

157126

T.C.  
ONDOKUZ MAYIS ÜNİVERSİTESİ  
TIP FAKÜLTESİ  
FİZİKSEL TIP VE REHABİLİTASYON  
ANABİLİM DALI

**DİZ OSTEOARTRİTİNDE İZOMETRİK EGZERSİZ VE  
ELEKTRİK STİMÜLASYON PROGRAMININ  
KUADRİSEPS GÜCÜ VE KLİNİK DEĞERLERE  
ETKİLERİ**

**UZMANLIK TEZİ**

**Dr. DİLEK DURMUŞ**

**TEZ DANIŞMANI**

**Doç. Dr. FERHAN CANTÜRK**

**SAMSUN – 2004**

*Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon eğitimim süresince bilgi ve deneyimlerinden yararlandığım değerli hocalarım Doç. Dr. FERHAN CANTÜRK, Doç. Dr. ÖMER KURU, Yrd.Doç.Dr. Ayhan BİLGİCİ, Yrd.Doç.Dr. Gamze ALAYLI ve Yrd.Doç.Dr. Berna TANDER'e, tezime yaptıkları katkılar için, Fzt. Mücella KAZANCIOĞLU, Dr. Turgut TOPAL ve Dr. Kıvanç CENGİZ'e, birlikte çalışmaktan mutluluk duyduğum asistan arkadaşlarıma, kliniğimizde çalışan tüm personelimize ve dört yıl boyunca her zaman yanımda olan sevgili aileme teşekkür ederim.*

*Dr. Dilek DURMUŞ*

## İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
TABLO LİSTESİ	II
ŞEKİL LİSTESİ	III
ÖZET	IV
ABSTRACT	V
1. GİRİŞ VE AMAÇ	1
2. GENEL BİLGİLER	2
4. HASTALAR VE YÖNTEM	37
5. BULGULAR	41
6. TARTIŞMA	48
7. SONUÇLAR	57
8. KAYNAKLAR	58

## TABLO LİSTESİ

- Tablo I** : Erişkin Eklem Kıkırdağının Biyokimyasal Kompozisyonu
- Tablo II** : Osteoartritteki Patolojik Bulguların Radyolojik Görünümü
- Tablo III** : Akımın Frekanslarına Göre Sınıflandırması
- Tablo IV** : Hastaların Sosyodemografik Özelliklerine Göre Dağılımı
- Tablo V** : Hastaların Kellgren- Lawrence Evrelemesine Göre Dağılımı
- Tablo VI** : Her İki Grubun TÖ Ağrı, GYA, EKS Değerleri
- Tablo VII** : BF Egzersiz Grubunun TÖ Ve TS Ağrı, GYA, EKS Değerleri
- Tablo VIII** : ES Grubunun TÖ Ve TS Ağrı, GYA, EKS Değerleri
- Tablo IX** : Her İki Grubun TS Ağrı, GYA, EKS Değerleri
- Tablo X** : BF Egzersiz Grubunun TÖ Ve TS Fonksiyonel Performans Ve Uyluk Ölçüm Değerleri
- Tablo XI** : ES grubunun TÖ ve TS Fonksiyonel Performans Ve Uyluk Ölçüm Değerleri
- Tablo XII** : Her İki Grubun TÖ Kas Gücü Değerleri
- Tablo XIII** : BF Egzersiz Grubunun TÖ Ve TS Kas Gücü Değerleri
- Tablo XIV** : ES Grubunun TÖ Ve TS Kas Gücü Değerleri

## ŞEKİL LİSTESİ

- Şekil I** : Diz eklemi anatomisi
- Şekil II** : Osteoartrit patogenezi
- Şekil III** : En çok kullanılan alternatif akım türleri



## ÖZET

Bu çalışma, diz OA'li hastalarda BF yardımcı izometrik egzersiz ve ES programının ağrı, disabilite ve kuadriseps kas gücüne olan etkinliğini göstermek amacıyla yapıldı.

Çalışmaya ACR kriterlerine göre diz OA'i tanısı konulan 42 ile 74 yaş arasında 50 kadın hasta alındı. Hastalar rastgele yöntemle 25'er kişilik iki gruba ayrıldı. Birinci gruba BF yardımcı izometrik egzersiz, ikinci gruba ES programı 20 dk. süreyle haftanın 5 günü uygulandı. Her iki grupta da kuadriseps kasının güçlendirilmesi amaçlandı.

Hastalar tedavi öncesi ve 4. hafta sonunda değerlendirildiler. Değerlendirmede ağrı için; VAS hareketle ağrı, gece ağrısı, istirahatle ağrı, WOMAC ağrı skoru, EKS ve disabilite için WOMAC EKS, fiziksel fonksiyon skoru, kas gücü için; Maks-1, Maks-10 ölçümü, tüm bunlara ek olarak da 50 metre yürüme ve 10 basamaklı merdiveni çıkıp-inme süresi, uyluk çevresi ölçüm parametreleri kullanıldı.

Tedavi sonrasında her iki grupta da VAS hareketle ağrı, gece ağrısı, istirahatle ağrı, WOMAC ağrı, fiziksel fonksiyon ve EKS skorlarında çok anlamlı iyileşme görüldü(  $p<0.001$  ). 50 metre yürüme ve 10 basamaklı merdiveni çıkıp-inme süresindeki düzelme istatistiksel olarak çok anlamlıydı(  $p<0.001$  ). Kas gücü ölçümü için kullanılan Maks-1, Maks-10 değerlerinde çok anlamlı artış gözlemlendi(  $p<0.001$  ). Sağ ve sol dizler için uyluk çevresi ölçümlerinde birinci grupta anlamlı artış gözlenmezken ikinci grupta tespit edilen artış istatistiksel olarak anlamlıydı( Birinci grupta her iki diz için  $p>0.05$ ; ikinci grupta sırasıyla sağ diz için  $p<0.001$ , sol diz için  $p<0.05$  ). Uyluk çevresi ölçümleri hariç diğer parametreler açısından iki grup arasında fark gözlenmedi.

Diz OA'i olan hastalara uygulanan düzenli egzersiz ve ES tedavisinin, kas gücünü arttırarak, ağrı, ve disabilitayı azaltarak, hastaların merdiven çıkıp-inmesinde rahatlama ve yürüme mesafesinde artmaya neden olduğu tespit edilmiştir.

Bu çalışmada sonuç olarak her iki tedavi protokolünün de diz OA'i tedavisinde kullanılabileceği belirtilmiştir.

**Anahtar sözcükler:** Osteoartrit, diz, egzersiz, elektrik stimülasyon, biofeedback

## ABSTRACT

The aim of this study was to evaluate the effects of biofeedback assisted isometric exercises and electrical stimulation program, on pain, disability and quadriceps strength.

Fifty women between 42 and 74 years old with diagnosed osteoarthritis of both knees according to ACR criteria participated in the study. Patients were randomized into two groups. For both groups a 20 minute therapy was applied 5 days a week. Both groups were treated for 4 weeks.

Patients were evaluated before and after the therapy. Outcome measures for pain were VAS scala for pain in activity, pain at night, pain at rest and WOMAC pain score.

As disability and stiffness measures we used WOMAC physical function and stiffness score. 1 RM and 10 RM was used for measuring quadriceps strength. In addition to these we used 50 m. walking time, 10 steps stairs climbing up-down time and thigh circumference measurements as well.

Significant improvement was obtained for pain measures, physical function and stiffness measures after therapy(  $p < 0.001$  ). The improvement in 50 m. walking time and 10 steps stairs climbing up-down time was also statistically significant(  $p < 0.001$  ). There was also a statistically significant improvement in 1 RM and 10 RM values showing the improvement in muscle strength(  $p < 0.001$  ).

For exercises group there was no significant improvement in thigh circumference measures for right and left thigh(  $p > 0.05$  ). However for electrical stimulation group the improvement in right and left thigh circumferences was statistically significant(  $p < 0.001$  ,  $p < 0.05$  respectively). There was no statistically significant difference between 2 groups other than the thigh measures.

In this study we obtained decrease in pain and disability, improvement in muscle strength, walking interval and climbing stairs up-down in knee osteoarthritis patients by regular exercise and electrical stimulation therapy.

In conclusion we claim that both of these therapy programs can be used for knee osteoarthritis patients.

**Keywords:** Osteoarthritis, knee, exercise, electrical stimulation, biofeedback

## 1. GİRİŞ VE AMAÇ

Osteoartrit(OA), daha çok yaşlı kişileri etkileyen yaygın bir lokomotor bozukluk olup, ağrı ve disabilitenin eşlik ettiği bir artrit formudur. Dünyada 65 yaşındaki kişilerin birçoğunda, 75 yaşının üzerindekiilerin ise %80'inde radyolojik olarak OA saptanmaktadır(11, 43, 45).

OA, eklem kıkırdağında metabolik, yapısal, biyokimyasal değişimlere neden olan, aynı zamanda subkondral kemiği, bağları, kapsülü, sinovyal membranı ve eklem çevresindeki kasları etkileyen inflamatuvar olmayan bir hastalık olarak tanımlanmıştır. Sonuçta hastalarda ağrıya, eklem hareket kaybına, disabiliteye ve kas kuvvetinde azalmaya sebep olur(1, 16, 58).

OA tedavisinde farmakolojik tedavinin yanısıra fizik tedavi ajanlarından ve rehabilitasyon çalışmalarından da yararlanılmaktadır. Rehabilitasyon yaklaşımlarının amacı, korunma, ağrı ve fonksiyon kaybının azaltılması ile fiziksel bozukluğun en aza indirilmesidir. Bu hastalara uygulanan düzenli egzersiz ağrıyı kontrol ederek, propriosepsiyonu artırır. Ayrıca kişinin kasını güçlendirerek hareketini etkiler ve fonksiyon gelişimini sağlar(76, 87).

Fizik tedavi yöntemlerinden elektrik stimülasyon(ES), birçok tedavi alanında kullanılmaktadır. ES, kas fibrillerinde ve kapiller sistemde yaptığı değişimlerle kas gücünde artışa sebep olmaktadır. Eklem katılığına, kastaki spazmı ve ağrıyı azaltıp, belli programda yapıldığında fonksiyonel performansı artırdığı belirtilmektedir(52).

Biofeedback(BF) aracılığıyla, bozulmuş fizyolojik fonksiyonlarla ilişkili değişkenler(kalp hızı, intestinal motilite, kan basıncı v.b.) cihazlarla gösterilir. Hastalar duydukları ve gördükleri sinyalleri değiştirmeye çalışıp, sinyalleri oluşturan biyolojik sistemi kontrol altına almaya çalışırlar. BF sistemlerinde görsel ve işitsel sinyaller birarada kullanıldığından ve hastayla sistem arasında elektrodlarla bir devre bağlantısı olduğundan, çok daha etkili bir kontrol mekanizması sağlanmış olur(5, 35).

Biz çalışmamızda diz OA'ı olan iki grup hasta aldık. Dört hafta süreyle birinci grubun kuadriseps femoris kasına BF yardımcı izometrik egzersiz, ikinci grubun kuadriseps femoris kasına ise ES uyguladık. Bu yöntemlerin kuadriseps gücüne, ağrıya, eklem sertliğine(EKS), disabilite üzerine etkilerini göstermeyi ve varsa birbirlerine üstün yönlerini belirlemeyi amaçladık.



## 2. GENEL BİLGİLER

### 2.1. Diz Eklemının Anatomik Yapısı

Diz, kıkırdak yüzeyi ve sinovyal boşluk kapasitesi yönünden insandaki en büyük eklemdir. Eklem yüzeyleri hyalin kıkırdak ile kaplı femur, tibia ve patella arasında oluşan üç tane eklemi içerir(34).

Patello femoral eklem

Medial tibiofemoral eklem

Lateral tibiofemoral eklem

Femurun alt ucunda kondil olarak adlandırılan yapılar vardır. Kondillerin ön yüzü birbiri ile devamlı olup önde patella ile eklem yapar. Tibia, esas vücut ağırlığını taşıyan kemik olup, bacağın iç kısmında yer alır. Patella, diz eklemının önünde ve kuadriseps femoris kasının tendonu içine yerleşmiş üçgen şeklindeki en büyük sesamoid kemiktir. Bu kasın ön, iç ve dış lifleri ile desteklenir. Özellikle dış lifler ekstansiyon sırasında patellanın dışa kaymasını engeller. Patellanın esas görevi, bu kasın mekanik gücünü artırmaktır(21, 34).

Tibia ve femurun yüzeyleri birbirine tam uymadığından, aralarında menisküs denilen yapılar yer alır. Menisküsler iki tane olup fibrokartilajinöz yapıdadır. Dış menisküs daire şeklinde olup, femoral bağla femur arka kısmına bağlanmıştır. İç menisküs yarım ay biçiminde olup, daha az hareketlidir. Menisküsler eklemlerin birbiri üzerinde rahat kaymasını sağlarlar. Tibiofemoral eklemdaki gücün yaklaşık %60'ını iletirler. Menisküsün %10–30 periferi, ön ve arka boynuzları genikulat damarlardan beslenip, tamir potansiyeline sahiptir. Menisküsün geri kalan kısmı avaskülerdir ve sinovyal sıvıdan beslenir(21, 34).

Eklem kapsülü femur alt ucu ve tibianın üst ucuna tutunan, önde patellayı kuşatan fibröz bir kapsüldür. Bazı bölümleri bağları oluşturmak için kalınlaşma gösterir(34). Sinovyal membran, eklem kapsülünün iç yüzünü döşer. Eklem yüzeylerinin kenarlarında kemiğe ve menisküslerin dış kenarına tutunur(21).

#### 2.1.1. Dizin kapsül dışındaki bağları

1. *Lig. kollaterale fibulare ( dış yan bağ )*: Yukarıda femur dış kondiline, aşağıda fibula başına tutunur.

2. *Lig. kollaterale tibiale ( iç yan bağ )*: Yukarıda femur iç kısmına, aşağıda tibia iç kondiline tutunur.

### 3. *Lig. popliteum obliquum*

#### 2.1.2. Dizin kapsül içindeki bağları

1. *Lig. krukiatum anterior ( ön çapraz bağ )*: Fleksiyon pozisyonunda, femurun tibia üzerinden arkaya kaymasını engeller.

2. *Lig. krukiatum posterior ( arka çapraz bağ )*: Bu bağın ön lifleri ekstansiyonda gevşer, fleksiyonda gerilir. Arka lifleri ise, ekstansiyonda gerilip, fleksiyonda gevşer. Bu bağ femurun tibia üzerinden öne kaymasını engeller(21).

Eklem kapsülü ön çapraz bağlar ve yan bağlar, varus, valgus stabilitesini ve rotasyonel stabiliteyi sağlar ve bu yapılar tibianın aşırı dışa rotasyonunu engellerler(34).

Dizin önündeki bursalar; bursa suprapatellaris, bursa kutanea prepatellaris, bursa infrapatellaris süperfisialis, bursa infrapatellaris profundadır. Dizin arkasındaki bursalar; resesus subpopliteus, bursa muskuli semi membranosus, musculus biceps femoris sonlanma yerindeki bursa, bursa anserina, musculus gastrocnemius dış başı ile femur arasındaki bursa, m. gastrocnemius iç başı ile femur arasındaki bursadır(21).

#### 2.1.3. Diz eklemine stabilizasyonunda ve hareketinde görev alan kaslar(8):

Ekstansiyon, fleksiyon, abduksiyon ve adduksiyon hareket yönlerine göre yer alırlar:

##### **Fleksörler:**

Hamstring kasları

M. Semimembranosus

M. Semitendinosus

M. Biceps femoris

M. Gracilis

M. Sartorius

##### **Ekstansörler:**

M. Kuadriseps femoris

M. Vastus medialis

M. Vastus lateralis

M. Vastus intermedius

M. Rektus femoris

M. Tensor fascia lata

##### **Dış rotatörler:**

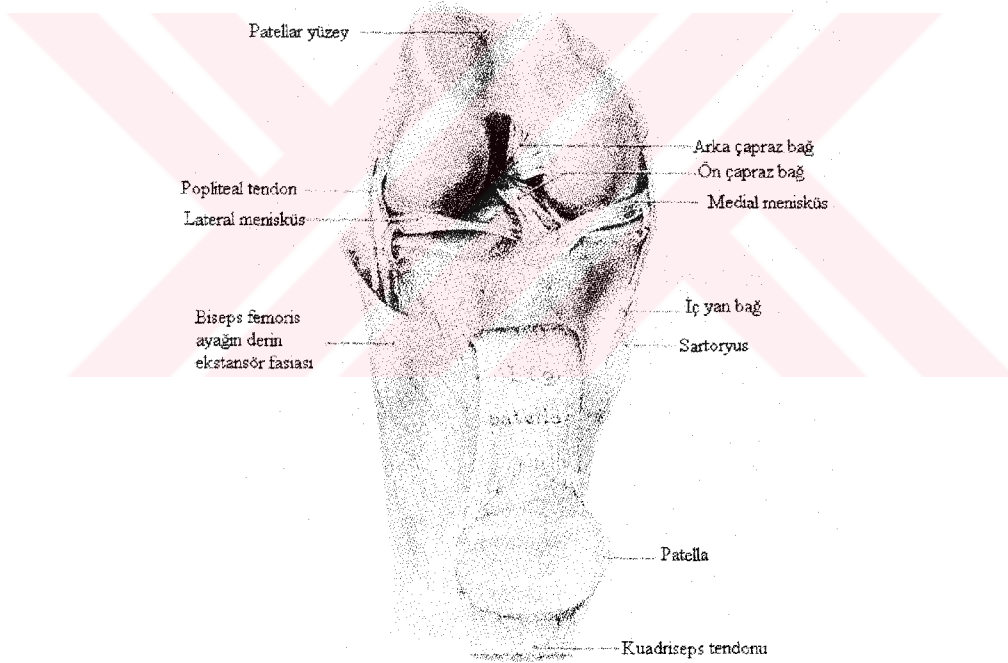
M. Biceps femoris

M. Tensor fascia lata

**İç rotatorlar:** M. Semitendinosus  
M. Semimebranozus  
M. Sartorius  
M. Grasilis  
M. Popliteus

**2.1.4. Diz eklemine kanlanması:** Artiküler arterler diz çevresinde genikular anastomoz yapan damarların dallarıdır. Popliteal arterin bir dalı olan orta genikular arter, fibröz kapsüle penetre olur ve çapraz bağlar, sinovyal kapsül ve menisküsün çevresini kanlandırır(89).

**2.1.5. Diz eklemi innervasyonu:** Obturator, femoral, peroneal ve tibial sinirlerin dalları olan artiküler sinirlerle innerve olur(89). Şekil I'de diz eklemine anatomisi görülmektedir.



**Şekil I. Diz Eklemine Anatomisi**

### **2.1.6. Diz Eklemine Mekanik**

Diz eklemi tam hareketli sinovyal bir eklemdir. Yapabildiği hareket çeşidine göre ginglimus(menteşe) grubu eklemdir(21).

Dizin stabilizasyonu, eklem kapsülü, patellar bağ, iç ve dış yan bağlar, ön ve arka çapraz bağlarca sağlanır(34). Kas hareketi eklemine birincil olarak stabilizasyonda etkilidir. Bağlar pasif stabilizasyonda görev alır. Kas, eklem

hareketini aktif halde kontrol ederken, başlardan daha büyük bir kuvvetle oluşabilecek yırtıklara engel olur(78).

