlendirmede Lequesne indeksinde çorap giyerken meydana gelen zorlanma bakımından gruplar arasında istatistiksel yönden anlamlı bir fark yoktu ( $t=-1,594$ ;  $p=0,119$ ). Tedavi sonrası değerlendirmede meydana gelen azalma açısından birinci ve ikinci grup arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark saptanmadı ( $t=-1,241$ ;  $p=0,222$ ).

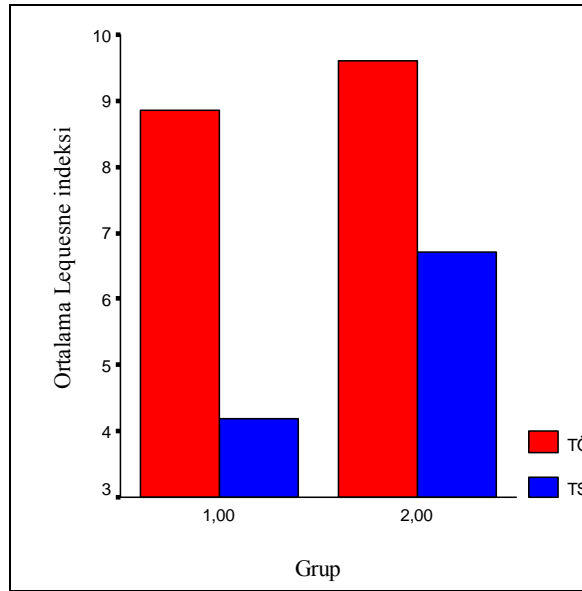
Tedavi ncesi değerlendirmede Lequesne indeksinde yerden bir Őey alırken hissedilen zorlanma bakımından gruplar arasında istatistiksel yönden anlamlı bir fark saptanmadı ( $t=0,650$ ;  $p=0,520$ ). Tedavi sonrası değerlendirmede meydana gelen azalma açısından birinci ve ikinci grup arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark saptanmadı ( $t=0,000$ ;  $p=1,000$ ).

Tedavi ncesi değerlendirmede Lequesne indeksinde merdiven inip çıkarken meydana gelen zorlanma bakımından gruplar arasında istatistiksel yönden anlamlı bir fark yoktu

( $t=0,406$ ;  $p=0,687$ ). Tedavi sonrası değerlendirmede meydana gelen azalma açısından birinci ve ikinci grup arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark saptanmadı ( $t=-0,312$ ;  $p=0,757$ ).

Tedavi öncesi değerlendirmede Lequesne indeksinde arabaya inip binerken meydana gelen zorlanma bakımından gruplar arasında istatistiksel yönden anlamlı bir fark saptanmadı ( $t=-0,677$ ;  $p=0,503$ ). Tedavi sonrası değerlendirmede meydana gelen azalma açısından birinci ve ikinci grup arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark saptanmadı ( $t=0,000$ ;  $p=1,000$ ).

Tedavi öncesi değerlendirmede Lequesne indeksinin toplam skoru bakımından gruplar arasında istatistiksel yönden anlamlı bir fark yoktu ( $t=-0,625$ ;  $p=0,536$ ). Tedavi sonrasında Lequesne indeksinin toplam skor ortalamasının grup1’de grup 2’den istatistiksel olarak daha düşük olduğu saptandı ( $t=-2,482$ ;  $p=0,018$ ) (Şekil 6, Tablo 9).



**Şekil 6. Lequesne toplam skorunun tedavi öncesi ve sonrası değerleri**

**Tablo 9. Lequesne toplam skorunun tedavi öncesi ve sonrası değerlerinin karşılaştırılması**

	<b>Grup I</b>	<b>Grup II</b>	<b>T</b>	<b>p</b>
<b>TÖ Lequesne toplam skor (X±SS)</b>	8,85±3,86	9,60±3,73	-0,625	0,536
<b>TS Lequesne toplam skor (X±SS)</b>	4,20±2,50	6,70±3,74	-2,482	0,018*

X: Ortalama, SS: Standart sapma, TÖ: Tedavi öncesi, TS: Tedavi sonrası.  
Bağımsız gruplarda t testi, \* p<0,05.

Tedavi öncesi değerlendirmede WOMAC Osteoartrit İndeksi'nin ağrı ile ilgili soruları bakımından gruplar arasında istatistiksel yönden anlamlı bir fark yoktu (t=-0,335; p=0,739). Tedavi sonrası değerlendirmede meydana gelen azalma açısından birinci ve ikinci grup arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark saptanmadı (t=-1,832; p=0,075) (Tablo 10).

Tedavi öncesi değerlendirmede WOMAC Osteoartrit İndeksi'nin tutukluk ile ilgili soruları bakımından gruplar arasında istatistiksel yönden anlamlı bir fark yokken (t=-1,586; p=0,121), tedavi sonrasında WOMAC Osteoartrit İndeksi'nin tutukluk skoru ortalamasının grup1'de grup 2'den istatistiksel olarak daha düşük olduğu saptandı (t=-3,806; p=0,001) (Tablo 10).

Tedavi öncesi değerlendirmede WOMAC Osteoartrit İndeksi'nin günlük işleri yaparken meydana gelen zorlanma ile ilgili soruları bakımından gruplar arasında istatistiksel yönden anlamlı bir fark saptanmadı (t=0,240; p=0,812). Tedavi sonrası değerlendirmede meydana gelen azalma açısından birinci ve ikinci grup arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmadı (t=-1,943; p=0,060) (Tablo 10).

**Tablo 10. WOMAC İndeksinin tedavi öncesi ve sonrası değerlerinin karşılaştırılması**

	<b>Grup I</b>	<b>Grup II</b>	<b>t</b>	<b>p</b>
<b>Ağrı TÖ (X±SS)</b>	3,80±1,97	4,02±2,24	-0,335	0,739
<b>Ağrı TS (X±SS)</b>	1,29±1,55	2,26±1,78	-1,832	0,075
<b>Tutukluk TÖ (X±SS)</b>	3,40±2,58	4,64±2,26	-1,586	0,121
<b>Tutukluk TS (X±SS)</b>	0,96±1,23	3,31±2,45	-3,806	0,001*
<b>Zorlanma TÖ (X±SS)</b>	3,78±1,92	3,62±2,08	0,240	0,812
<b>Zorlanma TS (X±SS)</b>	1,31±1,48	2,32±1,79	-1,943	0,060

X: Ortalama, SS: Standart sapma, TÖ: Tedavi öncesi, TS: Tedavi sonrası.  
Bağımsız gruplarda t testi, \* p<0,05.

Oblik medial vastus kası kontraksiyonunun değerlendirilmesinde yapılan EMG “biofeedback” ölçümlerinin en büyük kontraksiyon değerlerinin haftalara göre değerlendirilmesi sonrasında istatistiksel olarak anlamlı bir artış olduğu saptandı (p=0,000). 2. haftadaki ölçümlerin 1. haftaya göre artış göstermesi anlamlı değildi (p=0,167). 3. haftadaki ölçümlerin 1. haftaya göre (p=0,001); 4. haftadaki ölçümlerin 1. haftaya göre (p=0,000); 3. haftadaki ölçümlerin 2. haftaya göre (p=0,006); 4. haftadaki ölçümlerin 2. haftaya göre (p=0,000), 4. haftadaki ölçümlerin 3. haftaya göre artış göstermesi istatistiksel olarak anlamlı idi (p=0,014) (Tablo 11).

Lateral vastus kası kontraksiyonunun değerlendirilmesinde EMG “biofeedback” ölçümlerinin en büyük kontraksiyon değerlerinin haftalara göre değerlendirilmesi sonrasında istatistiksel olarak anlamlı bir artış olduğu saptandı (p=0,000). 2. haftadaki ölçümlerin 1. haftaya göre (p=0,005), 3. haftadaki ölçümlerin 1. haftaya göre (p=0,000); 4. haftadaki ölçümlerin 1. haftaya göre (p=0,000); 3. haftadaki ölçümlerin 2. haftaya göre (p=0,014); 4. haftadaki ölçümlerin 2. haftaya göre (p=0,002) artış göstermesi istatistiksel olarak anlamlı idi. 4. haftadaki ölçümlerin 3. haftaya göre artış göstermesi (p=0,083) anlamlı bulunmadı (Tablo 11).

**Tablo 11. EMG biofeedback en büyük kontraksiyon değerlerinin haftalara göre VMO ve VL kaslarındaki değerleri**

Kas grubu	I. hafta en büyük kont. değeri (X±SS)	II. hafta en büyük kont. değeri (X±SS)	III. hafta en büyük kont. değeri (X±SS)	IV. hafta en büyük kont. değeri (X±SS)	P
<b>VMO</b>	108,45±49,67	119,16±64,51	141,75±71,57	182,75±102,30	0,000*
<b>VL</b>	97,25±47,36	117,77±58,96	134,00±59,54	146,40±66,94	0,000*

X: Ortalama, SS: Standart sapma, **VMO**: Vastus medialis obliquus, **VL**: Vastus lateralis, **kont**: kontraksiyon. Wilcoxon eşleştirilmiş iki örnek testi, \*p<0,05.

Oblik medial vastus kasının EMG “biofeedback” ölçümlerinin ekstansiyon aktivitesini gösteren en büyük kontraksiyon ortalaması değerlerinin haftalara göre değerlendirilmesi sonrasında istatistiksel olarak anlamlı bir artış olduğu saptandı (p=0,000). 2. haftadaki ölçümlerin 1. haftaya göre artış göstermesi anlamlı değildi (p=0,202). 3. haftadaki ölçümlerin 1. haftaya göre (p=0,009); 4. haftadaki ölçümlerin 1. haftaya göre (p=0,001); 3. haftadaki ölçümlerin 2. haftaya göre (p=0,010); 4. haftadaki ölçümlerin 2. haftaya göre (p=0,001), 4.

haftadaki ölçümlerin 3. haftaya göre artış göstermesi istatistiksel olarak anlamlı idi ( $p=0,027$ ) (Tablo 12).

Lateral vastus kasının EMG “biofeedback” ölçümlerinin ekstansiyon aktivitesini gösteren en büyük kontraksiyon ortalaması değerlerinin haftalara göre değerlendirilmesi sonrasında istatistiksel olarak anlamlı bir artış olduğu saptandı ( $p=0,000$ ). 2. haftadaki ölçümlerin 1. haftaya göre ( $p=0,009$ ). 3. haftadaki ölçümlerin 1. haftaya göre ( $p=0,000$ ); 4. haftadaki ölçümlerin 1. haftaya göre ( $p=0,000$ ); 3. haftadaki ölçümlerin 2. haftaya göre ( $p=0,032$ ); 4. haftadaki ölçümlerin 2. haftaya göre ( $p=0,008$ ), 4. haftadaki ölçümlerin 3. haftaya göre artış göstermesi istatistiksel olarak anlamlı idi ( $p=0,034$ ) (Tablo 12).

**Tablo 12. EMG biofeedback en büyük kontraksiyon ortalamasının haftalara göre VMO ve VL kaslarındaki değerleri**

Kas grubu	I. hafta en büyük kont. ort. değeri (X±SS)	II. hafta en büyük kont. ort. değeri (X±SS)	III. hafta en büyük kont. ort. değeri (X±SS)	IV. hafta en büyük kont. ort. değeri (X±SS)	P
VMO	21,48±12,15	22,56±12,82	26,12±14,79	29,52±15,58	0,000*
VL	17,85±9,34	21,85±10,27	24,81±11,23	28,36±12,64	0,000*

X: Ortalama, SS: Standart sapma, VMO: Vastus medialis obliquus, VL: Vastus lateralis, kont: kontraksiyon, ort: ortalama.

Wilcoxon eşleştirilmiş iki örnek testi, \*  $p<0,05$ .