Dizin serbestçe hareket edebildiği birinci yn transvers aksı boyunca yaptığı fleksiyon-ekstansiyon hareketidir. Dizin fleksiyon oranları kalçanın pozisyonlarına göre değişiklikler gösterip aktif veya pasif olabilir. Aktif fleksiyon kalça fleksiyonda iken dizin 140° bükülmesi ile elde edilir. Kalça ekstansiyonda ise bu 120° yapılabilir. Pasif fleksiyon; 160° ye kadar yapılan dizin bükülmesi ve topuğun kalçaya değmesi şeklinde ifade edilir. Patolojik pasif fleksiyon kapsüler bağların kısılması ile sınırlanır. Ekstansiyon, fleksiyon hareketinin tersidir. 5–10°lik pasif ekstansiyon mevcuttur. Normal yürüme esnasında gözlenir(44).

Dizin ikinci hareketi rotasyondur. Ayağın uzun eksenini etrafındaki rotasyon hareketi, yalnızca diz fleksiyonda iken yapılabilir. İç rotasyon ayağın adduksiyonunda önemli rol oynar. Aktif olarak 30° yapılabilir. Dış rotasyon ayağın abduksiyonunda rol oynar 40° yapılabilir(44).

Ekstansiyon kuadriseps femoris tarafından yaptırılır. Bu hareket çapraz bağların gerilmesiyle sınırlanır. Tam ekstansiyonda diz eklemiindeki tüm büyük bağlar gerilir. Buna dizin kilitlemesi denilir. Bu pozisyonda arka çapraz bağın gerilmesiyle femurun öne doğru yer değiştirmesi engellenir. Ekstansiyonun son kısmında, femurun dış kondili dış menisküs ile birlikte tibia üzerinden öne doğru kayar. Bu arada gerilen tüm bağlar gevşer ve iki eklem yüzü arasında hareketin başlamasına olanak verir. Menisküsler bu pozisyonda genişlerler. Fleksiyonda ise eski haline dönerler(21).

### **2.1.7. Eklem Kıkırdağı**

Eklem kıkırdağı, sinovyal eklemlerde eklemi oluşturan kemik yüzeylerin üzerini örterek, kayma hareketi için gereken sürtünme, dayanıklılık özelliklerini sağlayan, mekanik çok emici olarak fonksiyon gören, özelleşmiş bir iskelet dokusudur. İnsanlardaki kalınlığı eklem ve eklemdaki yerine göre değişmekle birlikte 5 milimetre(mm) ‘den daha azdır. Yoğun beyaz renkte olup, yaşlanmayla birlikte sarıya döner. Yüzeyi hafif dalgalanmalar ve düzensiz çöküntüler gösterir(91).

Eklem kıkırdağı düşük bir sürtünme derecesiyle kemikler arasında hızlı hareketi sağlar, eklem binen yükü dağıtır ve böylece subkondral kemikte koruyucu bir etki oluşturur(81).

Eklem kıkırdağı, kan, lenf damarı ve sinir dokusu içermez(5). Sinovyal difüzyon, kıkırdak hücreleri tarafından yapılan aktif transport ve subkondral kemik spongiozasından beslenir. Difüzyon sinovyal membrandan sinovyal sıvıya, oradan da kıkırdak matriksi içine olur(59).

**Tablo 1. Erişkin Eklem Kıkırdağının Biyokimyasal Kompozisyonu(58)**

<b>Toplam ağırlık</b>	<b>Yüzde değerleri</b>
<i>Su</i>	% 66–78
<i>Katı maddeler</i>	% 22–34
<b><u>İnorganik</u></b>	
<i>Hidroksi apatit kristalleri</i>	% 5–6
<b><u>Organik</u></b>	
<i>Kollajen (tipII)</i>	% 48–62
<i>Proteoglikan</i>	% 22–38
<i>Non-kollajen matriks proteinleri</i>	% 5–15
<i>Minör kollajenler</i>	< % 5
<i>Lipit</i>	< % 1
<i>Hyaluronat ve diğer sakkaridler</i>	< % 1
<i>Kondronektin</i>	< % 1

Normal eklem kıkırdağındaki hücrelerin dansitesi ve dağılımı, farklı eklemlerde değişik olabilir. Eklem kıkırdağının matriksinin kompozisyon, organizasyon ve mekanik özellikleri, hücre morfolojisi ve hücre fonksiyonu eklem yüzeyinden derine doğru değişim göstermektedir. Eklem kıkırdağı yapısındaki bu farklılıklara göre dört bölgeye ayrılabilir(91).

#### **2.1.7.1. Yüzeyel tabaka ( Tanjansiyel tabaka )(%10–20)**

Eklemde makaslama, basınç ve gerilme güçlerine en fazla maruz kalan bölgedir. Eklem yüzeyini hücreli polisakkarit içeren ince fibril tabakası örter. Bunun altında yassılaştırmış ve uzamış fibroblast benzeri hücreler yüzeye paralel uzanırlar, yüksek konsantrasyonda kollajen, düşük konsantrasyonda proteoglikan(PG) içeren matriks sentez ederler. Bu tabakada küçük PG olan dekorin en yoğun, agregan ise en düşük oranda bulunur. Fibronektin ve su miktarı en fazla bu tabakada bulunur. Yoğun kollajen fibrilleri, gerilmeye karşı direnci sağlar ve sinovyal sıvı ve kıkırdak arasında bariyer görevi yaparak immun sistemden etkin şekilde izolasyonu sağlar(91).

### 2.1.7.2. Orta tabaka(Transisyonel tabaka )(%40–60)

Yüzeyel tabakaya göre daha büyük çaplı, daha az organize kollajen fibriller içerir. Kıkırdak hücreleri daha yuvarlak görünümündedir. PG daha yüksek konsantrasyonda, su ve kollajen daha düşük miktardadır(91).

### 2.1.7.3. Derin tabaka(Radial tabaka)(%30)

Hücre sayısı en azdır. Kıkırdak hücreleri elipsoid şekilli, eklem yüzeyine dik kısa, düzensiz kolonlar oluştururlar. Hücrelerin metabolik karakterleri orta tabakaya göre daha sınırlıdır. PG yüksek konsantrasyonda, su daha düşük miktardadır. Büyük çaplı kollajen içerirler(91).

### 2.1.7.4. Kalsifiye kıkırdak tabakası

İnce kalsifiye kıkırdak tabakası, derin tabakayı subkondral kemikten ayırır. Kıkırdak hücreleri seyrekler. Kalsifik materyalin daha ağır çöktüğü bu tabakada hücrelerin fonksiyonları da sınırlıdır. Bu tabakadan derin tabakaya doğru hematoksilen-eozin boyasıyla boyanma sonrası dalgalı mavi sınır şeklinde “tide mark“ hattı gözlenir(58).

Eklem kıkırdağında matriksi kıkırdak hücrelerine yakınlığına göre üç bölgeye ayırmak mümkündür. **Perisellüler, territorial, interterritorial bölgeler.** Perisellüler matriks, kıkırdak hücrelerini tamamen çevreleyen hücre membranına komşu ince matriks tabakasıdır. PG ve hyaluronik asit yüksek oranda, kollajen ise düşük miktardadır. Ankörin CII gibi nonkollajen proteinleri ve nonfibriler yapı gösteren tip VI kollajen içerir. Territorial matriks kıkırdak hücrelerinin veya kıkırdak kümelerinin hücre çevresi matriksini çevreler ve fibriler sepetler oluşturur. Bu sepet yapısı, dokunun yüklenmesi ve deformasyonu sırasında kıkırdak hücreleri için mekanik koruma sağlar. İnterterritorial matriks en geniş alan olup büyük çaplı kollajen fibriller ve PG'den oluşur. Görevleri, kıkırdak hücrelerinin ihtiyacının karşılanması, doku yüklenmesi esnasında hücrenin hasardan korunması, mekanik sinyallerin iletimini sağlamaktır(91).

### 2.1.8. Kondrositler

Eklem kıkırdağının temel hücresidir. Kıkırdağın her tabakasında büyüklük, şekil ve metabolik aktivite yönünden farklılık gösterirler. Metabolik olarak aktiftirler. Nöronal, hücresel ve humoral immün cevap kıkırdakta gözlenmez. Metabolik bir ünite olarak çevresindeki ekstrasellüler matriksin şekillenmesi ve korunmasından sorumlu olduğu düşünülmektedir(91).

### 2.1.9. Ekstrasellüler Matriks

Normal kıkırdak matrisinin %65–80'i sudur. Suyun içinde kollajen ve PG yer alır. Yüzeysel tabakada %80 su bulunur. İnorganik komponent kuru ağırlığın %5'inden daha az olup, kalsiyum tuzu şeklindedir. Kalan materyalin hacmini interaktif makromolekül PG ve tip II kollajen oluşturur(58).

Eklem kıkırdağında kollajenler, biyomekanik fonksiyon için hayati elemanlardır. Erişkin kıkırdağın %90'ı tip II kollajendir. Kıkırdakta daha az oranda tip IX, X, XI kollajenleri de yer alır. En az tip VI kollajen vardır. Tip II kollajen fibrillerin tensil gerimini sağlar, doku volümü ve şekli için önemlidir(23). Tip X kıkırdağın her yerinde bulunur, hipertrofik zonda önemlidir ve kalsifikasyonu kolaylaştırır(58). Tip VI kollajen hücre çevresi alanda yer alıp, kıkırdak hücrelerinin matrikse tutunmasına yardım eder.

Ekstrasellüler matrikste PG'nin %80–90'ı agreganları oluşturur. Agreganlar kondrotin–4 sülfat, kondrotin–6 sülfat, keratan sülfat içeren ve protein özelliği gösteren yapılardır. Keratan sülfat zincirleri hyaluronik asit bölgelerini örter(58). Negatif yüklüdürler. Su tutarak matrisin hidrasyonunu sağlar, dokunun deformasyonu sırasında yer değiştirmeleri önleyip, PG ve kollajen arasındaki ilişkinin organizasyonu ve stabilizasyonuna yardım eder(91).

Eklem kıkırdağındaki diğer PG'lerden dekorin bir dermatan sülfat zincirine, biglikan iki dermatan sülfat zincirine, fibromodülin birkaç keratan sülfat zincirine sahiptir. Dekorin, biglikan, fibromodülin eklem yüzeyinin hemen altında daha yoğundur. Dekorin ve biglikan, fibronektini bağladıkları ve pıhtı formasyonunun yanısıra hücre adezyonunu ve migrasyonunu kısıtladıkları için doku onarımı ile ilgili olayları inhibe ediyor olabilirler(91).

### 2.1.10. OSTEOARTRİT

Osteoartrit, temelde bir eklem hastalığı olup, bölgesel veya ilerleyici hyalin kıkırdak kaybı ile birlikte subkondral kemikte osteofitlere ve kemik sklerozuna yol açar. Aynı zamanda yumuşak dokuyu, sinovyum, bağları ve kasları da etkileyen bir hastalık olarak tanımlanmıştır(46).

#### 2.1.10.1. Osteoartritin Sınıflandırılması

OA, temel olarak primer ve sekonder olarak ikiye ayrılmaktadır(49).

## **Primer(İdyopatik)**

Periferik eklemler

Kalça(süperior-medial kutup; konsantrik)

Diz(medial, lateral, patello-femoral)

El(interfalangial eklem, başparmak tabanı)

Omurga

Apofizyel eklemler

İntervertebral eklemler

Subgruplar

Jeneralize osteoartrit

Eroziv enflamatuvar osteoartroz

Difüz idyopatik iskelet hiperostozisi

## **Sekonder**

Travma

Akut eklem travması

Eklem bölgesinde kırık, osteonekroz

Eklem cerrahisi(menisektomi)

Kronik(iş ve uğraşı, sporla ilişkili)

Displastik

Kondrodisplazi

Epifizyel displazi

Konjenital kalça çıkığı

Gelişim bozuklukları(Perthes Hastalığı)

Postenflamatuvar

Enfeksiyon

Enflamatuvar artropati

Sistemik metabolik ve endokrin hastalıklar

Okronozis

Wilson hastalığı

Hemokromotozis

Kashin-Beck hastalığı

Akromegali, hiperparatiroidizm



- Kristal depo hastalığı
  - Kalsiyum pirofosfat dihidrat(psödogut)
  - Kalsiyum fosfat
  - Monosodyum ürat monohidrat(gut)
- Nöropatik hastalıklar
  - Tabes dorsalis
  - Diabetes Mellitus
- Konnektif doku hastalıkları
  - Hipermobilite sendromu
  - Mukopolisakkaridoz
- Aşırı intra-artiküler kortikosteroid kullanımı
- Çeşitli nedenler
  - Donma ve bacak boylarında eşitsizlik

### 2.1.10.2. Epidemiyoloji

Osteoartrit yaygın görülen bir eklem hastalığı olup, fiziksel bozukluğun en sık sebeplerinden biridir. Yapılan otopsilerde kırıldak değişimleri 65 yaşın üzerindeki kişilerde gösterilmiştir. Klinik ve radyolojik prevalans 30 yaşın altında %1, 40 yaşta %10, 60 yaşın üzerinde ise %50 olarak tespit edilmiştir(85).

İnterfalangial eklem tutulumu, 70 yaş üzerinde %70 oranında gözlenir. Jeneralize OA kadınlarda daha sıktır(85). 1952'de Kellgren ve Moore Jeneralize OA'ın, heberden nodülleri ve poliartiküler hastalıkla bağlantılı olduğunu belirtmişler, aile öyküsünün önemini vurgulamışlardır(11).

Osteoartrit sıklıkla parmak, kalça, diz, omurgayı tutar. Elbilek, dirsek ve ayakbileği tutulumu nadirdir. Kalça OA'ı Kuzey Avrupa'da bayan ve erkeklerde eşit oranda gözlenir. Güney Avrupa'da ise kadın/erkek oranı 2/1'dir. Kalça OA'ı Güney Çin ve Afrika siyahlarında nadirdir(85).

Avrupa'da el ve diz OA'nin birlikte görülme olasılığı bayanlarda daha sık olmak üzere 1.5-4 kat daha fazladır. Kalça OA'ı, diz OA'ine göre daha az gözlenir.

Osteoartrit'in rapor edilen insidansı her yıl için %4'tür. Daha ileri yaşlarda her yıl için bu %10 lara kadar çıkar. Bayanlarda menapoz sonrası pik yapar(11).

### 2.1.10.3. Etyopatogenez

#### 2.1.10.3.1. Osteoartritte Kıkırdak Değişimleri

**2.1.10.3.1.1. Morfolojik Değişimler:** OA gelişen eklem yüzeyi homojen yapısını kaybeder, fibrilasyonlar, çukurcuklar ve ülserasyonlarla parçalanır(81, 57). OA ilerlediğinde kıkırdak tamamen kaybolup, alttaki kemik görünür hale gelir. Tidemark hattı kapiller invazyona uğrar. Osteofitler yeni oluşan hyalenle ve fibrokartilajla kaplanır ve yapılarında önemli oranda düzensizlik görülür(57).

**2.1.10.3.1.2. Biyokimyasal Değişimler:** OA'te eklem kıkırdağının su içeriği artar. Bu değişimler kollajen ağındaki yeniden yapılaşmayı zayıflatıp, daha ileri evrede geri dönüşümsüz hale gelir. OA'te kıkırdakta en çok Tip II kollajen görülür. Tip I kollajenin yükseldiği de belirtilmiştir. Kollajen konsantrasyonu aynı olmasına rağmen fibriller normalden daha küçüktür, orta tabakada olanlar gevşektir.

Osteoartritte en belirgin değişim PG'lerde olur. Hastalığın ilerlemesi ile % 50 oranında azalır. PG'nin Agregat şekli azalır, Glikozaminoglikan(GAG) zincirleri kısalmır. Keratan sülfat konsantrasyonu azalmış olup, kondrotin-4 sülfat, kondrotin-6 sülfat ile bağlantılı olarak artmıştır(58).

Kollajen yapısındaki bu bozulma ve matriks PG miktarında azalma, kıkırdakta fonksiyonel bozulmaya yol açarak, kompresif veya mekanik güçlere karşı direnci azaltır(74).

**2.1.10.3.1.3. Metabolik Değişimler:** Kıkırdak hücreindeki matriks parçalayıcı enzimlerin sekresyonu ve sentezi OA şiddeti ile bağlantılı olarak yükselir. Kıkırdak yüzeyindeki büyük parçalanmada kollajenaz, spesifik stromelizin ve matriks metalloproteinaz(MMPS)'ların büyük rolü vardır. Bu enzimler, ekstrasellüler matriksin tümünü parçalama yeteneğine sahiptir. Sistemik olarak plazmin veya lokal olarak sentezlenen plazminojen kıkırdağı hızlı yıkma özelliğine sahiptir.

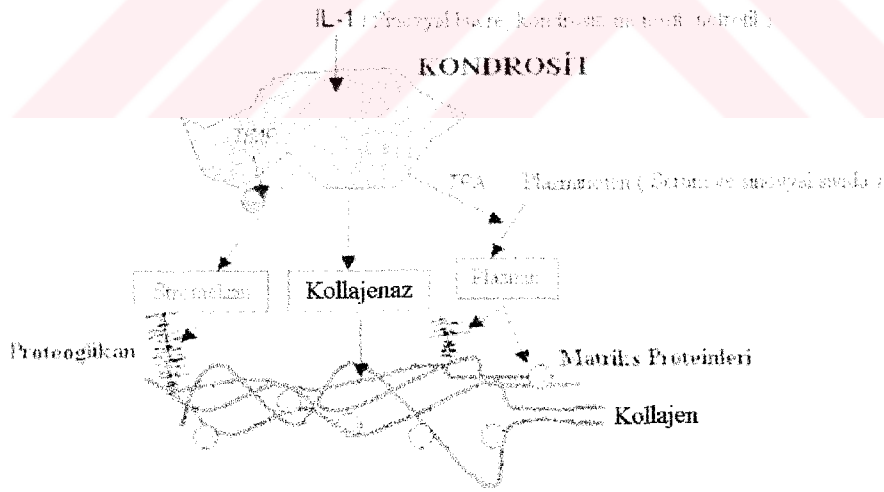
Spesifik hyaluronidaz eklem kıkırdağında bulunamamıştır. Bunun en güçlü kanıtı, hyaluronik asit ile kondroitin-6 sülfatın birkaç lizozomal enzim ile ortamdan ayrılmasıdır(58)

Hastalığın ilerlemesindeki en büyük faktör eklem yüzeyindeki büyük yıkımdır. Kollajenazlar ile kollajen fibrillerinde incelmeye olur. Bunu kıkırdaktaki şişme takip eder. Birçok araştırmacı İnterlökin (IL 1)'in, kıkırdak matriksinin parçalanması için önemli olduğunu söylemiştir. Bu sitokin kıkırdak hücrelerinde üretilir. Bu hücrelerde IL 1

sistemi stimüle edildiğinde Nitrik oksit (NO) üretimi olur. NO üretimi; IL1 etkisi için çok önemlidir.

Kıkırdak hücresi kollajenaz, stromelizin, jelatinaz, doku plazminojen aktivatörü içerir. Bu enzimler kıkırdakta potansiyel olarak yıkıcı olup, iki inhibitör sistem ile kontrol edilir. Bunlar TIMP(Doku metalloproteinaz inhibitörü) ve plazminojen aktivatör inhibitörü I (PAI-I)dir. TGF- $\beta$ 'nın hareketi ile her ikisinin sentezini artırır. Bu inhibitörlerin etkisi; plazminojen aktivasyonu ve nötral metalloproteinazların parçalayıcı aktivitesi ile sınırlanır(58).