Oblik medial vastus kasının EMG “biofeedback” ölçümlerinin ekstansiyon aktivitesini gösteren en büyük güç değerlerinin haftalara göre değerlendirilmesi sonrasında istatistiksel olarak anlamlı bir artış olduğu saptandı ( $p=0,000$ ). 2. haftadaki ölçümlerin 1. haftaya göre artış göstermesi anlamlı değildi ( $p=0,247$ ). 3. haftadaki ölçümlerin 1. haftaya göre ( $p=0,012$ ); 4. haftadaki ölçümlerin 1. haftaya göre ( $p=0,000$ ); 3. haftadaki ölçümlerin 2. haftaya göre ( $p=0,015$ ), 4. haftadaki ölçümlerin 2. haftaya göre ( $p=0,001$ ), 4. haftadaki ölçümlerin 3. haftaya göre artış göstermesi istatistiksel olarak anlamlı idi ( $p=0,004$ ) (Tablo 13).

Lateral vastus kasının EMG “biofeedback” ölçümlerinin ekstansiyon aktivitesini gösteren en büyük güç değerlerinin haftalara göre değerlendirilmesi sonrasında istatistiksel olarak anlamlı bir artış olduğu saptandı ( $p=0,000$ ). 2. haftadaki ölçümlerin 1. haftaya göre ( $p=0,012$ ), 3. haftadaki ölçümlerin 1. haftaya göre ( $p=0,000$ ), 4. haftadaki ölçümlerin 1. haftaya göre ( $p=0,000$ ); 4. haftadaki ölçümlerin 2. haftaya göre ( $p=0,002$ ), 4. haftadaki

ölçümlerin 3. haftaya göre artış göstermesi istatistiksel olarak anlamlı idi ( $p=0,002$ ). 3. haftadaki ölçümlerin 2. haftaya göre artış göstermesi anlamlı değildi ( $p=0,126$ ) (Tablo 13).

**Tablo 13. EMG biofeedback en büyük güç değerlerinin haftalara göre VMO ve VL kaslarındaki değerleri**

Kas grubu	I. hafta en büyük güç değeri (X±SS)	II. hafta en büyük güç değeri (X±SS)	III. hafta en büyük güç değeri (X±SS)	IV. hafta en büyük güç değeri (X±SS)	p
VMO	6327,80±3503,87	6730,40±3918,34	7719,00±3898,14	9727,40±6049,85	0,000*
VL	5266,55±2687,19	6700,95±3306,61	7239,40±3127,18	8935,00±3257,56	0,000*

X: Ortalama, SS: Standart sapma, VMO: Vastus medialis obliquus, VL: Vastus lateralis. Wilcoxon eşleştirilmiş iki örnek testi, \*  $p<0,05$ .

Sintigrafik değerlendirmede, gruplar arasında tedavi öncesi ve sonrası  $^{99m}\text{Tc}$ -MIBI aktivite tutulumlarının farklarının farkı kıyaslandığında, anlamlı bir fark saptanmadı ( $t=0,334$ ;  $p=0,740$ ) (Tablo 14).

**Tablo 14. Biofeedback grubunun tedavi öncesi ve sonrası sintigrafik aktivite tutulum oranları**

	Grup Ia (X±SS)	Grup Ib (X±SS)
TÖ $^{99m}\text{Tc}$ -MIBI aktivite tutulumları	1,91±0,50	2,06±0,44
TS $^{99m}\text{Tc}$ -MIBI aktivite tutulumları	1,73±0,30	1,83±0,38
TÖ ve TS $^{99m}\text{Tc}$ -MIBI aktivite tutulumları farkı	0,18±0,48	0,23±0,43

TÖ: Tedavi öncesi, TS: Tedavi sonrası, X: Ortalama, SS: Standart sapma.

Elektromiyografik “biofeedback” ve kuadriseps izometrik egzersiz uygulanan gruptaki hastaların protokol numarası, başvuru yılı, bazı demografik ve antropometrik özellikleri tablo 15’te; izometrik egzersizin ev programı olarak verildiği hastaların protokol numarası, başvuru yılı, bazı demografik ve antropometrik özellikleri tablo 16’da verilmiştir.

**Tablo 15. EMG biofeedback ve kuadriseps izometrik egzersiz uygulanan gruptaki hastaların protokol numarası, başvuru yılı, bazı demografik ve antropometrik özellikleri**

Sıra no	Protokol	Başvuru Yılı	Yaş	Cinsiyet	Meslek	Boy	Kilo
1	1184328	2005	55	Kadın	Ev hanımı	160	79
2	1190162	2005	67	Kadın	Ev hanımı	150	70
3	1179681	2005	64	Kadın	Emekli	152	68
4	1206688	2005	38	Erkek	Çalışan	170	72
5	1188624	2005	64	Erkek	Emekli	178	85
6	1192744	2005	54	Kadın	Emekli	158	72
7	1196357	2005	61	Erkek	Emekli	180	95
8	1185779	2005	69	Kadın	Ev hanımı	170	75
9	1198405	2005	66	Kadın	Ev hanımı	158	73
10	1206327	2005	75	Kadın	Ev hanımı	160	90
11	33975	2005	60	Erkek	Emekli	167	97
12	1271678	2005	45	Kadın	Ev hanımı	160	90
13	1271626	2005	47	Kadın	Ev hanımı	163	73
14	1252999	2005	52	Kadın	Ev hanımı	160	64
15	1238963	2005	55	Kadın	Ev hanımı	151	78
16	1282128	2005	38	Kadın	Ev hanımı	158	60
17	1296491	2005	48	Kadın	Çalışan	172	72
18	1279904	2005	57	Kadın	Emekli	164	88
19	129657	2005	60	Kadın	Ev hanımı	160	65
20	33975	2005	59	Kadın	Emekli	165	73



**Tablo 16. İzometrik egzersizin ev programı olarak verildiği hastaların protokol numarası, başvuru yılı, bazı demografik ve antropometrik özellikleri**

Sıra no	Protokol	Başvuru Yılı	Yaş	Cinsiyet	Meslek	Boy	Kilo
1	1301873	2005	60	Kadın	Ev hanımı	155	85
2	1307611	2005	62	Kadın	Ev hanımı	160	76
3	1317469	2005	58	Kadın	Ev hanımı	157	63
4	1327749	2005	69	Kadın	Ev hanımı	152	70
5	1317740	2005	47	Kadın	Ev hanımı	165	70
6	1334066	2005	53	Kadın	Ev hanımı	165	90
7	1347743	2005	57	Kadın	Ev hanımı	158	95
8	1351613	2005	62	Erkek	Emekli	168	70
9	1352741	2005	64	Erkek	Emekli	174	90
10	1352855	2005	45	Erkek	Emekli	176	74
11	1353908	2005	56	Kadın	Ev hanımı	160	80
12	1359590	2005	51	Kadın	Ev hanımı	153	81
13	1339162	2005	59	Kadın	Ev hanımı	158	92
14	1359979	2005	51	Kadın	Ev hanımı	154	63
15	1360768	2005	52	Kadın	Ev hanımı	156	72
16	1378504	2005	53	Kadın	Ev hanımı	155	70
17	1326455	2005	64	Kadın	Ev hanımı	168	71
18	132602	2005	58	Kadın	Ev hanımı	163	74
19	1352801	2005	44	Kadın	Ev hanımı	155	78
20	30977	2005	53	Kadın	Ev hanımı	155	62

## TARTIŞMA

Kas iskelet sisteminin en sık görülen hastalığı olan osteoartritte diz semptomatik olarak en sık tutulan eklemdir. Gonartroz genel nüfus dağılımı içinde disabiliteye neden olan hastalıkların başında gelmektedir (51). Ortalama yaşam süresinin uzamasıyla birlikte hem tıbbi hem de ekonomik açıdan önemi artmaktadır (52).

Kırk yaş ve sonrasında ağırlık taşıyan eklemlerin kıkırdak yapısında dejeneratif değişiklikler gözlenir (53). Amerikan Romatizma Birliği diz osteoartriti tanı kriterlerinde yaş sınırını 38 ve üzeri olarak tespit etmiştir (54). Çalışmamızda yaş ortalamamız literatürle uyumlu olarak grup I için  $56,70\pm 9,92$ ; grup II için  $55,90\pm 6,66$  olarak bulunmuştur (55-59).

Osteoartrit 45 yaşa kadar nadir görülür ve bu dönemde erkeklerde biraz daha sıktır. Her iki cinste 45-55 yaşları arasında eşit sıklıkta görülür. Ellibeş yaş üzeri daha çok kadınlarda ve ağır bir klinik tablo ile karşımıza çıkar. Literatürle uyumlu olarak çalışmamızda 33 kadın (%83), 7 erkek (%17) hasta bulunmaktaydı (55,60-63).

Obesite ve osteoartrit arasındaki en iyi korelasyon diz ekleminde gösterilmiştir (58). Obesite değerlendirilmesinde kullanılan VKİ parametresi her iki cinsiyette diz osteoartriti ile birlikte dir. Sonuçlar vücut ağırlığı ve diz osteoartritinin birlikteliğinde biyomekanik katkının, metabolik ya da sistemik faktörlerden daha fazla olduğunu desteklemektedir (64). Aşırı yüklenme kıkırdak bütünlüğünü bozmasının yanı sıra, subkondral kemiğin yüklenmeyi absorbe etme yeteneğini de bozarak dejeneratif bir sürece neden olabilir (65). Miranda ve ark. (66) VKİ'inin diz osteoartritte önemli bir belirleyici olduğunu saptamışlardır. Bizim çalışma grubumuzdaki hastalarımızın VKİ ortalaması literatürle uyumlu olarak obesite sınırları içerisindeydi.

Meslek grupları üzerinde yapılan çalışmalarda çiftçi, ormancı, maden işçisi, yol yapım işçisi gibi çeşitli meslek gruplarında aşırı kullanım nedeniyle osteoartrit gelişebileceği bildirilmektedir (67). Kokino ve ark.(62)'nin çalışmasında osteoartritli kadınların %90'ının ev hanımı olduğu bildirilmiştir. Bizim çalışmamızda da 25 kadın (%63) ev hanımıydı. Toplumumuzda ev kadınlarının ev işlerindeki yoğun çalışmaları, çömelmenin kültürümüzde, yer sofrasından birçok alışkanlığa kadar yer edinmesi etkili nedenler arasında sayılabilir.

Birçok araştırmada osteoartrit radyolojik değerlendirmesinde Kellgren Lawrence sınıflaması kullanılmıştır (60,67,68). Bizim yaptığımız çalışmada bu sınıflamaya göre birinci, ikinci ve üçüncü evrede olan hastalar çalışmaya dahil edildi. İleri evre osteoartrit hastalarında meydana gelen fleksiyon kontraktürlerinin tedavisinde EHA ve germe egzersizlerinin daha etkili olması nedeniyle bu evredeki hastalar çalışmaya dahil edilmedi (69).

Osteoartritin en önemli semptomu ağrıdır. Ağrı genellikle tutulan eklemde sınırlıdır ve eklem kullanılmadan sonra artar. Uykuda kas tonusunun azalması nedeni ile ağrı artar ve hastayı uykudan uyandırabilir (1). Osteoartrit ağrıya, hareket kaybına, eklemlerde instabiliteye ve kas zayıflığına neden olarak yaşam kalitesini olumsuz yönde etkiler. Ağrılı hastalar genel olarak aktivitelerini kısıtlama eğilimindedirler; bu da kas gücünü ve aerobik kapasiteyi azaltarak kas liflerinde atrofiye neden olmaktadır (69).