Osteoartritte doku PG miktarı azalmasına rağmen hastalığın erken evrelerinde PG sentezi, kollajen, non-kollajen protein, hyaluronat ve ANA yüksektir. OA'ık kıkırdakta TIMP içeriğinde relatif olarak bir bozulma vardır(58). OA'deki artan PG normal yapı göstermez. Erişkin kıkırdağında yeterli biyomekanik cevabı oluşturan PG, OA deki yeni hali ile normal dokudaki yaşam ve biyomekanik stabilitede yeterli olabilecek midir? PG'ın makromoleküler organizasyonu ve OA'deki sentezlenen kollajen biyomekanik stabiliteyi ne kadar sağlayabilir? Yeterli olamadığı durumlarda tamir mekanizmaları ile oluşan yeni moleküler yapıların yıkımı hızlandırabileceği söylenmiştir(58). Şekil II'de OA patogenezinin şematize edilmiş görünümü mevcuttur.



Şekil II. Osteoartrit Patogenezi

#### 2.1.10.4. Risk Faktörleri

Osteoartritte risk faktörleri iki temel patogenetik mekanizma ile açıklanabilir.

1. Kişinin duyarlı olduğu ya da genel olarak OA'e yatkınlık oluşturan durumlar
2. Belli eklem bölgesine biyomekanik yüklenmeye neden olan faktörler(11).

**2.1.10.4.1. Yaş:** Osteoartrit görülme oranı yaşla birlikte artmaktadır(46). Kıkırdak hücrelerinin büyüme faktörlerine karşı cevabında azalma, eklemlerin stabilitesini sağlayan bağların laksitesinde artış olmaktadır. Yaşla birlikte eklemi korumaya yönelik kas gücü ve periferik nörolojik cevaplarda azalma olmaktadır(27, 81).

**2.1.10.4.2. Cinsiyet:** 50 yaş öncesi OA erkeklerde daha fazla görülürken, 50 yaş sonrasında bayanlarda el, ayak, diz OA'ı erkeklere göre daha fazla gözlenir. Menapoz sonrası bayanlarda OA oranının artmasında östrojen eksikliğinin rolü olduğu bildirilmiştir(46).

**2.1.10.4.3. Genetik:** OA'ın poliartiküler formunda genetiğin etkili olması muhtemeldir. Heberden nodülü bulunan bayanların kardeşlerinde heberden nodülünün bulunma olasılığı üç kat daha fazladır(11).

**2.1.10.4.4. Obezite:** Framingham çalışmasında kilolu genç yetişkinlerde ilerki yıllarda diz OA'ı ortaya çıkma olasılığının arttığını gösterilmiştir. İlk incelemede vücut kitle indeksi(VKI) yüksek olanlarda diz OA'ı erkeklerde 1.5 kat, kadınlarda 2.1 kat artmıştır. Ciddi OA için ise, risk erkeklerde 1.9, kadınlarda 3.2 kat artmış olarak bildirilmiştir.

Obez bireylerde kilo vermek hastalığa yakalanma riskini belirgin şekilde azaltabilir. Orta boylu bir bayanda 5 kg vermek semptomatik diz OA riskini %50 azaltmaktadır. Diz OA'lı hastalarda, vücut yağ oranının azaltılması ve fiziksel aktivitenin artırılmasının, semptomatik rahatlama konusunda yalnızca kilo vermektten daha önemli olduğu öne sürülmüştür(7).

Osteoartritli kişilerde kilo, radyolojik ilerleme için de risk oluşturmaktadır. Kalça OA'ı ile obezite arasındaki ilişki diz OA'ne göre zayıf bulunmuştur(46). El OA'ı ile olan ilişkisi ise kalça OA'ne göre de daha azdır(11).

**2.1.10.4.5. Osteoporoz:** OA ile osteoporoz arasında negatif ilişki tanımlanmıştır(11).

**2.1.10.4.6. Hormonal Faktörler:** Poliartiküler OA'ın kadınlarda daha fazla olması burada hormonal faktörlerin etkili olduğunu düşündürmektedir(11).

**2.1.10.4.7. Sigara:** Yapılan bazı çalışmalarda, sigaranın OA gelişmesine karşı koruyucu olduğu tespit edilmiştir. Sigara içenlerde vücut ağırlığının azalmasına bağlı olarak, radyolojik OA gelişim riskinin daha düşük olduğu gözlenmiştir(11).

**2.1.10.4.8. Diğer Nedenler:** Obeziteden bağımsız olarak OA ile bağlantılı olduğu düşünülen hastalıklar DM, HT, hiperürisemidir(11).

## **Mekanik Faktörler**

**2.1.10.4.9. Travma:** Büyük yaralanmalar yaygın diz OA'ı sebebidir. Yapılan çalışmalarda genç hastalarda iki taraflı çapraz bağ yırtıklarında kıkırdak kaybı rapor edilmiştir. Yine menisektomi sonrasında OA gelişme riski artmaktadır(11). Uzun kemik kırıkları sonrasında tibia ve femurdaki açılma ayak bileği ve dize bölgesel yük dağılımı ile sonuçlanır. Bu da OA için risk oluşturur(85). En belirgin ilişki femur shaftı kırığı ile kalça OA'ı, tibia kırığı ile ayak bileği OA'ı, humerus kırığı ile omuz OA'ı, skafoid kırığı ile bilek OA'ı arasında görülmektedir(11, 81).

**2.1.10.4.10. Mesleki Faktörler:** OA ile mesleki faktörler arasında bir ilişkinin olduğu belirtilmiştir. Ekleme sürekli stresin OA gelişimindeki öneminin bir kanıtı da paralizili ekstremitelerde OA gelişiminin daha az olmasıdır(85).

Diz OA'ı maden işçilerinde ve tersane işçilerinde daha sık görülmektedir. Yapılan çalışmalarda bayan ve erkekler arasında mesleği gereği uzamış diz çökme hareketlerini yüksek fiziksel aktivite ile yapanlarda diz OA için riskin arttığı belirtilmiştir. Bir çalışmada elini kullanan yün işçilerinde el OA'ı ile bu aktivite bağlantılı bulunmuştur(11).

**2.1.10.4.11. Spor:** Yapılan epidemiyolojik çalışmalar tekrarlayıcı sporların OA riskini artırdığını göstermiştir. Orta derecede düzenli bir koşu, şayet OA'e sebep olabilecek bir risk yoksa OA riskini azaltır. Risk olması için yüksek yoğunlukta ve direkt eklemde bozukluğa sebep olması gerekir. Tekrarlayıcı eklem darbeleri ve torsiyonel yüklenmeler eklemde dejenerasyona neden olabilir(46).

**2.1.10.4.12. Kas Güçsüzlüğü:** Kuadriseps kas güçsüzlüğü OA'lı dizlerde yaygın olarak gözlenir. Bu güçsüzlük atrofi olarak ifade edilir. Hastaların ağrı nedeniyle ekstremitelerini kullanmaması bunun nedenidir. Relatif olarak kas gücündeki artış, dizde OA gelişimini %20–30 azaltır. Diz ekstansör gücü, OA'ik değişimi olan bayanlarda, OA'ik değişimi olmayanlara göre daha düşük bulunmuştur(46).

**2.1.10.4.12. Eklem Şekli:** OA gelişimi ile bağlantılı olan bazı eklem bölgeleri diz ve kalçadır. Çocuklukta kalça bozukluğu olanlarda (Perthes Hastalığı gibi) prematür kalça OA gelişme oranı artar. Femoral kondil displazisinde, diz eklemdeki biyomekanik stabilite değişerek OA'e yatkınlık oluşur(11).

### **2.1.10.5. Klinik Belirti ve Bulgular**

**2.1.10.5.1. Ağrı:** Özellikle ekleme bağı ağrı, OA'ın en önemli belirtisidir. Ağrının karakteri, yoğunluğu haftada hatta gün içerisinde değişebilir. Çok az lokalize edilebilir. Aktivite ile ağrı süreklilik gösterebilir. OA'lı semptomatik tüm hastalar kullanıma bağlı ağrıya sahiptir. Hastaların %50'sinde ya da daha azında istirahat ağrısı, %30'unda gece ağrısı tespit edilmiştir.

Osteoartrit eklemde şeklinin değişimi, kemik kenarlarında osteofitlerin oluşumu, ileri dönemde destrüksiyon ve instabilitenin gelişimi, kapsül ve bağların mekanik olarak etkilenimi ile ağrı oluşur. Venöz akımın obstrüksiyonu sonucu subkondral kemikte intraosöz basıncın artması istirahattaki ağrıyı açıklar. Ağrı kemik ve periostta oluşur. Sinovyal inflamasyon ağrıyı etkiler.

OA'de kaslarda ağrı ve hassasiyet vardır. Bu hastalarda kas güçsüzlüğüne yönelik kas güçlendirme egzersizleri ağrıyı azaltır. OA'deki ağrıyı yükselmiş intraosöz basınç, inflamatuvar sinovit, periartiküler yapılar, periost ve kas hassasiyeti, santral nörolojik değişimler etkiler(17).

**2.1.10.5.2. Eklem Sertliği:** Eklemi hareket ettirmede zorlanma ya da eklemi hareket ettirdiğinde ağrı oluşması şeklinde tarif edilebilir. Dinlenmeden hemen sonra eklemi hareket ettirildiğinde gelişir. Nadiren 30 dk.'yı geçmesine rağmen genelde 1-2 dk.'dır. Genelde etkilenen eklem sınırlı kalır. Sinovyumda, kalınlaşmış kapsül çevresinde hyaluronatın birikimi ile gözlenir(17).

**2.1.10.5.3. Eklem Hareket Açıklığının Azalması:** OA'de etkilenen eklemde hareket açıklığında azalma gözlenir. Genelde buna ağrı eşlik eder. Kapsüller kalınlaşma, eklemde yeni şekli, osteofit açılmasını azaltarak, serbest eklem hareketini önlerler(17).

**2.1.10.5.4. Eklem Şişliği:** Sinovit sinovya sıvısının artması, osteofitler, kıkırdakta proliferatif değişiklikler sonucu eklemde genişlemesidir. Asimetrik, sık görülmez(24).

**2.1.10.5.5. Hassasiyet:** Hastalığın başlangıcında bulunmayabilir. Hassasiyet lokalize veya yaygın olabilir. Sinovit ile bulgular belirginleşir(25).

**2.1.10.5.6. Yumuşak Doku Şişliği:** Eklem çevresinde efüzyon ve sinovite bağlı yumuşak doku şişliği gözlenebilir. Buna ağrı, eklem sıcaklığı ve renk değişikliği gibi inflamasyon bulguları ilave olabilir(25).

**2.1.10.5.7. Deformite ve Subluksasyonlar:** OA'in ileri dönemlerinde kıkırdak kaybı, subkondral kemik kollapsı, kemik kistleri, kemik genişlemesi ve kontraktür sonucu deformite ve subluksasyonlar gelişir( dizde varus ve valgus deformitesi gibi )(25).

**2.1.10.5.8. Fonksiyon Kaybı ve Sakatlık:** Fonksiyon azalmasının en önemli nedeni ağrıdır. Kas gücü kaybı ve eklem hareket açıklığının azalması da bunu etkiler. Son yıllarda Mc Alindon'ın yaptığı çalışmada diz OA'inde kuadriseps kasındaki kuvvet azlığının, ağrı ve radyolojik değişimlerden daha çok fonksiyon kaybına neden olduğu gözlenmiştir. Fonksiyon kaybı günlük yaşam aktivitelerinde azalma ve sakatlıkla sonuçlanır(25).

### **2.1.10.6. Laboratuvar Bulguları**

Osteoartrit için özgül bir tanısal test yoktur. Primer OA'de eritrosit sedimentasyon hızı(ESH), tam kan sayımı, idrar tetkiki ve kan biyokimyası normaldir. Bu tetkikler daha çok ayırıcı tanıda diğer hastalıkları ayırt etmede kullanılmaktadır(3). Sinovyal sıvının volümü artmış (genelde 4 ml'nin üzerinde), ksantokromik, transparan, viskozitesi yüksek, OA'e bağlı yıkım ürünlerinin görüldüğü non-inflamatuvar sıvı görülür(62).

### **2.1.10.7. Görüntüleme Yöntemleri**

Direkt radyografiler, çok hassas olmamalarına karşın OA tanısında en faydalı görüntüleme yöntemleridir. OA'de sık görülen bulgular; eklem aralığında asimetrik daralma, subkondral kemikte skleroz, subkondral kistler, eklem kenarında osteofitlerdir. Deformite, subluksasyon, eklem fareleri daha ilerlemiş vakalarda gözlenir.

Direkt grafi tetkikinin başlıca amacı OA'in teşhis edilmesi, hastalığın aktivitesinin, gelişiminin ve olası tedavi cevabının moniterize edilmesi, hastalığın veya tedavinin komplikasyonlarının tespit edilmesidir(18).

Diz gibi bazı eklemlerde hyalin kıkırdağın kalınlığını değerlendirmek için ayakta ekleme ağırlık bindirerek ön-arka film çekilebilir. Ayakta yan filmler daha az değerlidir(3).

**Tablo II. Osteoartritteki Patolojik Bulguların Radyolojik Görünümü(18)**

<b>OA'deki Patolojik Bulgular</b>		<b>Radyolojik Görünüm</b>
Eklem kıkırdağında bölgesel kayıp	Ciddi olarak artarsa ve yayılırsa	Eklem aralığının daralması
Subkondral kemikte aktivite artışı	Ciddi olarak artarsa	Subkondral kemik sklerozu ve kistler
Kemikte büyüme ve marjinal dudaklaşma	Projeksiyonel radyografide görüntülendiğinde	Osteofitler
Eklem yüzeylerinde değişiklik		Eklemin yeniden şekillenmesi

Osteoartritte genelde yuvarlak hatlı osteofitler gözlenir. OA'deki kistlerin radyolojik özelliği kenarlarının sklerotik olmasıdır.

Erken dönem tibio-femoral dejenerasyonu değerlendirmek için, grafiler x-ışınını açılarak diz hafif fleksiyonda çekilir. Patello-femoral değişiklikler için skyline projeksiyonu kullanılır. Diz ekleminde gelişen subluksasyon en iyi ağırlık vererek çekilen filmlerle görüntülenebilir(3).

Bilgisayarlı Tomografi(BT) ve Manyetik Rezonans Görüntüleme(MRG), eklemlerdeki erken OA'ik değişimleri saptayabilmelerine rağmen, rutin değerlendirmede nadir kullanılır(3). BT, faset ve omuz gibi aksiyal planda yerleşmiş eklemleri göstermede faydalıdır(18). MRG, eklemin tüm bölümlerini aynı anda görüntüleyebilen bir tekniktir. OA'de marjinal ve santral osteofitleri belirlemede radyografiden daha hassastır. Yeni geliştirilen üç boyutlu görüntü veren MRG teknikleriyle kıkırdak hacmini sayısal olarak ölçmek mümkündür. MRG yumuşak dokuyu iyi gösterir(83). Teknesyum-99m ile yapılan sintigrafilerde tutulan eklemin subartiküler bölgesinde kemik fazda aktivite artışı saptanır. Bu, vasküler reaksiyonu ve osteoblastik aktivite artışını gösterir. Bu değişimler tipik radyolojik görüntüler gelişmeden yıllar önce fark edilebilir(3).

Artroskopi kemik değişimleri olmadan çok önce kıkırdak hasarını gösterebilir. OA tanısı klinik ve direkt grafilerle çok rahat konulabildiğinden ancak başka hastalıkların tanısında şüphe içinde kalındığında veya cerrahi tedavi planlarken hastalığın evresini saptamada faydalı olacaktır(55).



## 2.1.10.8. Osteoartrit Tedavisi

Osteoartrit tedavisi, hastanın ağrısını azaltma, eklem hareketini sağlama ve artırma, disabilitiyi azaltma, kişiyi hastalık konusunda bilgilendirme ile sosyal destek sağlamayı amaçlar(7). OA tedavisinde;

### A- Non-farmakolojik tedavi

Hasta eğitimi ve koruyucu önlemler

Psikolojik destek

Fizik tedavi ve rehabilitasyon yöntemleri

Egzersiz

Pasif→Eklem hareket açıklığı egzersizleri(EHA)

Aktif→EHA, izometrik, izotonik, izokinetik egzersizler

Yardımcı cihazlar

Korseler, ortezler, baston, ayakkabı modifikasyonları, koltuk değneği, yürüteç ve tekerlekli sandalye

Günlük yaşam aktivitelerinde değişiklik

Kendine bakım aktivitelerini kolaylaştırma

Ev veya iş ortamında ergonomik düzenleme(Oturma, uyuma, tuvalet, araba sürme aktiviteleri v.b)

Uygun çevre düzenlemesinin yapılması

Fizik tedavi ajanları :

Termal yöntemler

Yüzeysel ısı (sıcak-paket, parafin, infraruj)

Derin ısı (ultrason, kısa dalga diatermi, radar)

Soğuk uygulama (cold-pack, spreyleme)

Hidroterapi

Kaplıca tedavisi

Analjezik akımlar

Alçak frekanslı akımlar (TENS, dia dinamik akım, interferansiel akım)

Diğer fizik tedavi yöntemleri

Pulsatil elektromanyetik alan

Akupunktur

Manipülasyon

Masaj, yoga, lazer, UV (Ultraviyole)

## **B- Lokal ve sistemik ilaç tedavisi**

Topikal kremler, jeller (NSAİİ, Kapsaisin)

Lokal enjeksiyon tedavileri

İntraartiküler ve periartiküler kortikosteroid

Hyaluronan

İntraartiküler orgotein

Sistemik tedavi

Semptomatik tedavi

Basit analjezikler (asetaminofen)

NSAİİ(non-steroid antiinflamatuvar ilaçlar)

Antiinflamatuvar olmayan analjezikler (opioidler, non-opioidler)

Antispazmodikler

S-sadenosilmetionin(SAM)

Oral kondroitin sülfat

Glukozamin sülfat(Dona)

Diacerhein

Hastalık modifiye edici ilaçlar

Tetrasiklinler

Glukozaminoglikan polisülfirik asit(GAGPS)

Glikozaminoglikan peptit kompleksleri(GP-C)

Pentosan polisülfat

Büyüme faktörleri ve sitokinler(TGF  $\beta$  gibi)

Gen tedavisi

## **C- Cerrahi tedavi**

İnvaziv girişimler

Artroskopik lavaj

Kapalı tidal irrigasyon

Cerrahi

Osteotomi

Eklem replasmanı (3, 7, 8, 54)

Osteokondral greftler ve kök hücre transplantasyonu

#### 2.1.10.8.1. Nonfarmakolojik Tedavi

Hastanın eklemi koruması konusunda bilgilendirilmesi, ağrıyı azaltma ve daha fazla hasarı önlemek için gereklidir. Eklem üzerine aşırı yük bindiren tekrarlayıcı hareketlerden özellikle uzun süreli yürüme, kötü zeminde yürüme, eğilme, diz bükme hareketlerinden kaçınması söylenmelidir. Semptomatik hastalara yüzme, yürüme, bisiklete binme gibi sporlar önerilmelidir.

Hastaya yapılacak sosyal destek tedavide önemlidir. Basit bir telefon konuşmasıyla bile hastanın eklem ağrısının azaldığı ve fonksiyonel olarak sosyal hayatının olumlu etkilendiği görülmüştür.

Orta boylu bir kadında 5 kg vermek, semptomatik OA riskini %50 azaltmaktadır. Bu hastalar genelde inaktif olup düşük kalori ihtiyacına sahip olsalar da tedavide zayıflatıcı diyetler mutlaka verilmelidir.

Çeşitli ortezler, yürümeye yardımcı cihazlar ve tabanlıklar OA'li hastalarda büyük fayda sağlayabilir. Eklemdeki yükü azaltmak için uygun ve rahat bir ayakkabı giyme, yumuşak tabanlık kullanma ve uygun zeminde yürüme önerilmelidir. Topuk altına yumuşak yastıkların koyulması eklem binen yükü absorbe ederek, yürüme sırasındaki semptomları hafifletebilir. 5-10°'lik eğimi olan topuk kamalarının hafif diz OA'de varus ve valgus deformitelerine bağlı etkileri azalttığı belirtilmektedir. Bu kamalar, dizin iç kısmına binen yükü ve diz yan bağın gerginliğini azaltıp, medikal osteotomi yapmaktadır(3). Yürüteç gibi destekleyiciler eklem binen yükü %50 azaltmaktadır. Hastaya bu destekleyicileri nasıl kullanacağı ve yararları konusunda mutlaka bilgi verilmelidir. Patella-femoral OA'li olana patella bandajı önerilir. Daha ileri OA'li olanlarda ortezler kullanılır. Kalça OA'de ise ortez yerine hastaya baston önerilmektedir(3, 7).

Fizik tedavi OA tedavisinde önemli bir yere sahiptir. Eklem hareketinin kısıtlandığı, kas atrofisi, eklem instabilitesi ve eklemde uyum bozukluğu olduğunda kullanılabilir. Eklemdeki ağrı ve sertliği, kas spazmını hafifletir. Eklemde hareket genişliğini, kas gücünü artırıp, eklem biyomekaniğini düzeltir. Bu amaçla sıcak su torbaları, ultrason gibi lokal ısı uygulamaları kullanılmaktadır. Hidroterapi, eklemlerdeki yükü hafifleterek ağrıyı azaltır, kasları gevşetir, egzersizi destekler. Tens,

diadinamik akım, interferansiel akım gibi alçak frekanslı akımların analjezik etkilerinden yararlanılmaktadır(3, 7). Diğer bir fizik tedavi yöntemi, ES'dir. ES; kas myofibrillerinde ve kapiller sisteminde yaptığı değişimlerle kas gücünde artışa neden olur. Ağrıyı azaltır(52). Bunların dışında masaj, yoga, akapunktur, pulsatil elektromagnetik alan tedavileri de yapılmaktadır(3, 7).

Egzersiz OA tedavisinde en sık uygulanan fizik tedavi yöntemidir. İyi planlanmış bir egzersiz programı, eklem ağrısını azaltmada NSAİİ'lar kadar etkili olabilir. Egzersiz, kişinin kardiovasküler ve kas iskelet sistemi açısından performansını artırır, eklemdeki ağrıyı azaltır, kas gücünü artırarak, gelişebilecek disabiliteye karşı hastayı korur(7).

#### **2.1.10.8.2. Farmakolojik Tedavi**

Osteoartritteki medikal tedavinin amacı, eklemdeki yapısal bozukluğu gidermek değil ağrıyı azaltmaktır.

Asetaminofen non-opioid bir analjeziktir. Günlük dozu 4 gr'ı geçmeyecek şekilde ayarlanmalıdır. Yapılan bir çalışmada İbuprofen 1200 mg ve 2400 mg/gün dozları ile asetaminofen arasında semptomları azaltma açısından bir farklılık saptanmamıştır. 10 gr/gün'ün üzerine çıktığında ciddi hepatik yan etkilere sahiptir. Akut tübüler nekroz, methemoglobinemi ve bronkospazm yapabilir. Antitrombotik etkisi yoktur. Gastrointestinal(GİS) yan etkilerinin olmaması nedeniyle OA tedavisinde kullanılması gereken ilk seçenek olarak belirtilmektedir(3, 7, 24).

Tramadol, santral etkili bir opioiddir. Mü(μ) reseptörlerine morfin ve kodeinden daha az bağlanıp, noradrenalin ve serotonin geri alımını inhibe eder. Yapılan bir çalışmada 1000 mg/gün naproksen tramadol tedavisinin eklenmesi NSAİİ'ların dozunun azaltılmasını sağlamıştır. 25 mg/gün dozla başlanılabilir. Günlük doz 200–300 mg'dır. Tolerans ve bağımlılık etkisi çok azdır. Antidepresanlar analjezik, uyku düzenleyici, sedatif etkileri sebebiyle OA'de kullanılmaktadır. Bu amaçla geceleri 10–25 mg'lık düşük dozda amitriptilin önerilmektedir(3, 7, 41).

Osteoartritte NSAİİ'ları ağrı ve sertliğin medikal tedavisi için ilk planda uygulama eğilimi günümüzde artmıştır. NSAİİ'lar siklooksijenaz enzimlerini(COX1, COX2) non spesifik inhibe ederek etkilerini gösterir. NSAİİ'ların analjezik etki için gereken dozu antiinflamatuvar dozdan daha düşüktür. Peptik ülser, gastrit, interstisyel nefrit, böbrek yetmezliği yan etkilerinin oranı özellikle yaşlı popülasyonda artmaktadır.

Son yıllarda COX2 spesifik inhibitörler kullanılmaktadır. Avantajları daha az GIS yan etkisine sahip olmalarıdır. Tedavi prensibi olarak; hafif ve orta şiddette semptomatik OA'li hastalarda asetaminofen kullanılmalı, bu dozlarla eklem bulguları kontrol altına alınamıyorsa düşük doz NSAİİ'lara geçilmelidir(3, 7). Kas gevşetici ilaçlar OA'de kas ağrısı ve spazmının giderilmesinde kullanılır(7).

Topikal tedaviler sık tercih edilmekle birlikte ilacın etkisinin farmakolojik aktivite mi yoksa plasebo etkinliğinden mi kaynaklandığı net değildir. Kapsaisin bitkisel bir alkaloiddir. Periferik sinirlerden Substans P salınımını uyarır. El ve diz OA'li olan hastalarda yapılan kontrollü klinik çalışmalarda eklem ağrısını azalttığı gözlenmiştir. Tedavi etkinliği için günde 3-4 kez, 3-4 hafta süreyle uygulanmalıdır(7).

İntraartiküler depo steroid enjeksiyonu sonrasında ağrı azalması, sinovyal permeabilite azalmasına bağlı olabilir. Steroidler sinovyum tarafından üretilen hyaluronik asit sentezini inhibe ederek efüzyonun volümünü azaltabilirler. Sık ve tekrarlayan enjeksiyonlar kıkırdağa hasar verebilir, 4-6 ay aralıklarla yapılmalıdır(7).

Eklem içine hyaluronik asit enjeksiyonu semptomatik tedavi amacıyla uygulanmaktadır. GIS yan etkisi yoktur. Steroid enjeksiyonuna göre ağrıya etkisi daha geç ortaya çıkmakta ama daha uzun sürmektedir. Eklem içinde yarılanma ömürleri 1-2 gün olup, etki mekanizmaları tam olarak bilinmemektedir(7). Antiinflamatuvar etkileri vardır. İn vitro çalışmalarda kıkırdak metabolizmasını etkiledikleri gösterilmiştir.

Hayvan modellerinde kondroitin ve glukozaminin antiartritik etkileri gösterilmiştir. Kondroitin diz ve el OA'nin radyolojik ilerlemesini stabilize edebilir(61).

Oral kondroitin sülfat pek çok ülkede diz ve kalça OA'de kullanılmaktadır. Diz OA'inde glukozamin ve kondroitin sülfatın eklem ağrısını azalttığına dair görüşler olsa da bu ilaçların kullanımı tam olarak belirtilmemiştir(13, 61). Diğer bir intraartiküler ajan orgoteinin ağrıyı azalttığı, fonksiyonları iyileştirdiği görülmüştür(15).

Rekombinant human süperoksit dismutaz çalışma aşamasındadır. Dianserin, IL1'in yapımını inhibe eder, insan OA kıkırdağındaki metalloproteazları azaltır. Hayvan OA modellerinde in vivo sinovyal inflamasyonu ve kıkırdak lezyonlarını azalttığı gözlenmiştir(24, 54).

Tetrasiklinler, doku metalloproteinazlarını inhibe ederek etki gösterirler.

Glikozaminoglikan polisülfat (GAGPS) nötral proteazları inhibe etmekte PG, hyaluronik asit ve kollajen sentezini stimule ederek kondroprotektif etki

oluşturmaktadır. GP-C, TIMP seviyesini artırır. Growth faktörler(GF) eklem kırırdağındaki hücre hareketlerinin düzenlenmesinde etkilidir. İnsülin like growth faktör, temel fibroblast GF, TGF  $\beta$  bunlar içinde sayılabilir. Antisitokinler ve gen tedavileri de deneysel tedaviler içinde sayılmaktadır(24, 54).

#### **2.1.10.8.3. Cerrahi Tedavi**

Osteoartritte ortopedik cerrahi endikasyonlar uygulanan tüm tedavi seçeneklerine rağmen ağrının devam etmesi, kontraktür ve instabilitedir(15, 55).

OA'de uygulanan cerrahi işlemler;

- artroskopik eklem irrigasyonu ve debritleme
- subkondral kemiğin penetrasyonu
- osteofitlerin çıkarılması
- osteotomi
- eklem replasmanı ve eklem füzyonudur.

#### **2.1.10.9. Biofeedback**

Genelde elektronik olmak üzere bazı aletler kullanarak kişinin bünyesinde olan normal ve anormal fizyolojik olayları görsel ve işitsel sinyaller aracılığıyla görmesini ve işitmesini sağlayıp, bu olayları kontrol etmesini öğretmeye yönelik bir metottür(6).

İnsan organizmasında fizyolojik olayların çoğu birbirini takip eden zincirleme reaksiyonlar şeklinde kendini gösterir. Örneğin insan vücudunda tansiyonun düşmesi halinde tansiyona hassas reseptörler uyarılır, kan şekeri yükseldiğinde ise tepki olarak vücuttan insülin salgılanır. Sonra denge kurulur ve ardısıra düzen devam eder(33).

1940'larda ilk kez Basmajian tarafından vücutta fizyolojik olaylar bozulduğunda oluşan patolojinin nasıl kontrol altına alınabileceği fikri ortaya atılmıştır(6). Jacobson kastaki gerilimi elektriksel olarak ölçmüştür. 1960'larda Marinacci ve Horende birçok nörolojik durum için fonksiyon gelişiminde EMG BF'nin etkinliğini gündeme getirmiştir. Myoelektrik feedback ile gerilim tipi baş ağrısında azalma tespit edilmiştir. 1970'lerde extremitede ısı ve periferik kan akımı kontrolünde kullanılmıştır(7).

##### **2.1.10.9.1. EMG Biofeedback Çalışma Prensipleri**

Alınan feedback sinyalleri değişik yükselticilerden ve filtrelerden geçirilir. Bu sinyaller ışık veya ses cevaplarına dönüşür ve kağıtlara kaydedilir.

Eğer kasın kasılması isteniyorsa başlangıçta birbirinden uzak yerleştirilen elektodlar ile elektriksel uyarı verilirken diğer yandan hastanın bu olaya katılması

sağlanır. Hedeflenen kasılma veya bunun sonucu beklenen hareket başarıldığında görsel veya işitsel sinyal alınır ve bu sinyalin değişimleri bir gösterge ile izlenir. Bu sinyali artırma çabası hastayı hedefine daha iyi yaklaştırır.

Elektrodların doğru yerleşimi tedavinin başarısı için çok önemlidir. Genelde yarım saatlik seanslar halinde uygulanan bu tedavi yöntemine hedefe ulaşana kadar devam edilir. Ortalama 10 seanslık uygulama belli bir seviye için yeterlidir(33).

### **2.1.10.9.2. Biofeedback Tipleri**

**2.1.10.9.2.1. Elektromyografik BF:** Rehabilitasyondaki en faydalı feedback myoelektrik veya EMG'dir. Burada kastan gelen sinyaller kolay anlaşılabilen görsel ve işitsel sinyallere dönüştürülüp bilgisayarda grafiklerle kolay anlaşılabilir hale getirilir.

**2.1.10.9.2.2. Durum BF(Position BF):** Hareketin kontrolünde zamanlama ve koordinasyon yaklaşımında kullanılır. Nöronal izlemde, baş pozisyon kontrolünde, el cerrahisi sonrasında, atakside, el hareket kontrol ve koordinasyonunda, serebral palsilerde, diz eklem pozisyon çalışmasında, hemiplejilerde kullanılır.

**2.1.10.9.2.3. Basınç-Kuvvet BF:** Bir araç sayesinde ya da vücudun herhangi bir segmenti içinden bir miktar kuvvet geçişini moniterize etmek gerektiğinde kullanılır. Simetrik ayakta durma ve yürüme buna örnek verilebilir.

**2.1.10.9.2.4. Isı ve Periferik Kan Akımı BF:** Ekstremitelerde ısı ve periferik kan akımı kontrolü ilgili bilimcilerce gösterilebilir. Direkt kan akımı ölçümleri pletismografi veya deri ısısına duyarlı araçlarca gösterilebilir.

**2.1.10.9.2.5. Kan Basıncı BF:** Hastalar ekstremitelerinin ısısını kontrol etmeyi öğrenirler. Bu işlem EMG BF ile gevşeme işlemine ek olarak yapılır. Pletismografi ile gösterilir.

**2.1.10.9.2.6. Respiratuar BF:** Astım, yüksek seviyeli spinal kord yaralanmalarında solunumun elektronik olarak moniterize edilmesi esasına dayanır. Respiratuar biofeedback, pnomologlar ve terapistlerin ortak çalışması ile sürdürülmelidir.

Hemen hemen vücuttaki tüm fizyolojik fonksiyonlar gözden barsak mide aktivitesine kadar araştırılmıştır. Yapılan çalışmalar sonucunda biofeedback direkt rehabilitatif tıpta kullanılabilir gözükmemektedir. İleride ek çalışmalar faydalı olabilir(6).

### **2.1.10.9.3. Biofeedback'in Kullanıldığı Alanlar**

**2.1.10.9.3.1. Rehabilitasyonda Kullanımı;** en yaygın kullanıldığı bölümdür.

**2.1.10.9.3.1.1. Omurilik Yaralanmaları:** Emory üniversitesinde omurilik yaralanması olup, innervasyon kabiliyeti olan motor nöronların ilgilendirdiği kasların istemli aktivitelerinde BF ile artış olduğu gösterilmiştir. Egzersiz ile kombine edildiğinde ekstremitelerde fonksiyonlarında daha da etkili olduğu gösterilmiştir(7).

**2.1.10.9.3.1.2. Serebral Palsy:** Çocukların spastik kaslarındaki anormal EMG aktivitesi inhibe edildiğinde gevşeme tespit edilmiş, fakat yapılan çalışmalarda BF olmaksızın da aynı gevşeme etkisinin sağlanabileceği ortaya konulmuştur(7).

**2.1.10.9.3.1.3. Multipl Skleroz:** Özellikle soleus kasında belirgin olan spastik paraparezi için EMG BF uygulanmaktadır. BF öncesinde hastalara antispastik ajan olan Dantrolen-Na verilmiş ve etkinliğin arttığı gözlenmiştir(33).

**2.1.10.9.3.1.4. Ortopedik Rehabilitasyon:** El ve ön kol cerrahisi sonrasında EHA'da kısıtlanma, dokularda çekilme ve kasılma sonucu yeniden şekillenmeler olur. Feedback gonyometre ve BF'in birlikte kullanımı rehabilitasyonun etki alanını genişletmiştir. Draper ve Ballard yaptıkları kontrollü çalışmada, dizde ön çapraz bağ cerrahisi geçiren hastalarda BF'in sadece ES'na oranla daha etkili diz ekstansiyonunu sağladığını göstermiştir(33).

**2.1.10.9.3.1.5. Periferik Sinir Denervasyonları:** Booker ve arkadaşları periferik yüz felci olan hastalara EMG BF uygulamışlar, yüzdeki asimetrinin ve istemli fonksiyonların belirgin şekilde düzeldiğini görmüşlerdir. BF proprioseptif nöromusküler fasilitasyon, ilaç ve ES gibi tedavilere göre daha faydalı bulunmuştur(33).

**2.1.10.9.3.1.6. Distoni ve Diskinezi:** Spazmodik tortikolis, bleferospazm, oromandibuler distoni de diğer davranış teknikleriyle birlikte EMG BF faydalı bulunmuştur.

**2.1.10.9.3.1.7. Amputasyonlu Olguların Rehabilitasyonu:** Bu olguların tedavisinde fizyoterapistin komutlarının BF ile desteklenmesi hastaların yapılacak hareketleri çabuk öğrenmesini sağlar. Gündüğün kontrol edilmesi patolojik ve dengesiz yürümelemlerin önüne geçer. Diz protezine alınacak cevabı artırır.

**2.1.10.9.3.1.8. Hemiparezik Hastaların Rehabilitasyonunda :** Wolf ve arkadaşları hemiplejik hastalarda EMG BF'in olumlu sonuçlar verdiğini bildirmişlerdir. Proprioseptif kayıpları daha fazla olan üst ekstremitelere oranla alt ekstremitelerde BF ile daha iyi fonksiyonel kazançlar sağlanır.



BF'in iyi yapılabilmesi için potansiyel istemli kontrol varlığı, motivasyon, kooperasyon, verilen komutlara cevap verme, bazı istemli hareketleri başlatacak reflekslerin varlığı gereklidir.

Temel hedef, hastanın yürütülmesi ve ambulasyon esnasında kullanılan stereotip hareketlerin sayısının kısmen azaltılmasıdır. Sonuçta, düşük ayak gelişimini önleme, omuzun subluksasyona gidişini engelleme, elin fonksiyonunun kazanılması ve düzenli yürüyüşün sağlanması amaçlanır. Yapılan araştırmalarda geleneksel fizyoterapi ve EMG BF birlikte daha etkili bulunmuştur(33).

#### **2.1.10.9.3.2. Sfinkter Kontrol Çalışmaları**

İlk kez rektum ve anüse balon konulmak suretiyle anal sfinkter üzerine etki yapabileceği Schuster tarafından ortaya konulmuştur(33). Buradaki mekanizma rektum gerilmesinin anal sfinkteri refleks olarak gevşetmesi ilkesine dayanır. Mesane inkontinanslı hastalar da yine aynı yöntemle tedavi edilir. Son yıllarda pelvik taban kaslarına modifiye EMG BF yardımı ile( Kegel perinometresi ile) elde edilen kazançların daha fazla olduğu gösterilmiştir(4, 33).

#### **2.1.10.9.3.3. Reyno Hastalığı**

Primer reyno hastalığı olanların %80'inde ellerde vazospazm mevcuttur. EMG ve deri ısı feedback'i ile otojenik bir çalışma yapılır. Sekonder reyno için daha az etkili bulunmuştur(6).

#### **2.1.10.9.3.4. Kronik Ağrı ve Gerilim Tipi Baş Ağrısında Kullanımı**

Gerilim tipi baş ağrısı sıklığının azaltılması, sırt ve ekstremitelerdeki kronik ağrıyı tedavi etmek ana hedeftir(6).