Erken dönemde ağrı, eklemi kullanmakla ortaya çıkar (12). Ağrının özellikle yürürken belirginleşmesi dikkat çekicidir. Lohmander (70) osteoartrit ağrısının spesifik kaynakları ve mekanizmalarının kesin olmadığını, hastalığın erken ve ilerlemiş evrelerinde farklı olduğunu öne sürmüştür. Ağrının değerlendirilmesinde kullanılan VAS osteoartrit ile ilgili değişik klinik çalışmalarda yer bulmaktadır. Karakuş ve ark.(71)'nin yaptığı çalışmada izokinetik egzersiz programı sonrasında ağrı skorlarında azalma saptanmıştır. Gaines ve ark.(72)'nin yaptığı çalışmada diz osteoartritli hastalara elektrik stimülasyonu uygulanması sonrasında ağrı değerlerinde azalma gözlenmiştir. Dursun ve ark.(73)'nin patellofemoral ağrılı hastalarda yaptıkları çalışmada, EMG "biofeedback" tedavisi sonrasında VAS değerlerinde azalma saptanmıştır. Kilci ve ark.(4)'nin yaptığı çalışmada kuadriseps kasını güçlendirmek amacıyla EMG "biofeedback" uygulanan hastaların VAS sonuçlarında oldukça anlamlı düzeyde azalma saptanmıştır. Fisher ve ark.(34)'nin çalışmasında diz osteoartritli hastalara uygulanan rehabilitasyon programı sonrasında VAS değerleri azalmış olarak bulunmuştur. Osteoartritte uygulanan bu farklı tedavi yöntemlerinde ağrının ölçümü ve tedaviye yanıtı değerlendirmek için VAS'ın duyarlı ve kullanılabilir bir ölçek olarak tercih edildiği görülmektedir. Yaptığımız çalışmada hareket, istirahat ve gece ağrısı VAS değerlerinde her iki grupta tedavi sonrasında azalma saptadık (Şekil 5). EMG "biofeedback" grubunda bu azalma daha anlamlı

düzeyde idi. Bu sonuç, kas gücündeki artışın ağrıyı ve kas spazmını azaltmasına bağlı olabilir. Ayrıca egzersiz programı hastanın psikolojik durumunu etkileyerek anksiyete ve depresyonun gerilemesine katkı sağlayabilir. Van Baar ve ark.(74)'nın diz osteoartrisinde egzersiz ile ilgili çalışmalarında egzersizin kas gücünü, EHA'nı ve aerobik kapasiteyi artırarak ağrı ve özürüllüğü azalttığı belirtilmektedir. Means ve ark.(75)'nin yaptığı çalışmada da hastanın psikososyal durumunun egzersiz ile iyileştiği belirtilmiştir. EMG "biofeedback" tedavisi ile propriosepsiyon duyusu artırılabilir. Bu da ağrının azalmasında etkili bir faktör olabilir (76-80). Diz osteoartriti ile birlikte tespit edilen propriosepsiyon bozukluğu nöromusküler kontrolün yeterli düzeyde yapılamamasına, koruyucu kas aktivitesinin yerine getirilememesine ve eklem stabilizasyonunun bozulmasına neden olabilir (52). Bu durumda, eklem dışarıdan gelecek travmatik uyarılara karşı savunmasız durumda kalır. Yürüyüş özellikleri ile proprioseptif duyu arasındaki ilişkiyi inceleyen bir araştırmada yapılan yürüme analizlerinde mekanik diz ağrısı bulunan kişilerde topuk çarpması öncesi daha yüksek açılanma hızı ve buna bağlı olarak hastaların zemine daha hızlı vurdukları gösterilmiştir. Bu da ağrıyı artırıcı bir faktör olabilmektedir (81).

Dizin artiküler yapılarını koruyan ve primer stabilizatörü olan kuadriseps kasında meydana gelen güçsüzlük diz osteoartritine eşlik eder. Genelde ağrı nedeniyle yüklenmenin azalması sonucu kullanılmaya bağlı atrofi gelişmekte, böylelikle kuadriseps kas zayıflığı meydana gelmektedir. Atrofi ilk önce VMO'da başlar ve kasın diğer kısımlarına zamanla yayılır. Kas güçsüzlüğü bu hastalarda önemli bir özürüllük nedenidir (71). Özellikle kuadriseps kasının medial kısmında atrofi meydana gelir. Ağrı ve effüzyon kuadriseps kasının inaktivitesine ve atrofisine yol açar.

Fiziksel tıp ve rehabilitasyonda kas kuvvetini artırmak ya da atrofiyi önlemek amacıyla izometrik, izotonik ve izokinetik egzersizler gibi geleneksel tedavi yöntemleri yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu yöntemler arasında, izometrik egzersizler kullanım kolaylığı ve etkinliği nedeniyle sıklıkla tercih edilmektedir. İzometrik egzersizlerin kas kuvvetini artırdığı, ağrıyı azalttığı ve EHA'nı artırdığı bildirilmiştir. Kolay yapıldıkları, daha az eklem hareketi ve daha az semptom alevlenmesine neden oldukları için izometrik egzersizler önerilir. İzotonik egzersizler kas gücünü ve EHA'nı artırmakta son derece etkilidirler ancak, eklem üzerine bir miktar yük bindirirler. Egzersiz sonrasında kas hassasiyeti ve eklem rahatsızlığına neden olabilirler. İzokinetik egzersizler ise kas kontraksiyonunun hızını kontrol eden bir cihaza ihtiyaç gösterir (69). İzometrik egzersizler kolay uygulanır ve ekipman gerektirmezler. Bu nedenle EMG "biofeedback" ile

karşılaştırmada izotonik ve izokinetik egzersizlere göre daha uygun bir model olduğu düşünülerek, çalışmamızda izometrik egzersiz uygulaması tercih edilmiştir.

Pekindil ve ark. (3) diz osteoartritli hastalarda elektrik stimülasyonu ile ilgili yaptıkları çalışmada uyluk çevresi ölçümlerinin tedavi sonrası değerlerinde anlamlı artış saptamışlardır. Bu artış elektrik stimülasyonu grubunda egzersiz grubuna göre daha anlamlı bulunmuştur. Artroskopik menisektomi yapılan olgulara EMG “biofeedback” tedavisi uygulanmış ve sonrasında yapılan ölçümlerde uyluk ve diz çevresi ölçümlerinde farklılık bulunmamıştır (2). Bizim yaptığımız çalışmada ise uyluk çevresi ölçümlerinde tedavi sonrasında bir artış saptamakla beraber, istatistiksel olarak anlamlı düzeyde bulunmadı. Bu durum muhtemelen uygulanan 4 haftalık tedavi süresinin kısa olması ile ilişkili olabilir. Kas gücünü artırmaya yönelik programlarda kas hipertrofisi elde etmek için 6 haftadan daha uzun süre gerekmektedir (82). Hızlı kasılan lifler yavaş kasılan liflere dönüşür. Bu dönüşüm sürecinde, kontraktıl proteinlerin değişimi 6 haftada tamamlanırken, enerji metabolizmasındaki değişiklikler 12 hafta sürmektedir (36). Adolfsson’un (83) yaptığı bir hayvan deneyi çalışmasında 4-8 haftalık yürüme egzersizleri sonucu sıçanlardan alınan kuadriseps kas biopsisinde kapiller dansite, kapiller fibril oranı ve bir fibril ile ilişkili ortalama kapiller sayısında artış saptanmıştır. Ancak, kas fibril alanında ve fibril bileşiminde değişiklik izlenmediği bildirilmiştir. Muller’in (84) sıçanlarda yaptığı başka bir çalışmada ise 12 haftalık dayanıklılık egzersizi sonrası subsarkolemmal mitokondrinin %53 oranında arttığı ve fibril başına kapiller sayısının önemli miktarda olmamak üzere arttığı tespit edilmiştir.

Koroner iskemiye değerlendirmek amacıyla miyokard perfüzyon ajanı olarak kullanılan <sup>99m</sup>Tc-MIBI’nin, iskelet kası perfüzyon çalışmalarında da yararlı olabileceği gösterilmiştir. Bu madde pasif difüzyonla iskelet kasına girmekte ve kasta uzun süre kalabilmektedir. Periferik arter hastalıklarında perfüzyon yokluğu nedeniyle alımı azalmakta, normal olgularda ise, egzersizle simetrik ve uyumlu miktarda artış göstererek alınmaktadır. Sestamibi büyük negatif transmembran potansiyellerine cevap olarak plazma ve mitokondrial membranları geçmekte ve mitokondrial tabakaya bağlanmaktadır. Sestamibinin sellüler alınımı, sadece bölgesel kan akımına değil aynı zamanda metabolik koşullar ve canlılığa bağlıdır (9). Diz osteoartritli olgularda elektrik stimülasyonunun etkinliğinin sestamibi sintigrafisi ile değerlendirildiği çalışmada, egzersiz ve elektrik stimülasyonu gruplarında aktivite tutulumunda artış saptanmıştır. Ancak, bu artış açısından grupların birbirine üstünlüğü bulunmamıştır (3). Erken radyolojik evreli hastalarda daha fazla perfüzyon artışı gözlenmiştir. Bunun sebebinin erken evreli olguların daha genç olmaları, evre arttıkça hastalık süresinin artması sonucu kuadriseps kasında atrofik değişikliklerin muhtemelen daha fazla

olmasından kaynaklandığı belirtilmiştir. Ayrıca ileri evre diz osteoartritinde eklem çevresindeki kas dokusunun yerini bağ dokusunun da aldığı bilinmektedir. Yaşlandıkça atrofinin geriye dönüşü daha güçtür (31,43). Diz rehabilitasyonunda VMO anahtar kastedir. Diz yaralanmalarından sonra daha hızlı atrofiye uğrar ve VL kasına oranla kuvvet kaybı daha fazla gerçekleşir. Kuadriseps kasının en zayıf ve ilk atrofiye uğrayan bölümü VMO kasıdır (4). Bizim yaptığımız çalışmada sintigrafik incelemede kuadriseps kasının 1/3 medial kısmından ilgi alanı seçilerek VMO kasının ağırlıklı olarak değerlendirilmesi hedeflendi. Elektromiyografik “biofeedback” ve izometrik egzersiz uygulanan grupların sintigrafik değerlendirmelerinde tedavi sonrası ölçümlerinde aktivite tutulumunda artış gözlenmemiştir. Grupların tedavi sonrası ve tedavi öncesindeki aktivite tutulumlarının farkı açısından bir farklılık saptanmamıştır. Bu sonuca neden olan faktörlerden biri çalışma kapsamındaki hastaların osteoartrit evrelerinin farklı dönemlerde olması olabilir. Çünkü ileri evreli hastalarda atrofi sonucu meydana gelen bağ dokusu artışı aktivite tutulumunun azalması ile ilişkili olabilir. Sintigrafik aktivite tutulumunun azalmasının bir diğer sebebi hastalarımızın yaşlı olması nedeniyle, periferik damarlardaki ateroskleroza bağlı değişiklikler olabilir. Ayrıca sintigrafik tetkikinde kullanılan sestamibinin yarılanma ömründe meydana gelmiş olabilecek teknik sorunlar da bu sonuca sebep olabilir. Ev egzersiz programı önerilen grup II hastalarına sintigrafik inceleme yapma olanağımızın bulunmaması nedeniyle, sintigrafik değerlendirme için kontrol grubu olarak aynı hastanın karşı dizi seçildi. Ev programı verilen hastalara sintigrafik yapılamaması çalışmamızın limitasyonlarından birisidir.

Eklem hareket açıklığı diz osteoartritinde pek çok nedenlerle kısıtlanabilir. Kas spazmı, kapsüler retraksiyon, eklem yüzlerinin bozulması, marjinal ve santral osteofitlerin mekanik engellemesi, eklem içi serbest cisimlerin varlığı sonucu kısıtlanma gözlenir. Dizde önce fleksiyon daha sonra ekstansiyon kısıtlanır. Eklem hareket açıklığındaki kısıtlılık günlük aktivite ve yürüyüşteki başlıca özürülülük sebebidir (85). Uygun bir teknikle yapılan EHA ölçümü, klinik çalışmalarda yararlı bir değerlendirme yöntemi olabilmekle birlikte, dizdeki EHA'nın hastanın fonksiyonel durumunu net olarak yansıtmayacağı hatırlanmalıdır. Sprenger ve ark. (86) medial menisektomiye takiben rehabilitasyonun amacının EHA'nı sağlamak olduğunu belirtmişlerdir. Kuadriseps femoris kasını güçlendirmede özellikle VMO kasının eğitiminin değişmez bir gereklilik olduğunu vurgulamışlardır. Kilci ve ark. (4)'nın kuadriseps femoris kas gücünün artırılmasında EMG “biofeedback”in kullanıldığı çalışmalarında EHA'da anlamlı bir artış saptamışlardır. Artroskopik menisektomili hastalara yapılan EMG “biofeedback” tedavisi ile ilgili bir çalışmada, EHA'da “biofeedback” grubunda daha anlamlı bir artış saptanmıştır. Yaptığımız çalışmada aktif ve pasif fleksiyon derecelerinin tedavi

sonrasında EMG “biofeedback” yapılan grupta anlamlı artış gösterdiğini saptadık. Bu durum muhtemelen ağrının ve buna bağlı olarak kas spazmının azalmasıyla ilgili olabilir. Çalışmamızın sonunda doktor gözleminde izometrik egzersiz yapan grup Ib olgularının EHA’ları, ev programı verilen grup II’deki hastalara göre istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde artmış olarak saptandı. Bu bulgu, doktor gözetiminde yapılan egzersizin ev programına göre daha etkin ve olumlu bir şekilde uygulandığını düşündürmektedir.