#### **2.1.10.9.3.5. Strese Bağlı Hastalıklarda Kullanımı**

Paretik kasların yeniden çalıştırılması veya gevşeme hedefini taşıyan ve genellikle kombine teknikleri kapsayan bu tür yöntemlere **Jacobsonian Teknikleri** denilir. Günümüzde psikoterapide EMG BF genellikle tek başına veya ısı feedback ile birlikte kullanılır. BF psikosomatik hastalıklarda, nörolojik hastalıklarda, hipertansiyon, kardiyak aritmi, peptik ülser, migren gibi hastalıklarda kullanılabilir(33, 64).

#### **2.1.10.10. Terapötik Egzersizler**

Rehabilitasyonda kullanılan egzersizler sadece kas zayıflıklarına, hareket kaybına, eklem ve çevresindeki ağırlara yönelik değil, inaktiviteden kaynaklanan fonksiyonel kısıtlılık ve disabiliteye yönelik olarak programlanmalıdır(7).

#### **2.1.10.10.1. Egzersiz tedavisinin amaçları(7):**

1- Bozukluğun azaltılması ve fonksiyonun geliştirilmesi ( Eklem ağrısının azaltılması, eklem hareket açıklığı ve kas gücünün artırılması, yürüyüşün düzeltilmesi, günlük aktivitelerin sağlanması )

2- Eklem üzerindeki stresi azaltarak, hasardan korumak ve biyomekaniğini düzeltmek

3- Günlük fizik aktiviteyi ve fizik gücü artırarak inaktiviteye bağlı disabilite ve bozulmuş sağlık durumunun engellenmesi

#### **2.1.10.10.2. İnaktivite ve immobilizasyonun etkileri(42);**

**2.1.10.10.2.1. Aerobik kapasite:** Uzun süre yatak istirahati sonunda azalır.

**2.1.10.10.2.2. Kas gücü ve dayanıklılığı:** İmmobilizasyon sonrasında kas gücü ve dayanıklılığında azalma olur. Tam bir immobilizasyondan 7-9 gün sonra kas gücünde %20-30 azalma görülmüştür.

**2.1.10.10.2.3. Kemik eklem ve yumuşak dokular:** İnaktivite atrofi ve kemik kırılma eşiğinde azalma ile sonuçlanır. İmmobilizasyondan 2 hafta sonra bağlarda kimyasal değişiklikler olmaktadır. Eklem çevresi konnektif dokunun uzayabilirliği azalmaktadır. Eklem kırıkdağında, immobilizasyondan 1-2 gün sonra histolojik değişiklikler, 8 hafta sonra irreversibl dejeneratif değişiklikler oluşmaktadır.

**2.1.10.10.2.4. Proprioepsiyon ve koordinasyon:** Koordine hareketleri yapmada propriyosepsiyon çok önemlidir. Yaralanma ve cerrahi girişim sırasında kaslar, eklem kapsülü, bağlar ve deride proprioseptif reseptörlerin direkt hasar görmesi ile proprioepsiyon yeteneğinde azalma olur.

#### **2.1.10.10.3. Kasılma Tipleri(32)**

Bir kas lifine bir tek uyarı verilirse tek bir kasılma meydana gelir. Kas önce kasılır, sonra gevşer. Bu kasılmalar 4'e ayrılır:

**2.1.10.10.3.1. İzometrik kasılma:** Kasın uzunluğu sabit kalır, tonusu artar. Bu tip statik kasılmayla mekanik bir iş yapılmış olmaz ama enerji harcanır.

**2.1.10.10.3.2. Konsantrik kasılma:** Dinamik bir kasılma şeklidir. Kas yeterli gerginliğe ulaştığında kasın boyu kısalır ve eklemde hareket meydana gelir. İzometrik ve konsantrik kasılmaların bir arada yapılmasına, kasılma sırasında kasın hem boyunun hem tonusunun değişmesine oksotonik kasılma adı verilir.

**2.1.10.10.3.3. Eksantrik kasılma:** Uzayarak kasılma şeklidir. Kas yeterli gerginliğe ulaşip dış yükü yenemezse kas giderek uzar.

**2.1.10.10.3.4. İzokinetik kasılma:** Hareket hızının sabit tutulduğu dinamik bir kasılma şeklidir. İzokinetik kasılmada hareket süresince maksimal tonus devam eder. Kas kuvvetini ve dayanıklılığını geliştiren en iyi yöntemdir.

**2.1.10.10.3.5. Tetanik kasılma:** Tek kasılmalara göre daha kuvvetli, daha uzun süreli, daha ekonomik kasılma şeklidir. İstemli hareketler daha çok tetanik kasılmalar şeklindedir.

#### **2.1.10.10.4. Egzersiz Tipleri**

##### **2.1.10.10.4.1. Aerobik Egzersiz**

Osteoartritli hastaların aktiviteleri daha az olup, muskuloskeletal ve kardiyovasküler açıdan normal vakalarda daha kötü bir kondüsyona sahiptirler. Aerobik egzersiz ile aerobik kapasite, kas gücü ve dayanıklılık artar, kilo verir ve belirli bir iş için daha az efor harcanır.

Aerobik egzersiz olarak yürüyüş, bisiklete binmek, yüzmek, aerobik dans, aerobik yüzme havuzu egzersizleri tavsiye edilebilir. Yüzme ve aerobik havuz egzersizleri diğer aerobik egzersizlere göre daha az eklem stresine sebep olur(7).

##### **2.1.10.10.4.2. Kuvvet Artırıcı Egzersizler**

Kuvvet artırma yöntemleri kasa yük bindirme esasına dayanır. Aşırı yüklenme kas gücünü artırır( Overload prensibi ). Bu artış hem kas kontraksiyonuyla hem de gerilmesiyle ortaya çıkmaktadır. Maksimal direnç, motor ünitelerin maksimum boşalımına, dolayısıyla kas liflerinin büyük çoğunluğunun kasılmasına yol açar. Yapılan işin miktarı arttıkça, kuvvet de artmaktadır. Daha çok iş yapmak için harcanan zaman artarken, kuvvetteki artış yavaşlamaktadır.

Kuvvet egzersizlerinin en belirgin etkisi kas lifi hipertrofisidir. Bunun protein sentezi ve myofibril sayısındaki artıştan kaynaklandığı düşünülmektedir. Hipertrofi bütün liflerde görülebilir. Fakat hızlı kasılanlarda daha belirgindir Kas hipertrofisi için 6-8 haftalık bir süre gereklidir.

Kas gücü hipertrofi olmadan da artmaktadır. Hipertrofi olduğunda ise kuvvetteki artış hipertrofi ile orantılı değildir. Ultrastrüktürel çalışmalar güç artışının aktin ve myozin flamanlarının yoğunluğundaki artıştan kaynaklandığını ve hipertrofi yoksa flaman sayısında bir artış olmadığını göstermiştir(20).

#### **2.1.10.10.4.3. İzotonik Egzersizler**

Bu egzersizler, eklem hareket açıklığı(EHA) boyunca sabit bir dirence karşı yapılan dinamik kas kontraksiyonlarıdır.

İlk izotonik egzersiz programı De Lorme tarafından önerilmiştir. Bu egzersizler progresif rezistans egzersizleri adını alır. Buna göre az tekrarlı ve yüksek dirence karşı yapılan egzersizler kas gücünü artırmakta ve hipertrofiye neden olmaktadır. De Lorme'nin güçlendirme programında, önce 10 defa kaldırılabilen maksimal ağırlık(10 RM=10 repetition maksimum) saptanır. Sonra sırasıyla, her seansta üç set halinde 10 RM için saptanan ağırlığın %50'si, %75'i ve %100'üyle 10'ar tekrar yapılır. Her bir set 5-7 kez tekrarlanmalı ve tekrarlar arasında iki dakika süre olmalıdır. 5 gün sonra 10 RM yeniden belirlenip, 2 gün istirahatten sonra yeni 10 RM ile çalışmaya devam etmelidir. Teorik olarak bu yöntemin dezavantajı, bütün motor ünitelerin sadece maksimal eforla uyarılabilmesidir.

Bazı hastalar %50 ve %75'lik yüklerde yorulur ve 10 RM'i başaramazlar. De Lorme'nin modifiye edilen Oxford tekniğinde, De Lormenin aksine çalışmaya 10 RM ile başlanır. Sonra yük %75 ve %50'ye düşürülür. Bu şekilde yorgunluk engellenir.

Başka bir izotonik egzersiz tekniği, kısa süreli maksimal efor ya da 1 RM(bir kez kaldırılabilen maksimal ağırlık) olarak anılan yöntemdir. De Lorme 1 RM'i, bir egzersiz yöntemi olarak değil progresif rezistif egzersizlerin takibinde kullanılan kuadriseps indeksi olarak önermiştir. Burada hasta ağırlığı diz yaklaşık ekstansiyona gelinceye kadar kaldırır ve 5 saniye kadar bu durumda tutar. İzotonik kontraksiyonu 5 saniye izometrik kontraksiyon takip eder.

Kolay uygulanabilir olması, ev programı olarak verilebilmesi ve ucuz maliyet izotonik egzersizlerin bir avantajıdır(20).

#### **2.1.10.10.4.4. İzometrik Egzersizler**

Eklem hareketi olmaksızın kas kasılmasının olduğu statik egzersizlerdir. Fiziksel olarak bir iş yapılmamış olmasına karşın kas içinde bir gerilim ve kuvvet oluşumu mevcuttur. Dirence karşı yapıldığında kas kuvvetinde ve dayanıklılığında artış sağlanabilir(37). Kasın aşırı yüklenmesi durumunda kasta en fazla kuvvet artışını izometrik egzersizler sağlar(20). Kuvvet artışı aynı yönde kasılan kas grubu, kasılma süresi, maksimal/submaksimal kasılma olması ve egzersiz sıklığı ile ilişkilidir. Kuvvet artışının sağlanabilmesi için her bir kasılmanın en az 5-6 saniye sürmesi gerekmektedir.

Hareket ortaya çıkmadığı için kas kuvveti ancak kasılmanın olduğu eklem açısında artar. Tanımlanan protokollerden birisi “kısa tekrarlayıcı izometrik egzersiz programı”dır. Haftanın 5 günü dirence karşı 5-10 maksimum izometrik kasılma gerçekleştirilir. Bu şekilde haftada %5 kuvvet artışı olduğu gösterilmiştir(37).

Bu yöntemle kas gücünü artırmak için maksimum sayıda kas lifinin kasılması gerekir. Çünkü yüksek eşik değerli, erken boşalımlı motor üniteler, maksimum efor elde edilmeden deşarj olmazlar. Uygulanan direnç yeterince fazla olmalı ve bütün kas lifleri uyarılıncaya kadar devam etmelidir(20).

Direnç uygulanmaksızın yapılan izometrik egzersizler de rehabilitasyon programında yer almaktadır. Bu egzersizler sıklıkla kuadriseps, gluteal, bel, hamstring grubu kaslarda uygulanmaktadır. Amaç kas liflerinde mobilizasyonu sağlamak, spazmı ve ağrıyı azaltmaktır. Kuvvet artışına yol açmaz. Eklem immobilizasyonunda, rehabilitasyonun erken dönemlerinde kas atrofisini önlemek amacı ile uygulanır.

Dinamik egzersizle karşılaştırıldığında statik egzersizde oksijen tüketimi, kalp atım hacmi, kalp hızı artışı orta derecededir. İskelet kasının mekanik ve metabolik aktivasyonu afferent sinir lifleri aracılığıyla basınç yanıtı uyarır ve kan akımında artışa yol açar. Statik egzersiz kalpte basınç yüklenmesine yol açarken, dinamik egzersiz hacim yüklenmesine yol açar. İzometrik egzersiz sırasında kan basıncında belirgin artış olur. Bu basınç artışı periferik dirençte değişiklik olmaksızın kalp hızı artışı ile ortaya çıkar. Kardiyovasküler sorunu olanlarda dikkatli olunmalıdır(37).

#### **2.1.10.10.4.5. İzokinetik Egzersizler**

Kas kasılma hızının mekanik ve bilgisayar donanımlı bir cihazla kontrol edildiği bir tür dinamik egzersizdir. Sabit bir açısal hızda hareket ve değişken direnç sözkonusudur. Hasta iyi motive edilirse kasta hareket açıklığı boyunca maksimum gerilim elde edilir. Her açıda değişken direnç olması ile maksimal kasılma ve optimal güçlendirme sağlanır. Düşük açısal hızlarda oluşturulan kuvvet daha fazla iken, yüksek hızlarda daha düşük kuvvet oluşturulabilir(37). Eğer kas gücünü artırmak için en iyi stimulus yüksek gerilim olarak kabul edilirse, izokinetik yöntem izotonik egzersizlerden iyidir. İzometrik egzersizlerdeki gibi sadece belirli bir açıda kuvvetlendirme olmaz. Yüksek hızdaki egzersizler sonrasında yapılan kas biyopsilerinde tip II kas liflerinde hipertrofi gösterilmiştir.

İzokinetik egzersizler değişik hızlarda veya en iyi kazanç elde edilecek ortalama bir hızda yapılmalıdır. Ancak kontrasyonların yoğunluğu hızdan daha önemlidir. İzotonik egzersizler gibi herbiri en az 5-7 tekrarlı 3 set halinde yapılır.

Bu egzersizde serbest ağırlık olmadığından oldukça güvenli bir yöntemdir. Az ağrıya neden olması ve hareketin analizine imkan vermesi bir avantajdır. Sistem, ağırlık ve makinaları değiştirmeye gerek duyulmaksızın değişik hasta ve kas gruplarına uygulanabilir. Bu nedenle total egzersiz süresi kısadır.

Pahalı olması ve bazı kas gruplarına uyarlanma güçlüğü ise başlıca dezavantajlarıdır. Ayrıca kan basıncı artışı olur. Bir diğer dezavantajı, hareketin hızı sabit olduğundan ve hareket herhangi bir güçte ortaya çıkabildiğinden kişilerin daha az egzersiz yapıyor olmasıdır. Bu nedenle maksimum efor elde edilmesi için kişinin moniterize edilmesinde yarar vardır(20).

Bu üç egzersiz yönteminde farklı ölçülerde kuvvet artışı sağlanmaktadır. İzometrik egzersiz hareketin istenmediği durumlarda, izokinetik egzersiz ise hızlı gelişimin istendiği durumlarda tercih edilebilir. Kuvvetlendirme egzersizlerinde gittikçe artan yüklenme prensibi geçerlidir. Haftada 3-5 tekrarın 1-2 tekrara göre daha iyi sonuç verdiği ve belirgin kas kuvveti artışı için haftada 3 gün tekrarlanan programın 8-12 hafta sürdürülmesi gerekmektedir. Kuvvet artışı kasılma tipine özgüdür. İzometrik kuvvetlendirme sonucu sadece izometrik kuvvet artar. Uygulanan dirence göre değişmek üzere her set arasında 1-3 dakikalık dinlenme dönemleri olmalıdır(37).

#### **2.1.10.10.4.6. Eklem Hareket Açıklığının Artırılması-Germe Egzersizleri**

Eklem yüzeyindeki lezyonlar, sinoviyal efüzyon, eklem içi serbest cisimler ve eklemi örten kapsül, kas, tendon, deri gibi yumuşak dokuların kontraktürleri eklem hareket açıklığını sınırlar(20).

Kontraktür gelişmiş bir dokuda germe yardımıyla normal EHA sağlanmaya çalışılır. Yüksek şiddette yükler kollajen boyunda hızla uzama oluşturur, aynı hızla kollajen boyu eski haline döner. Düşük yüklenme ise yavaş fakat kalıcı bir uzama oluşturur. Yüksek yoğunluktaki kısa süreli kuvvetler daha çok elastin lifleri, uzun süreli statik kuvvetler ise daha çok kollajen lifleri etkiler(37). Yük devam ettirilirse konnektif doku plastik deformasyona uğrar, yük kalksa bile kollajen eski boyuna dönemez. Gerilen yapı ısıtıldığında daha az doku hasarı oluşmakta ve daha fazla uzama sağlanmaktadır. Germeye uzun süreli düşük kuvvetlerle başlanmalı ve kuvvet giderek

artırılmalıdır. Germe 15-30 saniye sürdürülerek, yavaş yavaş bırakılır(19). Sonuca ulaşmak için tedavi haftalar boyu sürdürmek gerekebilir. Germe hastanın diğer ekstremitesiyle, askı ve lastik bantlar sayesinde yapılabilir. EHA egzersizleriyle birlikte kasın kuvvetlendirilmesine de dikkat edilmelidir. Doku hasarı ve eklem subluksasyonu oluşmaması için egzersiz sırasında dikkatli olunmalıdır.

Eklem hareketini engelleyen kemik doku varsa, yeni kırıkta, çevre dokuda akut inflamasyon, eklem hareketi ve kas uzatma ile belirgin ağrı, cilt ve damar patolojisi, yeni doku travması ve akut hemoraji, kontraktür eklem ve doku stabilitesini sağlıyorsa germe yapılmamalıdır(37).

### 2.1.10.11. Elektrik Stimülasyonu

Tedavi amaçlı elektriğin önerildiği birinci çalışma, 1744'de Krueger tarafından yapılmış, Matteucci ilk defa injürlü biyolojik dokularda elektrik akımının oluşabileceğini söylemiştir. 1900 yıllarında Faraday alternatif akım olarak tanımlanmıştır. ES ile ilgili en anlamlı veriler kas fonksiyon gelişimi ile ortaya konulmuştur(1950)(66). Ağrı için kullanımı 1960'larda Melzak ve Wall'dan sonra yaygınlaşmıştır(52).

Elektrodiagnoz, duyarlı dokuların elektriksel stimülöslere cevaplarını inceler. Elektroterapi ise; elektrik akımının tedavi amacıyla kullanılmasını kapsar(2). Elektroterapide akımın frekansına göre bir sınıflandırmanın akım şiddetine göre yapılandan daha anlamlı olduğu düşünülmektedir(90).

**Tablo III. Akımın Frekanslarına Göre Sınıflandırılması**

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

İnsan organizması çeşitli aktif ve pasif elektriksel olayların meydana geldiği bir ortamdır. Dışarıdan tedavi amacıyla verilen çeşitli nitelikteki elektriksel uyarılar organizmada farklı etkilere neden olmaktadır. Hücre membranının içi ve dışı arası iyon konsantrasyon farkıyla, membranın seçici geçirgen özelliği sonucu bir difüzyon olayı meydana gelmektedir.

Sinir ve kas liflerinin polarizasyonu sinir hücresi ve düz kaslara göre oldukça stabildir. Uyarılabilmesi için özel stimuluslar gereklidir. Sinir ve kas lifi uyarılması ile bir aksiyon potansiyeli oluşur. Bunun oluşmasında “ya hep ya hiç” kuralı geçerlidir. Biyoelektriksel uyarı sinir lifinin her noktasında yeniden oluşur ve kaybolur. Bu bilgi iletiminde, uyarıların sinir ya da kaslar boyunca yayılması, bir uyarının zamansal ve yöresel olarak ikinci bir uyarı tarafından izlenmesi ile oluşur(2).

Elektroterapide kullanılan bazı akımlar ve etkileri şunlardır:

1. Doğru akım dokuda iyon hareketi ile kimyasal değişikliklere yol açar. Doku içine iyon transferi veya iyileşmeyi hızlandırmak için kullanılır.