Osteoartritin klinik değerlendirmesinde kullanılan ölçütlerden Lequesne ağrı-fonksiyon indeksi diz ve kalça için ayrı ayrı geliştirilmiştir. Ağrı, yürüme mesafesi ve günlük yaşam aktivitelerinin incelenmesini sağlayan, yaygın olarak önerilen değerli bir ölçüttür (87,88). Carabba (57) ve Lohmander’in (70) yaptığı iki ayrı çalışmada diz osteoartrit şiddetinin günlük yaşam aktivitelerine etkisini gösteren Lequesne indeksini kullanarak tedavilerinin geçerliliğini değerlendirmişlerdir. Gonartrozda nöromuskuler elektrik stimülasyonu birlikteliğinde izometrik egzersiz programının yapıldığı çalışmada, Lequesne indeksinin toplam skorlarının tedavi sonrası değerlerinde anlamlı bir azalma saptanmıştır (3). Bizim çalışmamızda da Lequesne indeksinin özellikle ağrı ve tutukluk ile ilgili sorularının tedavi sonrası değerlerinde anlamlı bir azalma saptanmıştır. Lequesne toplam skoru da literatür ile uyumlu olarak tedavi sonrasında anlamlı azalma göstermiştir (Şekil 6). Diz osteoartritli hastalarda egzersiz programının günlük yaşam aktivitelerini kolaylaştırdığı görülmüştür. Kısıtlı EHA ve kötü aerobik kondüsyonun düzelmesi sonucu da günlük yaşam aktiviteleri rahat yapılabilir duruma gelmektedir (25). Aerobik kondüsyonun iyileşmesi sonucu özellikle yürüme, merdiven inip çıkma gibi alt ekstremitte fonksiyonlarında düzelmeye gözlenmektedir. Fonksiyonel kısıtlılıkla ilişkili faktörler kısıtlı EHA ve aerobik kondüsyonun kötü olmasıdır. Van Baar ve ark. (74) diz eklemünde tam EHA’nın fiziksel fonksiyonun bağımsız bir göstergesi olduğunu ortaya koymuşlardır. Aerobik kondüsyonun kötü olması da özellikle yürüme, merdiven inip çıkma gibi alt ekstremitte fonksiyonlarında olumsuz bir faktördür. Bütün bu gelişmeler sonucunda fonksiyonel durumu yansıtan Lequesne indeksinde iyileşme olduğu düşünülmektedir.

Osteoartritin klinik değerlendirmesinde kullanılan ölçütlerden WOMAC osteoartrit indeksi kalça ve diz osteoartritli hastalarda ağrı, tutukluk ve fiziksel fonksiyonu incelemeye yönelik, hasta tarafından kısa sürede yanıtlanabilen bir değerlendirme yöntemidir (89). Farmakolojik, cerrahi veya fizyoterapiye yönelik değişik tedavi yaklaşımlarını konu alan klinik çalışmaların tümünde değişiklikleri saptayabilme özelliğine sahip olması, değerlendirme özelliklerinin çok iyi kanıtlanmış olması nedeniyle yaygın olarak tercih edilmektedir (90-92). Diz osteoartritli olgularda izokinetik egzersiz programının uygulandığı

bir çalışmada tedavi sonrası WOMAC skorlarında anlamlı düzelme saptanmıştır (71). Durmuş ve ark.(93)'nin diz osteoartritli hastalardaki çalışmasında WOMAC indeksinin özellikle ağrı ve günlük yaşam aktiviteleri ile ilgili sorularında anlamlı düzelme saptanmıştır. Deyle ve ark. (94) egzersiz verilen osteoartritli hastaların WOMAC indeksinin ağrı ve günlük yaşam aktiviteleri ile ilgili skorlarında düzelme saptamışlardır. O'Reilly ve ark. (29) egzersiz uygulanan hastaların ağrı ve günlük yaşam aktiviteleri ile ilgili WOMAC skorlarında düzelme saptamışlardır. Buna paralel olarak anksiyete ve depresyonda iyileşme olduğunu belirlemişlerdir. Bizim yaptığımız çalışmada WOMAC skorlarında tedavi sonrasında düzelme saptamakla beraber, EMG "biofeedback" uygulanan grubun tutukluk ile ilgili skorlarında daha anlamlı bir iyileşme saptandı. Tutukluk ile ilgili sorularda ise EMG "biofeedback" grubunda daha anlamlı bir iyileşme saptanmıştır. Egzersizin osteoartritli ekleme direkt ve indirekt etkisinin yanında hastanın genel durumuna da olumlu yönde etkileri vardır. Tutulan eklem çevresindeki kasların dirençli egzersizlerle güçlendirilmesi ekleme binen yükü azaltmaktadır (69). Ekleme binen yükün azalması ile ağrı azalmaktadır ve EMG "biofeedback" tedavisinin egzersiz uyumunu artırarak tutukluğu daha fazla azaltabileceğini düşünmekteyiz. Ettinger ve ark.(25)'nin diz osteoartritli hastalarda aerobik ve dirençli egzersizleri uyguladıkları çalışmalarında ağrı düzeyi, fiziksel özürülük sorgulamasında düzelme saptamışlardır. Bununla birlikte hastaların günlük yaşam aktivitelerinde de iyileşme gözlenmiştir.

"Biofeedback" teknikleri, kas gücünü ve fonksiyonel hareketi artırmada etkilidir. Lucca ve ark. (5) diz ekstansörlerini güçlendirme amaçlı yaptıkları çalışmada daha fazla kas gücü artışı saptamışlardır. EMG "biofeedback" bilinen hiçbir yan etkisi olmayan, hastanın iyi motive edilmesinin ardından uygulaması çok kolay ve oldukça ucuz bir uygulamadır. Levitt ve ark. (95) diz cerrahisi sonrasında izometrik egzersizle birlikte EMG "biofeedback" uygulanan hastalarda "biofeedback" in tedaviye yardımcı bir yöntem olduğunu belirtmişlerdir. Croce ve ark. (96) sağlıklı gönüllülerde izokinetik sistemlerle güçlendirme programı düzenlemişler ve EMG "biofeedback" in kuadriseps kas güçlendirmesinde etkinliğini saptamışlardır. Draper ve Ballard (97) 6 haftalık bir program sonrasında elektrik stimülasyonu ve EMG "biofeedback" tedavisini karşılaştırmış ve EMG "biofeedback" yöntemini daha etkili bulmuşlardır. Krebs (98) menisektomili olgularda klasik egzersiz programı ile EMG "biofeedback" tedavisini karşılaştırmış ve elektriksel aktivitenin "biofeedback" grubunda 10 kat fazla olduğunu saptamışlardır. Elektromiyografik "biofeedback" ile görsel ve işitsel sinyallerin kullanılmasıyla hedef kasın elektriksel aktivitesi değiştirilmeye çalışılır (2). Bizde yaptığımız çalışmada görsel ve işitsel sinyalleri bir arada kullandık. Hedef kasta bu sinyallerin



değiştirilmeye çalışılması sonrasında istenmeyen spastik motor aktiviteler azaltılabilir, kas gücünün ve EHA'nın artırılması uyarılabilir ve paretik kasların kontrol edilmesi sağlanabilir (2). Elektromiyografik "biofeedback" cihazı spesifik kas ve kas gruplarının eğitimi için yapılandırılmıştır. Konvansiyonel egzersiz protokollerinde kaslar fleksör grup ya da ekstansör grup gibi genellikle bir bütün olarak çalıştırılabilirken, EMG "biofeedback" uygulaması kasların daha izole olarak çalıştırılabilmesini sağlamaktadır. Bizim çalışmamızda da VMO ve VL kaslarının eğitimi hedeflenmiştir.

Proprioseptif duyu eksikliğinde eklem stabilizasyonunu sağlayan koruyucu kas aktivitesi ile ligaman ve kapsül desteği yeterli düzeyde sağlanamamaktadır. Bunun sonucunda eklem kıkırdağına binen yükün miktarı artmakta, dağılımı bozulmaktadır (99). Maitland (100) stabilitesi bozulmuş dizde EMG "biofeedback" yardımlı kuadriseps-hamstring kokontraksiyon eğitimiyle diz stabilitesinin artırılabilirliğini ve kuadriseps inhibisyonunun azaltılabilirliğini bildirmişlerdir. Diz rehabilitasyonunda anahtar kas VMO kasıdır. LeVeau'nun (101) VMO kasının eğitiminde EMG biofeedback'i kullandığı çalışmasında 3 haftalık bir eğitim programı uygulanmıştır. İlk 2 hafta içindeki değerlendirmelerde VL kasının aktivitesinde azalma saptanmışken, VMO kasında 3 hafta süresince aktivitede artış saptanmıştır. Ingersoll'un (102) patellar lokalizasyonda değişiklik oluşturmak için yaptığı çalışmada VMO kasına EMG "biofeedback" ile 3 haftalık güçlendirme programı uygulanmış. Patella lokalizasyonu nedeniyle yapılan açı ölçümünde kontrol ve "biofeedback" grubunda anlamlı değişiklik gözlenmiştir. Ancak bu değişikliğin "biofeedback" grubunda daha anlamlı olduğu belirtilmektedir. Artroskopik menisektomi olgularında EMG "biofeedback" tedavisi sonrasında en büyük kontraksiyon, en büyük kontraksiyon ortalaması ve en büyük güç değerlerinde "biofeedback" grubu lehine anlamlı artış saptanmıştır (2). Biz de yaptığımız çalışmada 4 haftalık bir tedavi programı uyguladık. Özellikle VMO ve VL kaslarının eğitimi hedeflendi. Elektromiyografik "biofeedback" ile hastanın tedavisi sürdürülürken, aynı zamanda olgunun haftalara göre iyileşmesi de ölçümsel olarak kaydedilebilmektedir. Bizim çalışmamızda da en büyük kontraksiyon değeri VMO ve VL kaslarında haftalara göre anlamlı bir artış göstermiştir. En büyük güç ve en büyük kontraksiyon ortalaması parametrelerinde de VMO ve VL kaslarında haftalara göre bir iyileşme görülmüştür. Güç ve elektriksel aktivite ölçümleri sadece EMG "biofeedback" tedavisi alan olgularda değerlendirildi. Egzersiz tedavisi verilen diğer gruplardaki hastaların bu ölçümler sırasında EMG "biofeedback" uygulamasını öğrenebilecekleri ve diğer değerlendirme kriterlerinin etkileneceği düşünülerek, bu gruplarda güç ve elektriksel aktivite ölçümü yapılmadı.

Klinik ve sintigrafik değerlendirmeye ek olarak kasta oluşan kuvvet değişikliğinin dinamometre ile gösterilememesi çalışmanın bir başka limitasyonunu oluşturmaktadır. Ancak EMG “biofeedback” cihazı ile g ve kontraksiyonların milivolt olarak kayıtlanması ile kas kuvveti hakkında dolaylı bir bilgi edinilebildiği kanısındayız.

Bu çalışmada elektromiyografik “biofeedback”in etkinliğinin değerlendirilmesinde klinik parametrelerin yanı sıra, tedavinin kasta oluşturduğu fizyolojik değişikliklerin izlenmesi için invaziv olmaması nedeniyle sestamibi sintigrafisi tercih edilmiştir. Ancak literatürde konu ile ilgili çalışmalar çok sınırlı olmakla beraber, bizim yaptığımız çalışmada klinik düzelme ile sintigrafik değerlendirme arasında ilişki saptanmamıştır. Bu nedenle egzersizin kasta oluşturduğu fizyolojik ve morfolojik değişikliklerin sintigrafik değerlendirme ile saptanması konusunda şüphelerimiz olmakla birlikte, bu konuda başka çalışmaların yapılmasının gerekli olduğunu düşünmekteyiz.

Kuadriseps kasının en önemli görevi dize ekstansiyon yaptırmak, ekstansiyon sırasında hızı azaltmaktır. Gerektiğinde hızı ayarlayıcı özelliği ile hareketi belirli bir açıda durdurarak hareketin kontrollü bir şekilde yapılmasını sağlamaktadır. Bu zellikleri nedeniyle kuadriseps, normal bir yürüme paterni ve dinamik stabilitenin devamı için oldukça önemli bir kastır (2). Diz osteoartritinde eklem ağrısına bağlı uzun inaktivite periyodları, kaslarda kullanmama atrofisine yol açar. Kullanmama atrofisine neden olan artrojenik musküler inhibisyon, tedavi edici egzersizlerle azaltılarak kuadriseps motor fonksiyonunda anlamlı bir düzelme sağlanabilir ve bu sayede hastalardaki zrllk te hafifletilebilir (2). Bu nedenle çalışmamızın asıl amacı, dizin foksiyonel kapasitesinde önemli bir rolü olan kuadriseps kasının güçlendirilmesinde EMG “biofeedback” uygulamasının etkinliğini araştırmaktır.

Bu çalışmada, gonartrozlu hastalarda kuadriceps femoris kasına EMG “biofeedback” uygulamasının ağrı, atrofi, günlük yaşam aktiviteleri ve diğer klinik parametreler üzerine etkili olduğu görülmektedir. Kolay uygulama imkanı, hastaların egzersiz programına motivasyonun artırılması gibi etkileri sebebiyle diz osteoartriti dışında da pek çok hastalık grubunda kullanılabilir. Ancak, her zaman klasik egzersiz programını tamamlayıcı şekilde bir tedavi planı oluşturulmalıdır. Tedavi programı sonrasında hastaların günlük yaşamlarında da kazandıkları fonksiyonları korumaları amaçlanmalıdır. Rehabilitasyonda sıklıkla kullanım alanı bulan EMG “biofeedback” tedavisi hastanın zaman içindeki gelişiminin izlenip, sayısal olarak değerlendirilebilmesi nedeniyle de avantajlıdır.

Diz osteoartriti tedavisinde egzersiz programına destek olarak uygulanan EMG “biofeedback” tedavisi, egzersiz uyumunu ve performansını arttırarak, klinik ve fonksiyonel iyileşmeyi artırabilir.

## SONUÇLAR

Diz osteoartritinde eklem ağrısına bağı olarak kaslarda kullanmama atrofisi meydana gelir. Kullanmama atrofisi tedavi edici egzersizlerle azaltılarak kuadriseps motor fonksiyonunda anlamlı bir düzelme sağlanabilir ve bu sayede hastalardaki özürllük de hafifletilebilir. EMG “biofeedback” ile beraber yapılan egzersiz ile daha iyi sonuçlar kazanılabilir.

Çalışmamızda iki grup mevcuttu. Birinci grubun iki alt grubu mevcuttu. Ia grubunda bulunan olguların semptomatik olan dizine ya da her iki dizde ağrı şikayeti olanlarda sağ tarafa EMG “biofeedback” uygulandı. Ib grubundaki olguların kuadriseps kasına izometrik egzersiz tedavisi yaptırıldı. İkinci gruba kuadriseps izometrik egzersizden oluşan ev programı verildi.

Çalışmamızın sonuçlarına göre;

1. Çalışmamızın sonunda istirahat ağrısı, hareket ağrısı ve gece ağrısı VAS ortalamalarında EMG “biofeedback” grubunda egzersiz grubuna göre daha düşük değerler elde edildi.

2. Yaptığımız çalışmada pasif EHA'nın tedavi sonrası değerlendirmesinde grup Ib'de grup II'ye göre daha anlamlı bir artış saptandı.

3. Üç farklı bölgeden yapılan çap ölçümlerinin her üç grupta da tedavi sonrasında anlamlı bir artış gösterdiği saptandı. Ancak gruplar arası farklılık saptanmadı.

4. Tedavi sonrasında, Lequesne indeksinin ağrı ve tutukluk ölçümü parametreleri ile toplam skorunda, EMG “biofeedback” grubunda, egzersiz grubuna göre daha düşük değerler elde edildi.

5. WOMAC osteoartrit indeksinin tutukluk ile ilgili parametrelerinde tedavi sonrasında EMG “biofeedback” grubunun egzersiz grubuna göre istatistiksel olarak daha düşük değerlere sahip olduğu gözlemlendi.

6. Çalışmamızın sonunda en büyük kontraksiyon değerinde VMO ve VL kaslarında tedavi öncesine göre anlamlı bir artış gözlemlendi. Ayrıca en büyük güç ve en büyük kontraksiyon ortalaması parametrelerinde de VMO ve VL kaslarında tedavi sonrasında bir iyileşme elde edildi.

## ÖZET

Diz osteoartriti kas atrofisi, güç ve endurans kaybı nedeniyle günlük yaşam aktivitelerini olumsuz etkilemektedir. Bu nedenle kasların kuvvetlendirilmesi rehabilitasyonda önemlidir. Rehabilitasyonun birçok alanında uygulanan biofeedback tedavisinin bir çeşidi olan elektromiyografik “biofeedback”, kas kuvvetlendirme egzersizlerine destek olarak kullanılabilir.

Bu çalışmada diz osteoartritli olguların kuadriseps kaslarına elektromiyografik “biofeedback” tedavisinin etkinliğinin araştırılması amaçlanmıştır.

Çalışmamızda rasgele örnekleme yöntemi ile oluşturulan 20’şer kişilik iki grup mevcuttu. Birinci gruptaki hastaların semptomatik olan dizine elektromiyografik “biofeedback” uygulandı ve grup Ia olarak tanımlandı. Aynı hastaların diğer dizinin kuadriseps kasına izometrik egzersiz yaptırıldı ve grup Ib olarak isimlendirildi. İkinci gruptaki hastalara sadece kuadriseps izometrik egzersiz ev programı verildi.

Çalışmamızın sonunda vizüel analog skala ile ölçülen istirahat, hareket ve gece ağrısı değerlerinin grup Ia’da, grup Ib’ye göre istatistiksel olarak daha düşük olduğu saptandı ( $p<0,05$ ). Pasif eklem hareket açıklığının tedavi sonrası değerlendirmesinde grup Ib’de grup II’ye göre anlamlı bir artış olduğu saptandı ( $p<0,05$ ). Lequesne indeksinin ağrı ve tutukluk parametrelerinde, toplam skorunda, Western Ontario-McMaster osteoartrit indeksinin tutukluk parametrelerinde tedavi sonrasında elektromiyografik “biofeedback” grubunda anlamlı bir iyileşme saptandı ( $p<0,05$ ). En büyük kontraksiyon, en büyük güç ve en büyük kontraksiyon ortalaması değerlerinde vastus medialis ve vastus lateralis kaslarında tedavi sonrasında anlamlı bir artış elde edildi ( $p<0,05$ ).

Çalışmamızda klinik değerlendirmenin yanında, kasta oluşan fizyolojik değişikliklerin izlenmesi için sestamibi sintigrafisi yapıldı. Ancak tedavi sonrası her iki grupta da radyoaktif madde tutulumunda artış elde edilemediğinden, klinik düzelme ile sintigrafik inceleme arasındaki ilişki değerlendirilemedi.

Diz osteoartriti rehabilitasyonunda egzersiz tedavisine eklenen elektromiyografik feedback tedavisi, egzersiz uyumunu ve performansını arttırarak, klinik ve fonksiyonel sonuçlara olumlu katkıda bulunabilir.

**Anahtar kelimeler:** Biofeedback, sintigrafi, egzersiz, osteoartrit

# **CLINICAL AND SCINTIGRAPHIC EVALUATION OF THE EFFICACY OF EMG BIOFEEDBACK APPLICATION IN PATIENTS WITH KNEE OSTEOARTHRITIS**

## **SUMMARY**

Knee osteoarthritis influences of daily living negatively due to muscle atrophy and loss of strength and endurance. Therefore, strengthening of the muscles is important in rehabilitation. Electromyographic biofeedback, a kind of biofeedback therapy, can be used to support muscle strengthening exercises.

In this study it was aimed to investigate the efficacy of electromyographic biofeedback therapy on quadriceps muscles of the cases of knee osteoarthritis.

There were two groups formed by randomisation and consisted of 20 patients in each group. Electromyographic biofeedback was applied to the symptomatic knees of the patients in the first group named as group Ia. Isometric exercises were done in quadriceps muscles of the other knees of the same patients as group Ib. Only quadriceps muscle isometric exercises were given to the patients in second group.

At the end of our study, the values of pain in rest, activity and night, measured by visual pain scale were statistically lower in group Ia than group Ib ( $p < 0,05$ ). A significant increase was found in group Ib more than in group II in passive range of knee motion after treatment ( $p < 0,05$ ). Significant improvements occurred in pain and stiffness parameters and total score of Lequesne index and stiffness parameter of Western Ontario-McMaster index

after treatment in electromyographic biofeedback group ( $p < 0,05$ ). Significant increase in the values of maximum contraction, peak power and peak average in vastus medialis obliquus and vastus lateralis muscles were obtained after treatment ( $p < 0,05$ ).

Besides the clinical evaluation, sestamibi scintigraphy was performed in order to investigate the physiologic changes in muscles. However because there was any increase of uptake in both groups after treatment, we could not make a correlation analysis between clinical improvement and scintigraphic evaluation.

Electromyographic biofeedback therapy, added to exercise therapy, can provide positive contribution in clinical and functional outcome by increasing exercise adaptation and performance in rehabilitation of knee osteoarthritis.

**Key words:** Biofeedback, scintigraphy, exercise, osteoarthritis



## KAYNAKLAR

1. Karaaslan Y. Diz osteoartriti. Karaaslan Y (Editör). Osteoartrit'de. Ankara: MD Yayıncılık; 2000. s.36-43.
2. Turgut AO. Artroskopik Menisektomi Uygulanan Hastalarda Kuadriseps Kas Gücünün Artırılmasında EMG Biofeedback Uygulamasının Etkisi (tez). Kayseri: Erciyes Üniversitesi Tıp Fakültesi; 2003.
3. Pekindil Y. Nöromusküler Elektrik Stimülasyonu ve İzometrik Egzersizin Kuadriseps Kasına Etkilerinin Tc-99m MIBI Sintigrafisi İle Değerlendirilmesi (tez). Edirne: Trakya Üniversitesi Tıp Fakültesi; 2000.
4. Kilci M, Şenel K, Erdal A, Uğur M. Kuadriseps femoris kas gücünün artırılmasında EMG biofeedback uygulaması. Ege Fiz Tıp Reh Der 2001;7:1-2.
5. Lucca JA, Recchiuti SJ. Effect of electromyographic biofeedback on an isometric strengthening program. Med Sci Sports Exerc 1991;23:1122-7.
6. Sözüy S, Çetin N. İmmobilizasyonun Genel ve Lokal Etkileri. Oğuz H, Dursun E, Dursun N (Editörler). Tıbbi Rehabilitasyon'da. İstanbul: Nobel Tıp Kitabevi; 2004. s.579-89.
7. Akarırnak Ü. Biofeedback. Sarı H, Tüzün Ş, Akgün K (Editörler). Hareket Sistemi Hastalıklarında Fiziksel Tıp Yöntemleri'nde. İstanbul: Nobel Tıp Kitabevi;2002. s.151-61.
8. Laroche DP, Connolly DA. Effects of stretching on passive muscle tension and response to eccentric exercise. Am J Sports Med 2006;13.
9. Pekindil Y, Sarıkaya A, Birtane M, Pekindil G, Salan A. 99mTc-sestamibi muscle scintigraphy to assess the response to neuromuscular electrical stimulation of normal quadriceps femoris muscle. Ann Nucl Med 2001;15:397-401.