2. Kesikli galvanik akım veya alçak frekanslı alternatif akımlar, sinir ve kas liflerini uyarabilir, kas kontraksiyonu veya ağrının giderilmesi amacıyla kullanılır.

3. Çok hızlı ossilasyonlarla seyreden yüksek frekanslı akımlar ise, hücre membranlarında potansiyel değişikliği oluşturmazlar, kimyasal ve uyarıcı etkileri yoktur. Ancak içinden geçtikleri dokunun rezistansı ile orantılı olarak ısı meydana getirirler.

#### **2.1.10.11.1. Doğru Akım (Galvanik Akım)**

Aynı yönde ve aynı şiddette akan, frekansı sıfır olan elektrik akımlarıdır. Galvani akım, tedavi edilecek bölgeye uygun yüzey elektrodları ile uygulanır. Hem normal kası hem de denerve kası uyarma özelliğine sahiptir. Galvani akımı kullanarak organizmaya çeşitli iyonların epidermis veya mukoza aracılığıyla verilmesi olayına “İyontoforez” adı verilir. Çeşitli maddelerin doku içine transferi için tedavide kullanılmaktadır(topikal ve transdermal). Diyabetik polinöropatilerde ve kozaljilerde su içi uygulaması şeklinde yapılır. Cerrahi galvanizm olarak, küçük cilt lezyonların giderilmesinde kullanılmaktadır(90).

#### **2.1.10.11.2. Alçak Frekanslı Akımlar**

Frekansları 1-1000 Hz arasında değişen, sürekli yön değiştiren akımlardır. Analjezi oluşturmak, normal ya da denerve kasta kontraksiyon sağlamak en önemli etkileridir. Temelde hepsi reseptör veya sinir ve kas lifi düzeyinde uyarı oluştururlar. Bu nedenle aynı akım türünün farklı şekil ve frekanslarda kullanımı farklı uyarılar oluşturacağından aynı akım hem stimülasyon hem de analjezi için kullanılabilir. Ağrıya etki mekanizması Melzack ve Wall tarafından geliştirilen kapı-kontrol teorisine göre açıklanır. Ağrı duyusunu iletmeyen A-alfa ve beta liflerinin uyarılması ile medulla



spinalis seviyesinde substansiya jelatinozada fasilitasyon oluşur ve presinaptik bölgede ağrı duyusunu ileten A-delta ve C lifleri inhibe edilir.

Sinir iletimi olmayan kaslar(denerve), ancak uygun elektrik akımı kullanılarak uyarılabilirler. Normal kaslar 10 msn'den az olan akımlarla uyarılırken, denerve kaslar için 10 msn'den uzun süreli akıma ihtiyaç vardır. ES denerve kasta kontraksiyon sağlayarak atrofiyi önlemek düşüncesiyle kullanılmaktadır(90).

#### **2.1.10.11.3. Faradik Akım**

Yüksek voltajlı bir indüksiyon akımıdır. Frekansı 50-100Hz arasındadır, birbirine eşit olmayan iki fazdan oluşur. Uyarıcı niteliktedir, motor ve duyuşal sinirler üzerinde etkilidir. Kısa süreli olduğundan denerve kası uyaramaz. Uzun süre çalışmayan ancak motor sinir bağlantısı normal olan kasların atrofisini düzeltmek için kullanılır. Kas kontraksiyonları venöz ve lenf dolaşımını kolaylaştırdığından travmatik veya venöz yetmezliğe bağlı ödem tedavisinde de kullanılmaktadır(90).

#### **2.1.10.11.4. Elektrik Stimülasyonunun Fizyolojik Etkileri**

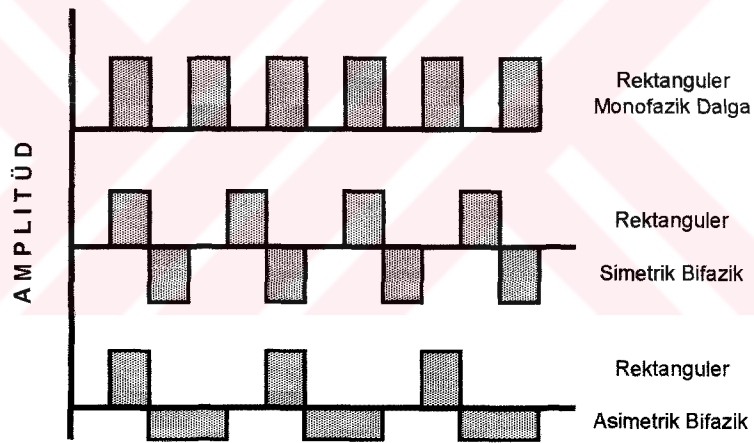
Bir motor ünitede kontraksiyonda görevli  $\alpha$ -motor nöron, akson, myonöral bölge ve kas fibrilleri vardır. Nöronlar fonksiyonlarına göre farklı boyutlarda yer alır. Kas fibrilleri fonksiyon, metabolik, histokimyasal, kişisel özelliklere göre farklı katagorilere ayrılırlar. Tüm bu farklılıklara rağmen tek bir kontraksiyon karakteristiği mevcuttur(20). Tip I fibril yapısı, düşük güç kapasiteli, yavaş çalışan, birdenbire cevap oluşturan ve yorgunluğa dirençli özellik gösterir. Bu liflerde yüksek oksidatif metabolizma kapasitesi mevcuttur. Tip II fibril yapısı hızlı, birden bire cevap oluşturan, yüksek glikolitik metabolizma kapasitesine sahip fibril yapısıdır(10).

Stimülasyonun 2-4. günleri arasında, ilk değişimler sarkoplazmik retikulumda(SR) olur. SR'daki kalsiyum bağlayıcı protein ve spesifik membran proteinlerindeki artış, SR'daki tip I fibrilleri ve membran fosfolipit matriksinin tekrar düzenlenmesi ile bağlantılıdır. Devamlı düşük frekanslı stimülasyon, myozin kontraktıl proteinlerindeki tip I fibrillerinde büyük değişime sebep olur. Başlangıçtan 3 hafta sonra tip II'den tip I'e değişim olur. Bu değişim 8 haftada tamamlanır. Sürekli düşük frekanslı ES, glukozun oksidasyon ve fosforilasyonundan sorumlu enzimlerin artımı ile devam eder. ES 21. gününden sonra(50 Hz alterne akımla) normal kasta total kapiller doku volümünde anlamlı yükselme olur. Bu değişimle kapiller dolaşım sağlanmaya çalışılır(66).

Tedavi edici elektrik akımlarında üç tip dalga vardır. Direkt akımda, zaman içinde dalga karakteristiğinde değişim olmaz. Alternatif akımda, kesintiye uğramayan iki direkt akım şeklinde olup, simetrik veya asimetrik olabilir. Bu akım dalgaları monofazik veya bifazik, bifazik dalgalar ise simetrik ve asimetrik olarak ayrılırlar. Patlama tarzında akımlarda spesifik frekanslar ve interval zamanlarının spesifik üst sınırı verilebilir(66).

En çok kullanılan alternatif akımlar asimetrik bifazik, simetrik bifazik, ani yükselip inen monofazik pulse akımlardır(Şekil.III).

Kas kontraksiyon gücüyle amplitüd arası ilişki doğrusaldır. Stimülasyon süresi 200 mikrosaniyenin üzerinde iken en yüksek kas kontraksiyonu elde edilir. Bu süre 60 mikrosaniyenin üzerinde ise şiddetli ağrı oluşur. 60-100 Hz arasındaki stimülasyon frekansı, çok fazla kas kontraksiyonu elde etmek için gereklidir. Stimülasyon frekansının artışı kasta yorgunluk oluştururken, 20 Hz'lik stimülasyonda yorgunluk azalır, kuvvet üretiminde %35'lik düşüş elde edilir(66).



Şekil III. En Çok Kullanılan Alternatif Akım Türleri

#### 2.1.10.11.5. Kas Güçlendirme İçin Tedavi Amaçlı Elektrik Stimülasyon

##### (Normal Kasa Stimülasyon)

Kuadrisepte izometrik istemli kontraksiyon ile ES etkinliği birçok çalışmada karşılaştırıldığında, her iki grupta da gözlenen izometrik kas gücünde artıştır. Her iki grup arasında kas gücüne etki yönünden bir fark bulunamamış, kombine yapıldığında tek başına yapıldığına göre bir artış gösterilmemiştir(66).

İstemli egzersiz programında ilk önce tip I fibriller aktive olur, bunu tip II fibrillerin artışı izler. ES programında ise önce gelişen tip II fibriller aktivasyonu, tip I

aktivasyonu ile devam eder. Daha büyük güç elde edilmesi tip II fibril aktivasyonu ile ilgilidir. Yapılan çalışmalarda, egzersiz grubunda kalp hızında yükselme tespit edilirken, ES ile kardiyovasküler değişim olmaksızın benzer güçlenme saptanmıştır(66).

ES'nun kas gücünü artırması dışında fonksiyonel performansı da geliştirdiği gösterilmiştir. Diğer bir faydası da uzamış immobilizasyona bağlı musküler atrofiyi önlemesidir. Myopatik kasa düşük frekanslı stimülasyon uygulandığında, fonksiyon gelişimi, kas fibrillerinde dejenerasyon gecikmesi ve oksidatif enzim miktarında artma gözlenmiştir(66).

ES uygulama sonrası bırakılıp devam ettirilmemişse kuvvet kazancında hızlı bir kayıp olur(66).

#### **2.1.10.11.6. Elektrik Stimülasyonun Uygulama Alanları**

Nörolojik izlemlerde, hasta fiziksel aktivitesinin azalmasından dolayı zaman içerisinde birçok komplikasyona maruz kalır. Özellikle kardiyovasküler hastalıklar, osteoporoz, bası ülserleri, tromboembolik olayları önlemede ES teknikleri kullanılmaktadır.

**2.1.10.11.6.1. Osteoporoz** Wolf kanununun temelinde, belli iskelet bölgelerine ES uygulaması ile kemik kitlesinde potansiyel gelişim, biyomekanikte artma, immobilizasyonda azalma belirtilmiştir.

**2.1.10.11.6.2. Derin ven trombozu:** Serebrovasküler olay izlemlerinde, %23-75 oranında DVT, 1.hafta içinde %10 pulmoner emboli görülme riski tespit edilmiştir. Yapılan bir çalışmada, düşük doz heparinle kombine ES ve tek başına ES karşılaştırılmış. Kombine uygulamada DVT riski daha çok azalmış. Bunun nedeninin ES'nun fibrinolitik aktiviteyi artırması olabileceği söylenmiştir.

Plejik hastalarda ES uygulanması sonrasında güven duygusunun arttığı, depresyonun azaldığı gözlenmiştir(66).

### 3. HASTALAR VE YÖNTEM

Bu çalışmaya Haziran 2002–Nisan 2003 tarihleri arasında Ondokuz Mayıs Üniversitesi Tıp Fakültesi Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon Anabilim Dalı Polikliniğine diz ağrısı şikayetiyle başvuran, klinik ve radyolojik olarak bilateral OA tanısı konulan 50 hasta alındı.

Çalışmaya başlamadan önce hastaların öyküleri alındı, sistemik muayeneleri yapıldı. Her hastadan hemogram, rutin biyokimyasal tetkikler, eritrosit sedimentasyon hızı, romatoid faktör, C-reaktif protein istendi. Mukayeseli ön-arka ve yan diz grafileri çekildi. Diz OA'ı tanısı American College of Rheumatology (ACR) kriterlerine göre konuldu(31).

ACR Klasifikasyon Kriterleri:

Klinik

1. Son ay içinde pek çok gün diz ağrısı olması
  2. Eklem hareketi ile krepitasyon olması
  3. Sabah tutukluğunun 30 dakika ve altında olması
  4. 38 yaş ve üstünde olmak
  5. Muayenede eklemden büyüme gözlenmesi
- (1, 2, 3, 4 veya 1, 2, 5 veya 1, 5 sensitivite %89, Spesifite %88)

Klinik, laboratuvar ve radyolojik

1. Önceki ayın pek çok gününde diz ağrısı olması
  2. Radyolojik olarak osteofitlerin görülmesi
  3. OA için tipik sinoviyal sıvı bulguları
  4. Yaşın 40'ın üzerinde olması
  5. Sabah tutukluğunun 30 dakikanın altında olması
  6. Aktif eklem hareketi ile krepitasyon alınması
- (1, 2 veya 1, 3, 5, 6 veya 1, 4, 5, 6 sensitivite %94 spesifite %88)

Radyolojik evrelemede Kellgren-Lawrence sınıflaması kullanıldı(31)

0. Normal
1. Eklem mesafesinde şüpheli darlık, şüpheli osteofit
2. Belirgin osteofit ve eklem mesafesinde daralma
3. Multipl osteofitler, eklem mesafesinde belirgin daralma ve skleroz artışı

4. Büyük osteofitler, eklem mesafesinde ileri daralma, sklerozda belirgin artış, deformite

### **3.1. Çalışmada hariç tutma kriterleri**

1. Alt ekstremitayı etkileyen nöromusküler ve dermatolojik bir problemin olması( polinöropati )
2. İnflamatuvar artrit( Romatoid Artrit, psöriatik artrit ) veya dizde kontraktür hikayesinin olması
3. Son günlerde kuadriseps kas gücü artışına sebep olacak egzersiz programı alanlar
4. İmplant kardiyak pacemaker veya defibrilatör taşıyanlar
5. Alt ekstremita kas kısalığı ve herhangi bir postural problemin olması
6. Egzersize engel teşkil edecek bir hastalığının olması( Diabetes mellitus, myokard infarktüsü, konjestif kalp yetmezliği, stroke hikayesi, ciddi kronik obstrüktif akciğer hastalığı ve anemisinin olması)
7. Desteksiz yürüyemeyecek olanlar
8. Son 6 ayda travma geçirenler
9. Diz eklem hareket açıklığında kısıtlılığı olan hastalar

Hastalar rastgele yöntemle , BF egzersiz grubu ve ES grubu olarak iki gruba ayrıldılar.

### **3.2. Biofeedback egzersiz tedavisi:**

Hasta gövde açısı 80° olacak şekilde oturtulup, diz 25–30° fleksiyona getirildi. BF cihazı (Enraf Myomed–432) ile bağlantılı iki yüzeysel elektrod hastanın rektus femoris kasına yerleştirildi. Hastaya ayağını dorsofleksiyona getirerek dizinin altına yerleştirilen rulo şeklindeki yastığa dizini her 10 saniyede bir güçlü bir şekilde bastırması ve 10 saniye bu şekilde kasılı tutması anlatıldı. Sonrasında 50 saniyelik dinlenme süresi verildi. Her kontraksiyonda algıladığı görsel ve işitsel değerleri gittikçe artırması istendi.

### **3.3. Elektrik stimülasyon tedavisi:**

Hastanın gövde açısı 90°, diz fleksiyon açısı 60° olacak şekilde oturtulup ES tedavisi uygulandı. Hastanın ayak bileği kuadriseps izotonik kontraksiyonları engellemek için 5 kg'lık yükte tespit edildi.

Endomed–CV 405 ES aleti ile bağlantılı şekilde 4 yüzeysel elektrodun ikisi rektus femoris ve vastus medialis kasına, ikisi de vastus lateralis kasının motor noktasına yerleştirildi. Asimetrik bifazik dalga, frekansı 50 Hz ve faz süresi 200 mikrosaniye( $\mu$ sn) olarak uygulandı. Akımın şiddeti gözle görülebilir kas kontraksiyonu tespit edilen değer olarak belirtildi(70-120 miliamper, ort=80 miliamper). Stimülasyon 10 saniye kontraksiyon 10 saniye dinlenme periyotları halinde uygulandı.

Bu iki tedavi protokolü hastanın her iki dizine, haftanın 5 günü, her seans 20 dakika olacak şekilde toplam 4 hafta uygulandı.

Her iki gruptaki hastalara, lüzumu halinde analjezik olarak yalnızca parasetamol kullanmaları, başka herhangi bir analjezik antiinflamatuvar ilaç kullanmamaları söylendi.

Hastalar tedavi öncesi ve sonrasında aşağıdaki parametrelere göre değerlendirildiler.

### **3.4. AĞRI**

Vizüel Analog Skala(VAS) (26,71)

Hastalara 10 cm'lik bir hat üzerinde rakamların her birinin ne anlama geldiği anlatılarak, ağrının şiddetini işaretlemeleri istendi.

Hareketle ağrı; hastaların aktivite esnasındaki ağrıları sorgulanarak kaydedildi.

İstirahat ağrısı; hastaların dinlenme esnasındaki ağrıları sorgulanarak kaydedildi.

Gece ağrısı; gece ağrısı sorgulanarak kaydedildi.

0=ağrı yok, 5=orta şiddette ağrı, 10=şiddetli ağrı

The Western Ontario and Mc Master Universities Index( WOMAC )Ağrı Bölümü(26,71)

Hastanın son 48 saat içinde; düzgün bir zeminde yürürken, merdiven inip çıkarken, gece yatağın içinde, otururken veya yatarken, ayakta dururken dizindeki ağrıyı değerlendirmesi istendi.

Değerlendirme; 0=yok, 1=hafif, 2=orta, 3=şiddetli, 4=aşırı

0-20 arasında olan değerlendirmede, yüksek değerler fazla ağrıyı göstermektedir.

### **3.5. DİSABİLİTE**

WOMAC GYA ( Günlük Yaşam Aktiviteleri ) Bölümü (14,26,71)

Hastalara son 48 saat içinde, merdiven inerken, merdiven çıkarken, sandalyeden kalkarken, ayakta dururken, yere eğilirken, düzgün zeminde yürürken, arabaya inip

binerken, alışverişe giderken, çorap giyerken, yataktan kalkarken, çorap çıkarırken, yatakta yatarırken, banyoya girip çıkarken, otururken, tuvalete girip çıkarken, ağır ev işleri yaparken, hafif ev işleri yaparken ne kadar zorluk çektikleri soruldu.

Değerlendirme; 0=yok, 1=hafif, 2=orta, 3=şiddetli, 4=aşırı

0-68 arasında olan değerlendirmede, yüksek değerler daha fazla disabilitiyi göstermektedir.

### **3.6. EKLEM SERTLİĞİ( EKS )**

WOMAC Eklem sertliği Bölümü(14)

Hastalara sabah kalktıklarında ve günün daha sonraki saatlerinde otururken, uzanırken veya istirahatte eklemlerindeki sertliğin şiddeti soruldu.

Değerlendirme; 0=yok, 1=hafif, 2=orta, 3=şiddetli, 4=aşırı

Toplam değerler elde edildi. Yüksek değerler artmış eklem sertliğini göstermektedir.

### **3.7. VÜCUT KİTLE İNDEKSİ( VKİ )**

Ağırlık/boy<sup>2</sup> formülü ile hesaplandı.

20-25: normal, 26-29: artmış ağırlık, 30 ve üzeri obes olarak değerlendirildi.

### **3.8. KAS GÜCÜ DEĞERLENDİRMESİ**

Hasta oturur pozisyonda iken dizlerini 180° ekstansiyona getirebilecekleri en yüksek ağırlıklar uygulandı. İlk önce kilogram( kg ) olarak bir kez kaldırabileceği en yüksek ağırlık değeri( maks-1 ), sonra peşpeşe on kez kaldırabileceği en yüksek ağırlık değerleri( maks-10 ) kaydedildi(kg)(20,22,77).