10. Tüzün Ş. Diz ağrıları. Tüzün F, Eryavuz M, Akarırmak Ü (Editörler). Hareket Sistemi Hastalıkları'nda. İstanbul: Nobel Tıp Kitabevi;1997. s.279-89.
11. Kaptanoğlu E, Arman Mİ. Alt ekstremitte ağrıları. Oğuz H, Dursun E, Dursun N (Editörler). Tıbbi Rehabilitasyon'da. İstanbul: Nobel Tıp Kitabevi; 2004. s.1173-79.
12. Koyuncu H. Hareket sistemi hastalıklarında anamnez ve muayene. Tüzün F, Eryavuz M, Akarırmak Ü (Editörler). Hareket Sistemi Hastalıkları'nda. İstanbul: Nobel Tıp Kitabevi; 1997. s.17-55.
13. Guyton AC (Çeviri: N. Gökhan, H. Çavuşoğlu). Tıbbi Fizyoloji'de. İstanbul: Nobel Tıp Kitabevi; 1986. s.177-97.
14. Dikmenoğlu N. İskelet kası fizyolojisi. Beyazova M, Kutsal YG (Editörler). Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon'da. Ankara: Güneş Kitabevi; 2000. s.138-55.
15. Kidd G, Brodie P. The motor unite; A review. *Physiotherapy* 1980;66:146-52.
16. Johnson MA, Polgar J, Weightman D. Data on the distribution of fiber types on thirty-six human muscles. *J Neurol Sci* 1973;18:111-29.
17. Saltin B, Henriksson J, Nygaard E. Fiber types and metabolic potentials of skeletal muscles in sedantary man and endurance runners. *Ann NY Acad Sci* 1977;301:3-29.
18. Tzankoff SP, Norris AH. Effect of muscle mass decrease on age-related BMR changes. *J Appl Physiol* 1977;43:1001-6.
19. Brown WF. A method for estimating the number of motor units in thenar muscles and the changes in the motor unit count with aging [abstract]. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 1972;35:845-52.
20. Orlander J, Kiessling K, Larson L. Skeletal muscle metabolism and ultrastructure in relation to age in sedantery men. *Acta Physiol Scand* 1978;104:249-61.
21. Mysiw WJ, Jackson RD. Electrical stimulation. In: Braddom RL (ed). *Physical Medicine and Rehabilitation*. Philledelphia: WB Saunders Co; 1996:465-66.
22. Altman RD. Criteria for classification of clinical osteoarthritis. *J Rheumatol* 1991;27:10-2.
23. Felson DT, Naimark A, Anderson J. The prevalance of knee osteoarthritis in the elderly: the Framingham osteoarthritis study. *Arthritis Rheum* 1987;30:914-18.
24. Dekker J, Tola P, Aufemkampe G: Negative affect, pain and disability in osteoarthritis patients; the mediating role of muscle weakness. *Behav Res Ther* 1993;31:203-6.
25. Ettinger WH, Afable RF. Physical disability from knee osteoarthritis: the role of exercise as an intervention. *Med Sci Sports Exercise* 1994;26:1435-1440.
26. Galloway MT, Jokl P. The role of exercise in the treatment of inflammatory arthritis.

- Bull Rheum Dis 1993;42:1-4.
27. Hurley MV, Newham DJ. The influence of arthrogeneous muscle inhibition on quadriceps rehabilitation of patient with early, unilateral osteoarthritic knees. *Br J Rheumatol* 1993;32:127-31.
  28. Ytterberg SR, Mahowald ML, Krug HE. Exercise for arthritis. *Ballieres Clin Rheumatol* 1994;8:161-89.
  29. O'Reilly SC, Jones A, Muir KR. Quadriceps weakness in knee osteoarthritis: the effect on pain and disability. *Ann Rheum Dis* 1998;57:588-94.
  30. Slemenda C, Brant KD, Heilman DK. Quadriceps weakness and osteoarthritis of the knee. *Ann Intern Med* 1997;127:97-104.
  31. Hamel P, Simoneau JA, Lortie G, Boulay MR, Bouchard C. Heredity and muscle adaptation to endurance training. *Med Sci Sports Exerc* 1986;18:690-6.
  32. Mac Dougall JD, Elder GC, Sale G, Moroz JR, Sutton JR. Effects of strength training and immobilization on human muscle fibres. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol* 1980;43:25-34.
  33. Edstrom L, Larsson L. Effects of age on contractile and enzyme-histochemical properties of fast and slow twitch single motor unite in the rat. *J Physiol* 1987;392:129-45.
  34. Fisher NM, Pendergast DR, Gresham GE, Calkins E. Muscle rehabilitation: its effect on muscular and functional performance of patients with knee osteoarthritis. *Arch Phys Med Rehabil* 1991;72:367-74.
  35. Topp R, Wolley S, Hornyak J, Khuder S, Kahaleh B. The effect of dynamic versus isometric resistance training on pain and functioning among adults with osteoarthritis of the knee. *Arch Phys Med Rehabil* 2002;83:1187-95.
  36. Gökbel H. Egzersiz Fizyolojisi. Oğuz H, Dursun E, Dursun N (Editörler). *Tıbbi Rehabilitasyon'da*. İstanbul: Nobel Tıp Kitabevi; 2004. s.477-91.
  37. Gürsel Y. Terapötik Egzersizler. Beyazova M, Kutsal YG (Editörler). *Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon'da*. Ankara: Güneş Kitabevi; 2000. s.909-29.
  38. Goldspink G, Scutt A, Martindale J, Jaenicke T, Turay L, Gerlach GF. Stretch and force generation induce rapid hypertrophy and myosin isoform gene switching in adult skeletal muscle. *Bioche Soc Trans* 1991;19:368-73.
  39. Gonyea W, Ericson GC, Bonde-Petersen F. Skeletal muscle fiber splitting by weight lifting exercises in cats. *Acta Physiol Scand* 1977;99:105-109.
  40. Sobel BE, Kaufman S. Enhance RNA polymerase activity in skeletal muscle undergoing hypertrophy [abstract]. *Arch Biochem Biophys* 1970;137:469-76.

41. Dursun H, Özgül A. Tedavi Edici Egzersizler. Oğuz H, Dursun E, Dursun N (Editörler). Tıbbi Rehabilitasyon'da. İstanbul: Nobel Tıp Kitabevi; 2004. s.491-527.
42. Schantz P. Capillary supply in hypertrophy human skeletal muscle. *Acta Physiol* 1982;114(4):635-637.
43. Akgün K. Kuvvetlendirme Egzersizleri. Sarı H, Tüzün Ş, Akgün K (Editörler). Hareket Sistemi Hastalıklarında Fiziksel Tıp Yöntemleri'nde. İstanbul: Nobel Tıp Kitabevi;2002. s.123-31.
44. Göksoy T. Biofeedback. Beyazova M, Kutsal YG (Editörler). Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon'da. Ankara: Güneş Kitabevi; 2000. s.813-819.
45. Basmajian JV. Biofeedback in physical medicine an rehabilitation. In: DeLisa JA (Ed). *Rehabilitation Medicine: Principles and Practice*. Lippincott-Raven, Philadelphia: 1993. p. 425-39.
46. Dursun E. Biofeedback. S.447-459. Oğuz H, Dursun E, Dursun N (Editörler). Tıbbi Rehabilitasyon'da. İstanbul: Nobel Tıp Kitabevi; 2004.
47. van Dijk H, Jannink MJ, Hermens HJ. Effect of augmented feedback on motor function of the affected upper extremity in rehabilitation patients: a systematic review of randomized controlled trials. *J Rehabil Med* 2005;37:202-11.
48. Coquerio KRR, Bevilagua-Grossi D, Berzin F, Soares AB, Cecilia C, Monteiro-Pedro V. Analysis on the activation of the VMO and VLL muscles during semisquat exercises with and without hip adduction in individuals with patellofemoral pain syndrome. *J Electromyogr Kinesiol* 2005;15:596-603.
49. Morkved S, Bo K, Fjortoft T. Effect of adding biofeedback to pelvic floor muscle training to treat urodynamic stress incontinence. *Obstet Gynecol* 2002;100:730-9
50. Engel JM, Jensen MP, Schwartz L. Outcome of biofeedback-assisted relaxation for pain in adults with cerebral palsy: preliminary findings. *Appl Psychophysiol Biofeedback* 2004;29:135-40.
51. Mc Alindon TE, Cooper C, Kırwan JR. Determinants of disability in osteoarthritis of the knee. *Ann Rheum Dis* 1993;52:258-262.
52. Dıraçoğlu D, Aydın R, Başkent A. Sağlıklı kişilerde ve diz osteoartritli hastalarda propriosepsiyon duyusunun karşılaştırılması. *Türk Fiz Tıp Rehab Derg* 2005;51;90-93.
53. Aksu K. Osteoartrit. Doğanavşargil E, Gümüşdiş G (Editörler). *Klinik Romatoloji El Kitabı'nda*. İzmir: Güven Kitabevi; 2003:617-635.
54. Sarzi Puttini P, Cimmino MA, Scarpa R, Caporali R, Parazzini F, Zaninelli A et al. Osteoarthritis: An overview of the disease and its treatment strategies. *Arthritis Rheum* 2005;35 Suppl 1:1-10.

55. Carrado M, Peluso GF, Gigliotti S. The effects of intraarticular administration of hyaluronic acid on osteoarthritis of the knee: A clinical study with immunological and biochemical evaluation. *J Rheumatol* 1995;15.
56. Sala SF, Miguel RE. Intraarticular hyaluronic acid in the treatment of osteoarthritis of the knee joint: a controlled clinical trial versus mucopolysaccharide polysulphuric acid ester. *Clin Exp Rheumatol* 1995;15:1.
57. Carabba M, Paresce E, Angelini M. The safety and efficacy of different dose schedules of HA in the treatment of painful osteoarthritis of the knee with joint effusion. *J Rheumatol* 1995;15:25-31.
58. Cantürk F, Tilki F, Kuru Ö. Gonartrozda ultrason ve kısa dalga diatermi tedavileri. *Romatizma* 1995;10:84-88.
59. Çağlar N, Gündüz B, Çetinkaya K, Esenyel M, Şahin A, Kefman E. Fizik tedavi uygulanan gonartroz hastalarında asemetasin eklenmesinin etkinliğini araştıran çift kör, plasebo kontrollü çalışma. *Türk Fiz Tıp Rehab Derg* 2001;47:3-6.
60. Ardıç F, Ardıç S, Erdem HR. Diz osteoartritinde risk faktörleri. *Romatoloji ve Tıbbi Rehabilitasyon Dergisi* 1996;7:19-23.
61. Kolarz G, Kotz R, Bröll H. Hyaluronic acid in the treatment of osteoarthritis of the knee joint interim results of a comparative clinical study. *J Rheumatol* 1995;15:1.
62. Kokino S, Göksoy T, Arsal G. Poliklinik taramalarında gonartrozun yeri, etkileyen faktörlerin istatistiksel değerlendirilmesi. *Cerrahpaşa Tıp Bülteni* 1978;4:2.
63. Nusreti H, Güneri İS, Çapacı K. Gonartrozlu hastalarda akupunktur ve TENS tedavi sonuçları. *Ege Fiz Tıp Reh Der* 1996;2:57-59.
64. Hochberg Mc, Cejku ML, Scott WW. The association of body weight, body fatness and body fat distribution with osteoarthritis of the knee: Data from the Baltimore longitudinal study of aging. *J Rheumatol* 1995;22:488-493.
65. Kaya T, Avcı S, Özsüer D, Gürkan A. Kadınlarda tibiofemoral eklem osteoartriti ile olası risk faktörleri arasındaki ilişkinin değerlendirilmesi. *Türk Fiz Tıp Rehab Derg* 2005;51:50-3.
66. Miranda H, Viikari-Juntura E, Martikainen R, Riihimaki H. A prospective study on knee pain and its risk factors. *Osteoarthritis Cartilage* 2002;10:623-630.
67. Stürmer T, Günter KP, Brenner H. Obesity, overweight and patterns of osteoarthritis: the Ulm osteoarthritis study. *J Clin Epidemiol* 2000:307-13.
68. Henderson EB, Smith EC, Pegley F. Intraarticular injections of 750 KD hyaluronan in the treatment of osteoarthritis : a randomised single centre double-blind placebo-controlled trial of 91 patients demonstrating lack of efficacy. *Ann Rheum Dis* 1994;53:529-34.

69. Kuru Ö. Osteoartritte Egzersizler. *Türk Fiz Tıp Rehab Derg* 2002;2:205-11.
70. Lohmander L, Dalen N, Englund G. Intraarticular hyaluronan injections in the treatment of osteoarthritis of the knee: randomised, double blind, placebo controlled multicentre trial. *Ann Rheum Dis* 1996;55:424-31.
71. Karakuş D, Ersöz M, Eser F, Karaoğlan B, Kurtaran A. Diz osteoartriti olgularında kuadriseps-hamstring ve konsantrik-eksantrik kuadriseps izokinetik egzersiz programlarının ağrı, fonksiyonel kapasite ve kuadriseps gücüne etkisi. *Türk Fiz Tıp Rehab Derg* 2003;49:3-7.
72. Gaines JM, Metter EJ, Talbot LA. The effect of neuromuscular electrical stimulation on arthritis knee pain in older adults with osteoarthritis of the knee. *Appl Nurs Res* 2004;17:201-6.
73. Dursun N, Dursun E, Kilic Z. Electromyographic biofeedback-controlled exercise versus conservative care for patellofemoral pain syndrome. *Arch Phys Med Rehabil* 2001;82:1692-5.
74. van Baar ME, Dekker J, Oostendorp RAB. The effectiveness of exercise therapy in patients with osteoarthritis of the hip or knee: a randomized clinical trial. *J Rheumatol* 1998;25:2432-39.
75. Means KM, O'Sullivan PS, Rodell DE. Psychosocial effects of an exercise program in older persons who fall. *J Rehabil Res Dev* 2003;40:49-58.
76. Creamer P, Hochberg MC. The relationship between psychosocial variables and pain reporting in osteoarthritis of the knee. *Arthritis Care Res* 1998;11:60-5.
77. Summers MN, Haley WE, Reveille JD, Alarcon GS. Radiographic assesment and psychologic variables as predictors of pain and functional impairment in osteoarthritis of the knee or hip. *Arthritis Rheum* 1988;1:204-9.
78. Selkowitz DM. Improvement in isometric strength of the quadriceps femoris muscle after training with electrical stimulation. *Phys Ther* 1985;65:186-95.
79. Neugebauer V, Li W. Differential sensitization of amygdala neurons to afferent inputs in a model of arthritic pain. *Neurophysiol* 2003;89:716-27.
80. Filliol D, Ghozland S, Chluba J, Martin M, Matthes HW, Simonin F et al. Mice deficient for delta and mu opioid receptors exhibit opposing alterations of emotional responses. *Nat Genet* 2000;25:195-20.
81. Radin EL, Yang KH, Riegger C, Kish VL. Relationship between lower limb dynamics and knee joint pain. *J Orthop Res* 1991;9:398-405.
82. McCarthy JP, Pozniak MA, Agre JC. Neuromuscular adaptations to concurrent strength and endurance training. *Me Sci Sports Exerc* 2002;34:511-9.

83. Adolfsson J. The time dependence of training-induced increase in skeletal muscle capillarization and spatial capillary to fibre relationship in normal and neovascularized skeletal muscle of rats. *Acta Physiol Scan* 1986;128:259-66.
84. Muller W. Subsarcolemmal mitochondria and capillarization of soleus muscle fibers in young rats subjected to an endurance training. A morphometric study of semithin sections [abstract]. *Cell Tissue Res* 1976;174:367-89.
85. Oğuz H. Osteoartroz. Romatizmal Ağrılar'da. Konya: Atlas Tıp Kitabevi 1992:349-67.
86. Sprenger CK, Carlson K, Weissman HC. Application of electromyographic biofeedback following medial menisectomy: A clinical report. *Phys Ther* 1979;59:167-69.
87. van Bear ME, Dekler J, Lemmens AM. Pain and disability in patients with osteoarthritis of hip or knee.: the relationship with articular, kinesiological and psychological characteristics. *J Rheumatol* 1998;25:125-33.
88. Madsen OR, Bliddal H, Egsmose C. Isometric and isokinetic quadriceps strength in gonarthrosis: inter-relations between quadriceps strength, walking ability, radiology, subchondral bone density and pain. *Clin Rheumatol* 1995;14:308-14.
89. Bölükbaşı N. Osteoartritin klinik değerlendirilmesinde kullanılan ölçütler. *Türk Fiz Tıp Rehab Derg* 2002;2:171-77.
90. Salaffi F, Learini G, Canesi B, Mannoni A, Fioravanti A, Caporali R et al. Reliability and validity of the Western Ontario and McMaster Universities (WOMAC) Osteoarthritis Index in Italian patients with osteoarthritis of the knee. *Osteoarthritis Cartilage* 2003;11:551-560.
91. Faucher M, Poiraeau S, Lefevre-Colau MM, Rannou F, Fermanian J, Revel . Algo-functional assessment of knee osteoarthritis: comparison of the test-retest reliability and construct validity of the Womac and Lequesne indexes. *Osteoarthritis Cartilage* 2002;10:602-610.
92. Tüzün EH, Eker L, Aytar A, Daşkapan A, Bayramoğlu A. Acceptability, reliability, validity and responsiveness of the Turkish version of WOMAC osteoarthritis index. *Osteoarthritis Cartilage* 2005;13:28-33.
93. Durmuş D. Diz osteoartritli hastalarda biofeedback yardımlı izometrik egzersiz ve elektrik stimülasyon programının ağrı, anksiyete ve depresyon üzerine etkisi. *Türk Fiz Tıp Rehab Derg* 2005;51:142-145.
94. Deyle GD, Henderson NE, Matekel RL, Ryder MG, Garber MB, Allison SC. Effectiveness of manual physical therapy and exercise in osteoarthritis of the knee a randomized, controlled trial. *Ann Intern Med* 2000;132:173-81.

95. 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;35:218-23.
96. Croce RV. The effects of EMG biofeedback on strength acquisition. *Biofeedback Self Regul* 1986;11:299-310.
97. 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;71:455-64.
98. Krebs DE. Clinical electromyographic feedback following meniscectomy. A multiple regression experimental analysis. *Phys Ther* 1981;61:1017-21.
99. Petrella RJ, Lattanzio PJ, Nelson MG. Effect of age and activity on knee joint proprioception. *A J Phys ed Rehabil* 1997;76:235-41.
100. Maitland ME, Ajemian SV, Suter E. Quadriceps femoris and hamstring muscle function in a person with an unstable knee. *Phys Ther* 1999;79:66-75.
101. LeVeau BF, Rogers C. Selective training of the vastus medialis muscle using EMG biofeedback. *Phys Ther* 1980;60:1410-5.
102. Ingersoll CD, Knight KL. Patellar location changes following EMG biofeedback or progressive resistive exercises. *Med Sci Sports Exerc* 1991;23:1122-7.



## **EKLER**

## EK I



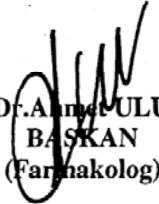
T.C  
TRAKYA ÜNİVERSİTESİ  
TIP FAKÜLTESİ  
ETİK KURUL KARARLARI

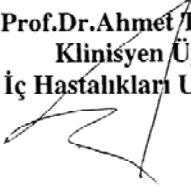
Oturum Sayısı : 1


Karar Tarihi : 13.1.2005

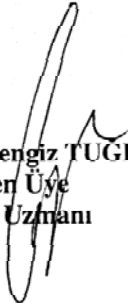
12 - Trakya Üniversitesi Tıp Fakültesi Etik Kurulu 10.02.2005 tarihinde "Diz osteoartritli olgularda EMG – biofeedback uygulamasının klinik duruma etkisi ve kuadriiceps kası üzerine etkilerinin klinik ve sintiğrafik değerlendirilmesi" adlı TUTFEK-2005/008 protokol no.lu çalışmayı incelemek üzere toplandı. Toplantıya Yrd.Doç.Dr.Şemsi ALTANER izinli olması nedeniyle katılmadı, diğer üyelerin katılımı ile çalışmanın incelenmesine geçildi.


Yapılan inceleme sonucunda çalışmanın Fakültemiz Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon Anabilim Dalında yapılacağı ve sorumlusunun Yrd.Doç.Dr.Kaan UZUNCA olduğu; araştırma protokolü ile ilgili Radyasyon Güvenliği Komitesinin olumlu görüş bildirdiği anlaşıldı. Araştırma protokolünün amaç, yaklaşım, gereç ve yöntemler ile gönüllü bilgilendirme metni dikkate alınarak incelenmesi sonucunda; Helsinki Deklerasyonu Kararlarına, Hasta Hakları Yönetmeliğine ve etik kurallara uygun olarak hazırlandığına ve yapılabileceğine mevcudun oybirliği ile karar verildi.


  
Prof.Dr.Ahmet ULUGÖL  
BAŞKAN  
(Farmakolog)

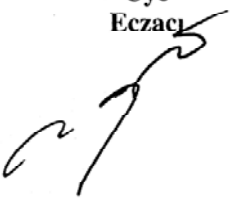
  
Prof.Dr.Ahmet TEZEL  
Klinisyen Üye  
İç Hastalıkları Uzmanı

  
Yrd.Doç.Dr.Ümit N. BAŞARAN  
Klinisyen Üye  
Çocuk Cerrahisi Uzmanı

  
Yrd. Doç. Dr. Cengiz TUĞLU  
Klinisyen Üye  
Psikiyatri Uzmanı

  
Yrd. Doç. Dr. Şemsi ALTANER  
Üye  
Patalog

  
Yrd.Doç.Dr.Sevgi ESKİOCAK  
Biyokimya Uzmanı

  
Ecz.İmran OĞUZ  
Üye  
Eczacı

İzinli

Posta Adresi :  
Trakya Üniversitesi Tıp Fakültesi Dekanlığı  
Güllapoğlu Yerleşkesi  
22030 EDİRNE

Tel ( 0-284) 235 76 41 (9 Hat) Fax: ( 0-284)2357652

## EK II

### BİLGİLENDİRİLMİŞ OLUR FORMU

Bu katıldığınız çalışma bilimsel bir araştırma olup, araştırmanın adı '**Diz osteoartritli olgularda EMG-biofeedback uygulamasının klinik duruma etkisi ve kuadriseps kası üzerine etkilerinin klinik ve sintigrafik değerlendirilmesi**'dir.

Bu araştırmanın amacı, **diz osteoartritli olgularda kuadriseps kasına EMG biofeedback uygulamasının osteoartritteki klinik bulgulara olan etkisini değerlendirmek ve kas mitokondrial aktivitesini Tc-MIBI perfüzyon sintigrafisi ile incelemektir.** Bu araştırmada size/ hastanıza **egzersiz programı ile birlikte EMG biofeedback tedavileri uygulanacaktır.** Bu araştırmada yer almanız öngörülen süre 4 hafta olup, araştırmada yer alacak gönüllülerin sayısı **40**'tır.