Kuadriseps kasındaki gelişebilecek hipertrofiyi değerlendirmek için uyluk çevresi ölçümü; patellanın orta noktasından itibaren 15 santimetre( cm ) üstü işaretlenerek ölçüldü(38).

Hastaların 50 metre yürüme zamanı ve 10 basamaklı merdiveni çıkıp-inme süresi saniye olarak kaydedildi(38).

### **3.9. İSTATİSTİKSEL YÖNTEMLER**

Grup içi tedavi öncesi ve sonrası karşılaştırmada Wilcoxon Signed Ranks Testi (Wilcoxon Eşleştirilmiş İki Örnek Testi), grupların karşılaştırılmasında Mann-Whitney U Testi, korelasyon analizlerinde Spearman analizi kullanıldı. P değeri 0.05 ve üzeri ise anlamsız, 0.05'in altı anlamlı, 0.001'in altı çok anlamlı kabul edildi(40, 86).

## 4. BULGULAR

Çalışmaya hepsi kadın olmak üzere 50 hasta alındı. BF egzersiz grubunda( Grup I ) 25 hasta, ES grubunda( Grup II ) 25 hasta vardı. BF egzersiz grubundaki hastaların yaş ortalaması  $54.68 \pm 1.77$  yıl, ES grubunda ise  $54.76 \pm 2$  yıl idi. Hastaların VKİ'lerine bakıldığında, izometrik egzersiz grubunun VKİ  $32.77 \pm 0.89$   $\text{kg/m}^2$ , ES grubunun VKİ ise  $32.69 \pm 0.7$   $\text{kg/m}^2$  olarak hesaplandı. Tedavi öncesi( TÖ ) VKİ'leri açısından her iki grup arasında istatistiksel olarak fark yoktu.

**Tablo IV.** Hastaların Sosyodemografik Özelliklerine Göre Dağılımı

		GRUP I		GRUP II		TOPLAM	
Yaş (yıl)	Ort±SS	$54,68 \pm 1,77$		$54,76 \pm 2$			
VKI ( $\text{kg/m}^2$ )	Ort±SS	$32,77 \pm 0,89$		$32,69 \pm 0,7$			
Meslek							
Ev hanımı	Sayı %	19	76	22	88	41	82
Emekli	Sayı %	4	16	3	12	7	14
Diğer	Sayı %	2	8	0	0	2	4
Eğitim							
Okur-yazar	Sayı %	3	12	4	16	7	14
İlköğretim	Sayı %	14	56	17	68	31	62
Ortaöğretim	Sayı %	3	12	1	4	4	8
Yükseköğretim	Sayı %	5	20	3	12	8	16

Hastaların eğitim düzeyi sorgulandığında BF izometrik egzersiz grubunda 3 hasta okuryazar, 14 hasta ilköğretim, 3 hasta orta öğretim, 5 hasta yüksek eğitim almıştı. Elektriksel stimülasyon grubunda ise 4 hasta okuryazar, 17 hasta ilköğretim, 1 hasta ortaöğretim, 3 hasta yüksek eğitim almıştı.

Çalışmaya katılan hastaların sadece 2 tanesi aktif olarak çalışıyordu(1 diş hekimi, 1 hemşire). Geri kalan 48 hasta aktif olarak çalışmıyordu( 41 ev hanımı, 7 emekli ). Tablo IV'de hastaların sosyodemografik özellikleri görülmektedir.

Tablo V'de çalışmaya alınan hastaların Kellgren-Lawrence evrelemesine göre radyografik dağılımı görülmektedir. BF egzersiz grubunda 6 hasta(%24) evre I, 11 hasta(%44) evre II, 8 hasta(%32) evre III idi. ES grubunda aynı şekilde 6 hasta(%24) evre I, 11 hasta(%44) evre II, 8 hasta(%32) evre III idi.



**Tablo V.** Hastaların Kellgren-Lawrence Evrelemesine Göre Dağılımı

	GRUP I		GRUP II	
	Sayı	%	Sayı	%
Grade I	6	24	6	24
Grade II	11	44	11	44
Grade III	8	32	8	32

Tedavi öncesi BF egzersiz grubunda VAS hareketle ağrı ortalaması  $5.8 \pm 0.34$ , VAS istirahatle ağrı skoru  $3.44 \pm 0.45$ , VAS gece ağrısı skoru  $4.2 \pm 0.61$  iken, ES grubunda VAS hareketle ağrı  $5 \pm 0.35$ , VAS istirahatle ağrı skoru  $3.04 \pm 0.4$ , VAS gece ağrısı skoru  $3.4 \pm 0.56$  idi. TÖ her iki grubun VAS ağrı skorları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark yoktu(  $p > 0.05$  ). TÖ BF egzersiz grubunda WOMAC ağrı ortalaması  $7.2 \pm 0.66$ , WOMAC GYA skoru  $27.68 \pm 1.88$ , WOMAC EKS skoru  $2.92 \pm 0.37$  iken, ES grubunda WOMAC ağrı ortalaması  $6.6 \pm 0.63$ , WOMAC GYA skoru  $23.48 \pm 2.23$ , WOMAC EKS skoru  $2.4 \pm 0.35$  idi. WOMAC ağrı skorları, WOMAC GYA skorları, WOMAC EKS skorları değerlendirildiğinde her iki grup arasında istatistiksel olarak anlamlı fark yoktu(  $p > 0.05$  ).

Her iki grubun TÖ klinik verileri tablo VI'da görülmektedir.

**Tablo VI.** Her İki Grubun TÖ Ağrı, GYA, EKS Değerleri

Tedavi öncesi	GRUP I	GRUP II	p
	Ort $\pm$ SS	Ort $\pm$ SS	
VAS hareketle ağrı	$5,80 \pm 0,34$	$5,00 \pm 0,35$	$p > 0.05$
VAS istirahatte ağrı	$3,44 \pm 0,45$	$3,04 \pm 0,40$	$p > 0.05$
VAS gece ağrısı	$4,20 \pm 0,61$	$3,40 \pm 0,56$	$p > 0.05$
WOMAC ağrı	$7,20 \pm 0,66$	$6,60 \pm 0,63$	$p > 0.05$
WOMAC GYA	$27,68 \pm 1,88$	$23,48 \pm 2,23$	$p > 0.05$
WOMAC EKS	$2,92 \pm 0,37$	$2,40 \pm 0,35$	$p > 0.05$

BF egzersiz grubunda tedavi sonrası( TS ) VAS hareketle ağrı değeri  $2.08 \pm 0.38$ , istirahatle ağrı değeri  $1.04 \pm 0.27$ , gece ağrısı değeri  $1.36 \pm 0.34$ , WOMAC ağrı değeri  $3.04 \pm 0.48$  olarak gözlendi. TS ağrı değerlerindeki iyileşme istatistiksel olarak çok anlamlıydı(  $p < 0.001$  ).

TS GYA skoru  $10.4 \pm 1.39$ , EKS ise  $1.16 \pm 0.24$  olarak gözlendi, TS iyileşme istatistiksel olarak çok anlamlı bulundu(  $p < 0.001$  ).

BF egzersiz grubundaki hastaların TÖ ve TS klinik değerleri tablo VII'de görülmektedir.

**Tablo VII. BF Egzersiz Grubunun TÖ Ve TS Ağrı, GYA, EKS Değerleri**

	TÖ	TS	p
	Ort ± SS	Ort ± SS	
VAS hareketle ağrı	5,80 ± 0,34	2,08 ± 0,38	p<0.001
VAS istirahatle ağrı	3,44 ± 0,45	1,04 ± 0,27	p<0.001
VAS gece ağrısı	4,20 ± 0,61	1,36 ± 0,34	p<0.001
WOMAC ağrı	7,20 ± 0,66	3,04 ± 0,48	p<0.001
WOMAC GYA	27,68 ± 1,88	10,40 ± 1,39	p<0.001
WOMAC EKS	2,92 ± 0,37	1,16 ± 0,24	p<0.001

ES grubunda TS VAS hareketle ağrı değeri 1.8±0.35, VAS istirahatle ağrı değeri 0.6±0.18, VAS gece ağrısı değeri 1.08±0.43, WOMAC ağrı değeri 2.44±0.51, olarak bulundu. TS ağrı skorlarındaki iyileşme istatistiksel olarak çok anlamlıydı( p<0.001 ).

ES grubunda TS WOMAC GYA skoru 8.72±1.68, EKS skoru 0.88±0.2 oldu ve düzelme istatistiksel olarak çok anlamlıydı( p<0.001 ).

ES grubunun tedavi öncesi ve sonrası değerleri tablo VIII'de görülmektedir

**Tablo VIII. ES Grubunun TÖ Ve TS Ağrı, GYA, EKS Değerleri**

	TÖ	TS	p
	Ort ± SS	Ort ± SS	
VAS hareketle ağrı	5,00 ± 0,35	1,80 ± 0,35	p<0.001
VAS istirahatle ağrı	3,04 ± 0,40	0,60 ± 0,10	p<0.001
VAS gece ağrısı	3,40 ± 0,56	1,08 ± 0,43	p<0.001
WOMAC ağrı	6,60 ± 0,63	2,44 ± 0,51	p<0.001
WOMAC GYA	23,48 ± 2,23	8,72 ± 1,68	p<0.001
WOMAC EKS	2,40 ± 0,35	0,88 ± 0,20	p<0.001

Her iki grubun TS ağrı değerleri karşılaştırıldığında, VAS hareketle ağrı, istirahatle ağrı ve gece ağrısı, WOMAC ağrı skorlarında gruplar arasında fark saptanmadı( p>0.05 ). GYA ve EKS skorlarında tedavi sonrasında anlamlı fark bulunmadı( p>0.05 ).

Her iki grubun TS değerleri tablo IX'da görülmektedir.

**Tablo IX.** Her İki Grubun TS Ağrı, GYA, EKS Değerleri

Tedavi sonrası	GRUP I	GRUP II	p
	Ort ± SS	Ort ± SS	
VAS hareketle ağrı	2,08 ± 0,38	1,80 ± 0,35	p>0.05
VAS istirahatte ağrı	1,04 ± 0,27	0,60 ± 0,10	p>0.05
VAS gece ağrısı	1,36 ± 0,34	1,08 ± 0,43	p>0.05
WOMAC ağrı	3,04 ± 0,48	2,44 ± 0,51	p>0.05
WOMAC GYA	10,40 ± 1,39	8,72 ± 1,68	p>0.05
WOMAC EKS	1,16 ± 0,24	0,88 ± 0,20	p>0.05

Tablo X'da BF egzersiz grubundaki hastaların 50 metre yürüme ve 10 basamaklı merdiveni çıkıp-inme süresi değerlendirildi. Bu grupta TÖ yürüme zamanı ortalama değeri 55.04±1.63 sn iken, TS 48.08±1.1 sn oldu, aradaki fark istatistiksel olarak çok anlamlı idi( p<0.001 ). 10 basamaklı merdiveni çıkıp-inme zamanı ortalama değeri TÖ 23.72±1.27 sn iken, TS 17.88±0.84 sn oldu, aradaki fark istatistiksel olarak çok anlamlıydı( p<0.001 ).

BF egzersiz grubunda uyluk çevresi ölçümleri TÖ sağ diz için ortalama 54.12±1.07 cm, TS 54.20±1.09 cm ölçüldü. Sol diz için TÖ ortalama 53.72±0.3 cm, TS 53.80±1.02 cm olarak ölçüldü. Her iki diz için de TÖ ve TS değerler arasında istatistiksel olarak anlamlı artış tespit edilmedi( p>0.05).

**Tablo X.** BF Egzersiz Grubunun TÖ Ve TS Fonksiyonel Performans Ve Uyluk Ölçüm Değerleri

	TÖ	TS	p
	Ort ± SS	Ort ± SS	
50 m yürüme zamanı (sn)	55,04 ± 0,40	48,10 ± 1,10	p<0.001
10 basamak merdiven çıkıp-inme zamanı(sn)	23,72 ± 1,27	17,90 ± 0,84	p<0.001
Sağ diz uyluk çevresi(cm)	54,12 ± 1,07	54,20 ± 1,09	p>0.05
Sol diz uyluk çevresi(cm)	53,72 ± 1,03	53,80 ± 1,02	p>0.05

Tablo XI.'de ES grubundaki hastaların 50 metre yürüme ve 10 basamaklı merdiveni çıkıp-inme süreleri görülmektedir. Bu grupta TÖ yürüme zamanı ortalama değeri 57.76±2.89 sn iken, TS 49.92±2.69 sn oldu. Aradaki fark istatistiksel olarak çok anlamlıydı( p<0.001 ). On basamaklı merdiveni çıkıp-inme zamanı ortalama değeri TÖ 23.64±1.53 sn iken, TS 19.08±1.5 sn oldu, aradaki fark istatistiksel olarak çok anlamlıydı( p<0.001 ).

ES grubunda; TÖ sağ diz için uyluk çevresi ölçüm ortalaması 51.14±0.86 cm, TS 51.90±0.87 cm olarak ölçüldü. Sol diz için TÖ ortalama 53.72±1.03 cm, TS

54.14±1.02 cm olarak kaydedildi. Her iki diz için de TÖ ve TS değerler arasındaki fark, istatistiksel olarak çok anlamlı bulundu(  $p<0.001$  ).

**Tablo XI. ES Grubunun TÖ Ve TS Fonksiyonel Performans VE Uyluk Çevre Ölçüm Değerleri**

	TÖ	TS	p
	Ort ± SS	Ort ± SS	
50 m yürüme zamanı (sn)	57,76 ± 2,89	49,92 ± 2,69	$p<0.001$
10 basamak merdiven çıkıp-inme zamanı (sn)	23,64 ± 1,53	19,08 ± 1,50	$p<0.001$
Sağ diz uyluk çevresi(cm)	51,14 ± 0,87	51,90 ± 0,87	$p<0.001$
Sol diz uyluk çevresi(cm)	53,72 ± 1,03	54,14 ± 1,02	$p<0.05$

BF egzersiz grubunda, TÖ Maks-1 değeri sağ diz için 8.9±0.65 kg, sol diz için 8.5±0.53 kg bulundu. TÖ Maks-10 değeri sağ diz için 5.96±0.53 kg, sol diz için 5.64±0.42 kg tespit edildi. ES grubunda TÖ Maks-1 değeri sağ diz için 9.30±0.71 kg, sol diz için 9.06±0.76 kg bulundu. TÖ Maks-10 değeri sağ diz için 6.18±0.58 kg, sol diz için 5.98±0.68 kg tespit edildi. Her iki grup karşılaştırıldığında sağ ve sol dizler için Maks-1 ve Maks-10 değerlerinde TÖ istatistiksel olarak anlamlı fark gözlenmedi ( $p>0.05$ ).

Tablo XII'de her iki gruptaki tedavi öncesi Maks-1 ve Maks-10 değerleri görülmektedir.

**Tablo XII. Her İki Grubun TÖ Kas Gücü Ölçüm Değerleri**

Tedavi öncesi	GRUP I	GRUP II	p
	Ort ± SS	Ort ± SS	
Maks-1 sağ diz (kg)	8,90 ± 0,65	9.30±0.71	$p>0.05$
Maks-1 sol diz(kg)	8,580 ± 0,53	9.06±0.76	$p>0.05$
Maks-10 sağ diz(kg)	5,96 ± 0,53	6.18±0.58	$p>0.05$
Maks-10 sol diz(kg)	5,64 ± 0,42	5.98±0.68	$p>0.05$

BF egzersiz grubunda TS Maks-1 değeri sağ diz için 11.92±0.65 kg, sol diz için 12.28±0.58 kg ölçüldü. TS Maks-10 değeri sağ diz için 8.66±0.55 kg, sol diz için 9.06±0.47 kg bulundu. TS Maks-1 ve Maks-10 değerlerindeki artış istatistiksel olarak çok anlamlıydı(  $p<0.001$  )

Tablo XIII'de BF egzersiz grubu için tedavi öncesi ve sonrası, Maks-1 , Maks-10 değerleri görülmektedir.

**Tablo XIII. BF Egzersiz Grubunda TÖ Ve TS Kas Gücü Değerleri**

	TÖ	TS	p
	Ort ± SS	Ort ± SS	
Maks-1 sağ diz (kg)	8,90 ± 0,65	11,92 ± 0,65	p<0.001
Maks-1 sol diz(kg)	8,580 ± 0,53	12,28 ± 0,58	p<0.001
Maks-10 sağ diz(kg)	5,96 ± 0,53	8,66 ± 0,55	p<0.001
Maks-10 sol diz(kg)	5,64 ± 0,42	9,06 ± 0,47	p<0.001

ES grubunda TS sağ diz için Maks-1 değeri 12.6±0.88 kg, sol diz için 12.33±0.84 kg ölçüldü. TS sağ diz için Maks-10 değeri 9.18±0.78 kg, sol diz için 8.94±0.8 kg bulundu. TÖ göre kas gücündeki artış istatistiksel olarak çok anlamlıydı ( p<0.001 ).

Her iki grup karşılaştırıldığında sağ ve sol dizler için, Maks-1 ve Maks-10 değerlerinde, TS istatistiksel olarak anlamlı bir fark gözlenmedi( p>0.05).

Tablo XIV’de ES grubundaki TÖ ve TS, Maks-1 ve Maks-10 değerleri görülmektedir.

**Tablo XIV. ES Grubunda TÖ Ve TS Kas Gücü Değerleri**

	TÖ	TS	p
	Ort ± SS	Ort ± SS	
Maks-1 sağ diz (kg)	9,30 ± 0,71	12,60 ± 0,88	p<0.001
Maks-1 sol diz(kg)	9,06 ± 0,76	12,33 ± 0,84	p<0.001
Maks-10 sağ diz(kg)	6,18 ± 0,58	9,18 ± 0,78	p<0.001
Maks-10 sol diz(kg)	5,98 ± 0,68	8,94 ± 0,80	p<0.001

Aşağıda bulduğumuz ilişkileri tüm hasta popülasyonu için elde ettik.

Sağ ve sol diz için Maks-1 ile Womac ağrı arasında TS orta derecede anlamlı negatif bir ilişki saptandı(sırasıyla p<0.001 ve r=-0.490, p<0.05 ve r= -0.436). Maks-10 ile Womac ağrı arasında TS sağ ve sol diz için orta derecede anlamlı negatif bir ilişki tespit edildi(p<0.001 ve r=-0.526, p<0.05 ve r= -0.422).

Sağ ve sol dizler için TS Maks-1 ile VAS hareketle ağrı ve Maks-10 ile VAS hareketle ağrı arasında istatistiksel olarak orta derecede anlamlı negatif bir ilişki bulundu(sırasıyla p<0.001 ve r=-0.459, p<0.05 ve r=-0.408, p<0.001 ve r=-0.441, p<0.05 ve r=-0.402).

GYA ve Maks-1, GYA ve Maks-10 arasında sağ ve sol diz için TS istatistiksel olarak orta derecede anlamlı negatif bir ilişki tespit edildi(sırasıyla p<0.05 ve r=-0.408, p<0.001 ve r= -0.515, p<0.001 ve r= -0.551, p<0.001 ve r= -0.474).

TS 50 metre yürüme ile 10 basamaklı merdiveni çıkıp-inme süreleri arasında istatistiksel olarak güçlü ve anlamlı bir ilişki saptandı( $p<0.001$  ve  $r=0.872$ ).