Bu araştırma ile ilgili olarak **sizin sorumluluğunuz yoktur.**

Bu araştırmada sizin/ hastanız için **riskler ve rahatsızlıklar söz konusu değildir;** ancak sizin/hastanız için beklenen yararı **ağrılarınızın geçmesidir. Araştırmaya bağlı bir zarar söz konusu olmayacaktır.** Araştırma sırasında sizi ilgilendirebilecek herhangi bir gelişme olduğunda, bu durum size veya yasal temsilcinize derhal bildirilecektir. Araştırma hakkında ek bilgiler almak için ya da çalışma ile ilgili herhangi bir sorun, istenmeyen etki ya da diğer rahatsızlıklarınız için **0 284 2357641 (1080)** no.lu telefondan **Dr. Esra Esen'e** başvurabilirsiniz.

**Bu araştırmada yer almanız nedeniyle size/hastanıza hiçbir ödeme yapılmayacaktır;** ayrıca, bu araştırma kapsamındaki bütün muayene, tetkik, testler ve tıbbi bakım hizmetleri için sizden hiçbir ücret istenmeyecektir.

**Bu araştırmada yer almak tamamen sizin isteğinize bağlıdır.** Araştırmada yer almayı reddedebilirsiniz ya da herhangi bir aşamada araştırmadan ayrılabilirsiniz; bu durum herhangi bir cezaya ya da sizin yararlarınıza engel duruma yol açmayacaktır. Araştırmacı bilginiz dahilinde veya isteğiniz dışında, uygulanan tedavi şemasının gereklerini yerine getirmemeniz, çalışma programını aksatmanız veya tedavinin etkinliğini artırmak vb. nedenlerle sizi araştırmadan çıkarabilir. Araştırmanın sonuçları bilimsel amaçla kullanılacaktır; çalışmadan çekilmeniz ya da araştırmacı tarafından çıkarılmanız durumunda, sizle ilgili tıbbi veriler de gerekirse bilimsel amaçla kullanılabilir.

**Size/hastanıza ait tüm tıbbi ve kimlik bilgileriniz gizli tutulacaktır ve araştırma yayınlansa bile kimlik bilgileriniz verilmeyecektir, ancak araştırmanın izleyicileri, yoklama yapanlar, etik kurul ve resmi makamlar gerektiğinde tıbbi bilgilerinize ulaşabilir. Siz de istediğinizde kendinize ait tıbbi bilgilere ulaşabilirsiniz**

### **Çalışmaya Katılma Onayı**

Yukarıda yer alan ve araştırmaya başlanmadan önce gönüllüye verilmesi gereken bilgileri okudum ve sözlü olarak dinledim. Aklıma gelen tüm soruları araştırmacıya sordum, yazılı ve sözlü olarak bana yapılan tüm açıklamaları ayrıntılarıyla anlamış bulunmaktayım. Çalışmaya katılmayı isteyip istemediğime karar vermem için bana yeterli zaman tanındı. Bu koşullar altında, bana ait tıbbi bilgilerin gözden geçirilmesi, transfer edilmesi ve işlenmesi konusunda araştırma yürütücüsüne yetki veriyor ve söz konusu araştırmaya ilişkin bana yapılan katılım davetini hiçbir zorlama ve baskı olmaksızın büyük bir gönüllülük içerisinde kabul ediyorum.

Bu formun imzalı bir kopyası bana verilecektir.

### **Gönüllünün,**

Adı-Soyadı:

Adresi:

Tel.-Faks:

Tarih ve İmza: ../..2005

### **Velayet veya vesayet altında bulunanlar için veli veya vasinin,**

Adı-Soyadı:

Adresi:

Tel.-Faks:

Tarih ve İmza: ../..2005

### **Açıklamaları yapan araştırmacının,**

Adı-Soyadı: Dr. Esra Esen

Görevi: Araştırma Görevlisi Dr.

Adresi: TÜ Tıp Fakültesi Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon Anabilim Dalı /Edirne

Tel.-Faks: 284 2357641 (1080)

Tarih ve İmza: ../..2005

Olur alma işlemine başından sonuna kadar tanıklık eden kuruluş görevlisinin/görüşme tanığının,

Adı-Soyadı: Kaan Uzunca

Görevi: Yrd. Doç. Dr

Adresi: T Tıp Fakültesi Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon Anabilim Dalı /Edirne

Tel.-Faks: 284 2357641 (1080)

Tarih ve İmza: ../..2005

### EK III

#### Diz Radyografilerinin Kellgren-Lawrence Radyolojik Evreleme Sistemi

- |  |
|--|
| 0. Herhangi bir osteoartroz bulgusu yok.                     |
| 1. Şüpheli küçük osteofit varlığı                            |
| 2. Belirgin osteofit, eklem aralığı normal                   |
| 3. Belirgin osteofit, eklem aralığı orta derecede daralmış   |
| 4. Subkondral skleroz, eklem aralığı ileri derecede daralmış |

#### Diz Osteoartritinde Lequesne İndeksi

<b>1) Gece ağrısı</b>		<b>6) Maksimum yürüme mesafesi</b>	
Yok	0	Sınırsız	0
Sadece hareketle	1	1 km'den fazla	1
Hareket etmeksizin	2	15 dakikada 1 km	2
<b>2) Sabah tutukluğu</b>		500-900 m	3
1 dk <	0	300-500 m	4
2-15 dk	1	100-300 m	5
> 15 dk	2	< 100 m	6
<b>3) 30 dk. ayakta durmakla olan ağrı</b>		Bir koltuk değneği	1
Yok	0	İki koltuk değneği	2
Var	1	<b>7) Günlük Yaşam Aktiviteleri (GAA)</b>	
<b>4) Yürümekle ağrı</b>		0 Rahatlıkla, 1 zorlukla, 2 mümkün değil	
Yok	0	Merdiven çıkma	0-2
Belli bir mesafe		Merdiven inme	0-2
yürüyünce	1	Çömelme	0-2
Başlangıçta		Düzensiz zeminde	
<b>5) Kolların yardımı olmadan</b>		yürüme	0-2
<b>iskemleden kalkmakla ağrı</b>		<b>Lequesne indeks</b>	
Yok	0	<b>toplam puanı:</b>	<b>0-22</b>
Var	1		

### **Diz Osteoartriti İçin ACR Klasifikasyon Kriterleri**

1. Bir nceki ayın çoğu gününde diz ağrısı
2. Krepitasyon
3. Sabah sertliği <30 dakika
4. Yaş >38
5. Kemik genişlemesi
6. Osteofit
7. Krepitasyon

## EK IV

### WOMAC Osteoartrit İndeksi

#### A Bölümü- AĞRI

Son 48 saat içinde kireçlenme nedeniyle diz eklemınızde hissettiğiniz ağrıyı düşününüz.  
(Cevabınızı bir çarpı işareti (“X”) ile belirtiniz).

SORU: Aşağıdaki durumlarda ne kadar ağrınız olduğunu belirtiniz:

1. Düz bir zeminde yürürken

0 ————— 10  
Ağrı yok Dayanılmayacak şiddette ağrı var

2. Merdiven çıkarken ve inerken

0 ————— 10  
Ağrı yok Dayanılmayacak şiddette ağrı var

3. Gece yatağınızda uyurken uykunuzu bozan ağrı

0 ————— 10  
Ağrı yok Dayanılmayacak şiddette ağrı var

4. Oturur veya yatar haldeyken

0 ————— 10  
Ağrı yok Dayanılmayacak şiddette ağrı var

5. Ayakta dururken

0 ————— 10  
Ağrı yok Dayanılmayacak şiddette ağrı var



## **B Bölümü- TUTUKLUK**

Son 48 saat içinde kireçlenme nedeniyle diz eklemınızde hissettiğiniz tutukluğu (ağrıyı değil) düşününüz.

Tutukluk, kireçlenen eklemınızı hareket ettirirken hissettiğiniz güçlük ve yavaşlamadır.

(Cevabınızı bir çarpı işareti (“X”) ile belirtiniz).

6. Sabah uyandıktan hemen sonra hissettiğiniz tutukluğun şiddetini belirtiniz.

0 ————— 10

Ağrı yok

Dayanılmayacak şiddette ağrı var

7. Günün ilerleyen saatlerinde oturduktan, yattıktan veya dinlendikten sonra hissettiğiniz tutukluğun şiddetini belirtiniz.

0 ————— 10

Ağrı yok

Dayanılmayacak şiddette ağrı var

## **C Bölümü- GÜNLÜK FAALİYETLERİ YAPARKEN YAŞANAN ZORLUKLAR**

Son 48 saat içinde aşağıda belirtilen günlük fiziksel faaliyetleri yaparken kireçlenme nedeniyle diz eklemınızde yaşadığınız zorlukları düşününüz. Günlük faaliyetlerle kastedilen dolaşabilme ve ihtiyaçlarınızı karşılayabilme yeteneğinizdir.

(Cevabınızı bir çarpı işareti (“X”) ile belirtiniz).

SORU: Aşağıdakileri yaparken ne kadar güçlük çekiyorsunuz?

8. Merdiven inerken

0 ————— 10

Ağrı yok

Dayanılmayacak şiddette ağrı var

9. Merdiven çıkarken

0 ————— 10  
Ağrı yok Dayanılmayacak şiddette ağrı var

10. Oturduğunuz yerden kalkarken

0 ————— 10  
Ağrı yok Dayanılmayacak şiddette ağrı var

11. Ayakta dururken

0 ————— 10  
Ağrı yok Dayanılmayacak şiddette ağrı var

12. Yere eğilirken

0 ————— 10  
Ağrı yok Dayanılmayacak şiddette ağrı var

13. Düz bir zeminde yürürken

0 ————— 10  
Ağrı yok Dayanılmayacak şiddette ağrı var

### **C Bölümü- GÜNLÜK FAALİYETLERİ YAPARKEN YAŞANAN ZORLUKLAR**

Son 48 saat içinde aşağıda belirtilen günlük fiziksel faaliyetleri yaparken kireçlenme nedeniyle diz eklemınızde yaşadığınız zorlukları düşününüz. Günlük faaliyetlerle kastedilen dolaşabilme ve ihtiyaçlarınızı karşılayabilme yeteneğinizdir.

(Cevabınızı bir çarpı işareti (“X”) ile belirtiniz).

SORU: Aşağıdakileri yaparken ne kadar güçlük çekiyorsunuz?

14. Arabaya veya otobüse inip binerken

0 ————— 10  
Ağrı yok Dayanılmayacak şiddette ağrı var

15. Alışveriş yaparken

0 ————— 10  
Ağrı yok Dayanılmayacak şiddette ağrı var

16. Çoraplarınızı/diz altı çoraplarınızı/külotlu çorabınızı giyerken

0 ————— 10  
Ağrı yok Dayanılmayacak şiddette ağrı var

17. Yataktan kalkarken

0 ————— 10  
Ağrı yok Dayanılmayacak şiddette ağrı var

18. Çoraplarınızı/diz altı çoraplarınızı/külotlu çorabınızı çıkartırken

0 ————— 10  
Ağrı yok Dayanılmayacak şiddette ağrı var

19. Yatakta yatarken

0 ————— 10  
Ağrı yok Dayanılmayacak şiddette ağrı var

## C Bölümü- GÜNLÜK FAALİYETLERİ YAPARKEN YAŞANAN ZORLUKLAR

Son 48 saat içinde aşağıda belirtilen günlük fiziksel faaliyetleri yaparken kireçlenme nedeniyle diz eklemınızde yaşadığınız zorlukları düşününüz. Günlük faaliyetlerle kastedilen dolaşabilme ve ihtiyaçlarınızı karşılayabilme yeteneğinizdir.

(Cevabınızı bir çarpı işareti (“X”) ile belirtiniz).

SORU: Aşağıdakileri yaparken ne kadar güçlük çekiyorsunuz?

20. Banyo küvetine girip çıkarken

0 ————— 10

Ağrı yok

Dayanılmayacak şiddette ağrı var

21. Otururken

0 ————— 10

Ağrı yok

Dayanılmayacak şiddette ağrı var

22. Tuvalete oturup kalkarken

0 ————— 10

Ağrı yok

Dayanılmayacak şiddette ağrı var

23. Ağır ev işleri yaparken

0 ————— 10

Ağrı yok

Dayanılmayacak şiddette ağrı var

24. Hafif ev işleri yaparken

0 ————— 10

Ağrı yok

Dayanılmayacak şiddette ağrı var