Maks-1 ile 50 metre yürüme ve 10 basamaklı merdiveni çıkıp-inme süreleri arasında istatistiksel olarak orta derecede anlamlı negatif bir ilişki saptandı(sırasıyla  $p<0.05$  ve  $r= -0.403$ ,  $p<0.05$  ve  $r= -0.401$ ).

Maks-10 ile 50m. yürüme ve 10 basamaklı merdiveni çıkıp-inme süreleri arasında istatistiksel olarak orta derecede ve negatif bir ilişki bulundu(sırasıyla  $p<0.05$  ve  $r= -0.390$ ,  $p<0.05$  ve  $r= -0.402$ ).



## 5. TARTIŞMA

Çalışmamızda diz OA'li hastalarda kuadriseps kasma uygulanan BF yardımcı izometrik egzersizin ve ES'nun, kuadriseps gücüne ve klinik parametrelere olan etkisini göstermeyi amaçladık. TS iki grupta da VAS ağrı, WOMAC ağrı, WOMAC disabilite, WOMAC EKS, 10 basamaklı merdiveni çıkıp-inme, 50 metre yürüme zamanı skorlarında anlamlı iyileşme bulduk. Kas gücü ölçümü için kullanılan Maks-1, Maks-10 değerlerinde anlamlı artışlar tespit ettik. Uyluk çevresi ölçümlerinde BF yardımcı izometrik egzersiz grubunda değişme olmazken ES grubunda artış bulduk. Sonuçta iki grup arasında uyluk çevresi ölçümü haricindeki tüm parametreler açısından fark tespit etmedik.

Kişilerin bir yerden başka bir yere gitmelerini sağlamak için gerekli olan yürüme, merdiven çıkma, oturduğu yerden kalkma gibi lokomotor fonksiyonlarda bozulma en yaygın fiziksel yetmezlik nedenidir. En çok etkilenen bölgelerden biri olan diz OA'inde bu görüntü belirgindir(79) OA'li hastalar, diğer yaşlı kişilere göre iki kat daha fazla doktora gitmekte, çoğu aktiviteleri kısıtlanmakta ve zamanlarının çoğunu yatakta geçirmektedirler(28).

Biz çalışmamızda diz OA'inde egzersiz ve ES'nun, ağrı, yaşam kalitesi ve kuadriseps gücüne etkilerini göstermeyi amaçladık.

Yaş OA oluşumunda en önemli risk faktörünü oluşturmakta ve hastalık prevalansı yaşla birlikte artmaktadır. Semptomatik diz OA'ı, 30 yaş ve üzerinde %6, 65 yaş ve üzerinde %11 oranında görülmektedir(48).

Obezite diz OA'inde ağrı ve disabilite gelişiminde etkilidir. Hasta ağrı ve disabilite nedeniyle aktivitesini kısıtlamakta, daha sedanter yaşam sürerek kilo almaktadır(63). Sandmark ve ark(80) yaptıkları çalışmada, 625 kişilik çalışma grubu ve 548 kişilik kontrol grubu oluşturmuşlar, 40 yaşında ciddi OA gelişme riskinin, yüksek VKİ olan kadınlarda 9.2, erkeklerde ise 3.9 olduğunu bildirmişlerdir.

Talbot ve ark(88), yaptıkları çalışmada yaş ortalamasını  $70.28 \pm 5.58$  yıl ve VKİ ortalamasını  $29.53 \text{ kg/m}^2$  bulmuşlardır. Pennix ve ark(75), yaş ortalamasını 68.8 yıl ve VKİ ortalamasını  $29.5 \text{ kg/m}^2$  olarak tespit etmişlerdir. Evcik ve ark.(26), yaş ortalamasını 59.5 yıl olarak bulmuşlardır. O'Reilly ve ark(72), diz ağrısı olan ve diz ağrısı olmayan iki grup hastada yaptıkları çalışmada sırasıyla yaş ortalamasını 58.5 ve 55.6 yıl, VKİ'leri  $27 \text{ kg/m}^2$  ve  $24.8 \text{ kg/m}^2$  olarak tespit etmişlerdir. Gür ve ark(36),

çalışmalarında yaş ortalamasını  $55\pm 12$  yıl ve VKİ'ni  $31.7 \text{ kg/m}^2$  olarak göstermişlerdir. Güven ve ark(38), yaş ortalamasını  $56.4\pm 9$  yıl olarak bulmuşlardır. Deyle ve ark(23), yaş ortalamasını 60 yıl ve VKİ'ni  $30.1 \text{ kg/m}^2$  olarak söylemişlerdir.

Bizim çalışmamızda hastaların BF yardımcı izometrik egzersiz grubunda yaş ortalaması  $54.68\pm 1.77$  yıl ve VKİ  $32.77\pm 0.89 \text{ kg/m}^2$ , ES grubunda yaş ortalaması  $54.76\pm 2$  yıl ve VKİ  $32.69\pm 0.7 \text{ kg/m}^2$  idi. Her iki gruptaki hastalar obez gruba giriyordu ve litaratürler ile uyumluydu(36,23). Bizim hastalarımızın yaş ortalamaları diğer çalışmalara göre daha düşüktü ve daha genç bir popülasyondur. Diğer çalışmalardaki yaşlı popülasyonun VKİ'lerine göre hastalarımızın VKİ'leri daha yüksekti. Türk toplumunda daha genç yaşta OA'in başlamasına, yüksek VKİ ve egzersiz alışkanlığının az olmasının neden olabileceğini düşündük.

Bizim çalışmamızdaki hastaların hepsi kadındı. Cinsler arasında kas fibril yapısının değişik olması ve bu nedenle ES'nun farklı cinslerde etki farklılığına sebep olduğu belirtildiğinden çalışmamıza erkek hasta dahil etmedik(50,73).

Egzersiz eklem hareket açıklığını, kas gücünü, fizik aktiviteyi artırarak, inaktiviteye bağlı disabilitiyi azaltarak, kişinin yürüyüşünün düzelmesini sağlar(11). İzometrik egzersizler, kas gücünü koruma ya da artırma olanağı sağlayıp, eklemde daha az mekanik stres oluştururlar. Etkinliği belirleyen en önemli komponentler, kasılmanın uzunluğu, kasılmalar arası süre, tekrar sayısı, kullanılan gücün maksimum güce oranı ve egzersiz sırasındaki eklem pozisyonudur(47).

O'Reilly ve ark.(71) yaptıkları çalışmada 191 hastayı egzersiz ve kontrol grubu olarak ikiye ayırmışlar. Egzersiz grubuna kuadriseps güçlendirmeye yönelik ev egzersiz programı uygulamışlar ve hastaları ağrı, günlük yaşam aktiviteleri yönünden değerlendirmişlerdir. 6 ay TS WOMAC ağrı, VAS ağrı ve fiziksel fonksiyon skorlarında kontrol grubuna göre anlamlı iyileşme tespit etmişlerdir. Evde uygulanan basit bir kuadriseps güçlendirme programının ağrı ve fonksiyonlar üzerine faydalı olabileceği sonucuna varmışlardır.

McAlindon ve ark (60) 55 yaşının üzerinde diz ağrısı olan ve olmayan toplam 2102 erkek ve kadın üzerinde yaptıkları çalışmada, diz ağrısı olan grupta disabilitenin arttığını ve yaş ilerledikçe bu bağlantının daha kuvvetlendiğini bulmuşlardır.

Fisher ve ark.(29) yaşlılıkta kas gücünün azalmasıyla, fonksiyonel kısıtlılığın arttığını göstermek amacıyla yaptıkları çalışmada, 40 hastaya 3 ay boyunca, fizik tedavi



ve egzersiz programı( izometrik ve izotonik ) uygulayarak etkinliğini araştırmışlar, sonuçta, kas gücü ve enduransında artış, ağrıda azalma ve yürüme zamanıyla, merdiven çıkıp inme zamanında anlamlı düzelme tespit etmişlerdir.

Fisher ve ark. (30) ayrıca diz OA'i olan 15 erkek hastaya 4 ay boyunca kas rehabilitasyon programı uygulamışlar ve bunun kas gücü, fonksiyonel performans üzerine etkinliğini araştırmışlardır. TS kas gücü ve enduransında önemli artış ve 15 metre yürüme süresinde %12'lik bir azalma olduğunu gözlemişlerdir. Kas fonksiyonundaki kayıpta %10, ağrıda ise %40 azalmaya neden olduğunu tespit etmişlerdir. Kas rehabilitasyon programı ile kas fonksiyonunda gelişme ve dolayısıyla fonksiyonel kapasitede artış sağlandığı sonucuna varmışlardır.

Deyle ve ark. (14) OA'in tedavisinde manuel fizik tedavi ve egzersizin etkinliğini kontrol grubuyla karşılaştırmışlardır. Seksen üç hastanın yeraldığı çalışmada, tedavi grubuna pasif eklem hareketleri, kas germe ve yumuşak doku mobilizasyonunu içeren manuel fizik tedavi ve germe egzersizleri, eklem hareket açıklığı ve kuvvetlendirme egzersizlerinden oluşan egzersiz programı, kontrol grubuna ultrason tedavisi uygulanmıştır. Her iki gruba 4 hafta boyunca haftada iki kez tedavi uygulanmıştır. TS WOMAC indeksine göre ağrı, disabilite ve EKS skorları ile altı dakikalık yürüme mesafesi değerlendirilmiş ve egzersiz grubunda kontrol grubuna göre önemli düzelme olduğu görülmüştür.

Rogind ve ark. (79) diz OA'i olan 28 hastaya haftada 2 kez 3 ay boyunca egzersiz( koordinasyon ve güçlendirmeyi içeren ev egzersiz programı) uygulamışlar ve egzersizin kas gücüne, ağrıya, klinik bulgulara ve yürüme hızına etkisini değerlendirmişlerdir. İzokinetik dinamometre ile değerlendirdikleri izometrik kas gücünü %21, yürüme hızını %13 oranında artmış ve ağrıyı da azalmış olarak bulmuşlardır ve diz OA'nde egzersiz tedavisinin etkili olduğu sonucuna varmışlardır.

Hurley ve ark (45) 60 diz OA'i olan hastaya 5 hafta süre ile haftada iki kez 30 dakika egzersiz( 24 dakika izometrik kuadriseps egzersizi, 2 dakika bisiklet çevirme, 1 dakika dirençli band ile izotonik diz ekstansiyon ve fleksiyon egzersizi, 3 dakika fonksiyonel egzersiz ) uygulamışlardır. Egzersiz ncesi ve sonrasında fonksiyonel performansı, kuadriseps gücünü ve disabiliteyi değerlendirmişlerdir. TS kuadriseps gücünde artış, disabilitede azalma ve fonksiyonel performans olarak değerlendirilen yürüme, merdiven çıkıp-inme zamanlarında düzelme tespit etmişlerdir. Sonuç olarak,

kuadriseps kas gücü ile disabilite arası bağlantının olduğunu ve diz OA'inde disabilitenin azaltılmasında egzersizin önemini vurgulamışlardır.

O'Reilly ve ark'nın (72) diz ağrısı olan 300 kadın ve erkek ile diz ağrısı olmayan 300 kontrol grubu üzerinde yaptıkları çalışmada diz ağrısı olan grupta kuadriseps gücü diz ağrısı olmayan gruba göre daha düşük bulunmuştur. Çalışmanın sonucunda WOMAC skorlaması ile değerlendirilen ağrı ve disabilite ile kuadriseps gücü arasında ilişki tespit edilmiştir.

Mohr ve ark (65) yaşları 21 ile 29 yıl arasında değişen 17 sağlıklı bireye 3 hafta süreyle 15 seans ayrı ayrı yüksek voltajlı galvanik stimülasyon ve izometrik egzersiz uygulamışlardır. Egzersiz, 10 saniye kontraksiyon 10 saniye dinlenme, galvanik stimülasyon ise 10 saniye stimülasyon 10 saniye dinlenme şeklinde uygulanmıştır. Stimülasyonu diz eklemi açısı 60° fleksiyonda iken vermişlerdir. Çalışmanın sonucunda sadece egzersiz grubunda kuadriseps kasında güçlenme tespit etmişlerdir Galvanik stimülasyon ve hiç tedavi uygulanmayan kontrol grubunda bir değişiklik saptamamışlardır.

Litaratürlerde kuvvet artırıcı egzersizlerin 12-25 seanslık periyotlar halinde haftada 3-5 kez yapılması önerilmektedir(65,68,92). Bu litaratürlerin doğrultusunda biz çalışmamızda izometrik egzersizi 10 saniye kontraksiyon 50 saniye dinlenme şeklinde her gün 20 dakika haftada beş kez dört hafta süreyle uyguladık.

Biz çalışmamızda ağrıyı değerlendirmede VAS hareketle ağrı, gece ağrısı, istirahatle ağrı ve WOMAC ağrı skorlarını kullandık. Kuadriseps gücünü, Maks-1, Maks-10 ölçümleriyle değerlendirdik TS BF yardımcı izotrik egzersiz grubunda ağrı, EKS ve disabilitede çok anlamlı iyileşme saptadık, kas gücünde ise anlamlı artış gözledik Ağrı, EKS, disabilite ve kas gücü skorlarında elde ettiğimiz değerler litaratürlerdeki sonuçlar ile benzerdi(14, 29, 30, 45, 65, 71, 72, 79). Ayrıca fiziksel fonksiyonu değerlendirdiğimiz 50 metre yürüme zamanı ve 10 basamaklı merdiveni çıkıp-inme zamanında anlamlı düzelme tespit ettik. Bulduğumuz sonuçlar yapılan çalışmalarda elde edilen değerler ile benzerdi(14, 29, 30, 45).

Hakkinen (39) egzersizle kuvvet artışının 2 haftada başladığını ancak herhangi bir hipertrofik cevabın bu dönemde açığa çıkmadığını söylemiştir. Genel anlamda kastaki hipertrofinin %40'ının kuvvet eğitimi ile gerçekleştiği geri kalan %60'ının ise kasın kendi yapısındaki ve nöromusküler ünitindeki değişikliklerden kaynaklandığını

belirtmektedir. Kasın ulaştığı en yüksek kuvvet , direkt olarak enine kesit çapı ile ilişkili olsa da kas çevre ölçümünün artışı ve kuvvet artışı arasında zayıf bir ilişki olduğu düşünülmektedir.

Yakut ve ark (92) 20 kadın 20 erkekten oluşan 40 sağlıklı hasta ile yaptıkları çalışmada, bir gruba yüksek voltajlı galvanik stimülasyon bir gruba izometrik egzersiz vermişlerdir. Bu tedaviyi haftada 5 gün 3 hafta süreyle toplam 15 seans uygulamışlardır. TS her iki grupta da kuadriseps femoris kasında kuvvet artışı saptanmıştır. Diz çevre ölçümlerinde ise galvanik stimülasyon alan grupta artış tespit edilirken egzersiz grubunda herhangi bir değişiklik gözlenmemiştir. Kasın güçlendirilmesinde galvanik stimülasyon uygulamasının da egzersiz kadar etkili olduğu sonucuna varmışlardır. Bu çalışmaya benzer şekilde biz de tedavi sonrasında BF yardımcı izometrik egzersiz grubunda uyluk çevresinde herhangi bir çap değişikliği tespit etmedik.

BF teknikleri istemli başlangıç kas kontraksiyonunun oluşmasını kolaylaştırdığı için nöral ve musküler rehabilitasyonda etkin olarak kullanılmaktadır. Kişinin tedaviye katılımını ve motivasyonunu artırdığı için egzersiz protokolünde önerilmektedir. Ayrıca motor ünitelerin ateşlemesini kolaylaştırdığı da söylenmektedir(51).

Croce ve ark(12) kuadriseps kasına 5 hafta süreyle haftada 3 defa EMG BF ile egzersiz uygulamış ve sadece egzersiz uygulanan gruba göre bu grubun kas ölçüm değerlerinin daha yüksek olduğunu belirtmişlerdir. Lucca ve Recchiuti(56) diz ekstansörlerinin izometrik kontraksiyonunda EMG BF etkisini, 19 günlük egzersiz programı sonrası değerlendirilmiştir. Sadece egzersiz alan gruba göre BF ve egzersizi birlikte alan grupta, ortalama en yüksek güç değerlerini daha artmış olarak bulmuşlardır. Draper(19) yaptığı bir araştırmada, ön çapraz bağ tamiri sonrasında, egzersizle kombine BF uygulamasını tek başına egzersize göre daha etkili bulduğunu bildirmiştir.

Levitt ve ark (51) 51 hastaya diz cerrahisi sonrasında izometrik egzersiz ve EMG BF uygulayıp, bunların kuadriseps kas gücüne etkisini araştırmışlardır. BF'in egzersiz performansını ve kompliyansını artırarak, hızlı iyileşmeye katkıda bulunduğunu belirtilmişler ve sonuçta, kası güçlendirmeyi kolaylaştırmada EMG BF'nin egzersize yardımcı bir tedavi olduğunu vurgulamışlardır. Biz de yaptığımız çalışmada bir grubun kuadriseps kasına BF ile birlikte egzersiz, diğer gruba ES uyguladık. Tedavi süresince hastaların egzersizi yaparken motivasyonlarının daha iyi olduğunu, ekranda gördükleri kas değerlerini daha yükseğe çıkarma isteğinde

olduklarını gözlemledik. Bu bulgularımız da literatürler ile uyumluluk göstermekte idi(12,19,51).

ES tekniği, kasın fizyolojik, morfolojik, biyokimyasal ve motor performansını geliştirerek fonksiyonel aktivitesini artırabilir. Kronik ES'nun, kas gücü ve endüransını artırdığını, denervasyon atrofisini önlediğini, kas hipertrofisine sebep olduğunu ve hayvan kaslarında kapiller yoğunluğu artırdığı rapor edilmiştir(73).

Pekindil ve ark. (73) yaşları 21 ile 45 yıl arasında değişen 16 sağlam kadının kuadriseps kasına her gün 23 dakika olmak üzere 20 gün alternatif bifazik kare dalga akım uygulamışlardır. Tedavi frekansı 75-85 Hz olarak verilmiştir. TÖ ve TS değerleri <sup>99m</sup>Tc-sestamibi kas sintigrafisi ile değerlendirmişlerdir. <sup>99m</sup>Tc-sestamibi iskelet kas perfüzyon ve metabolizma göstergesidir. TS <sup>99m</sup>Tc-sestamibi doku tutulum oranlarının arttığı gözlenerek tedaviye yanıtın olduğu belirtilmiştir.

Laufer ve ark. (50) çalışmalarına yaş ortalaması 29.5yıl olan sağlıklı 15 kadın ve 15 erkek almışlardır. Bu kişilerin kuadriseps kasındaki en yüksek istemli izometrik kas kontraksiyonunu diz eklemi açısı 60° fleksiyonda iken ölçmüşlerdir. Çalışmalarında monofazik(dikdörtgen dalga), bifazik(simetrik dikdörtgen), polifazik(sinuzoidal) olmak üzere üç dalgayı ayrı ayrı 200 mikrosaniye faz süresinde ve 50 Hz frekansta uygulamışlardır. Bu çalışmada, bu farklı dalgaların oluşturdukları kas gücü ve kas yorgunluğu karşılaştırılmış ve farklı cinslere olan etkileri gösterilmiştir. Sonuçta monofazik ve bifazik dalgaların, polifazik dalgaya göre kas gücünü daha çok artırdığını ve daha az kas yorgunluğuna sebep olduğu belirtilmiştir. Erkeklerde bu değerlerin kadınlara göre daha yüksek olduğu saptanmıştır.

Newman ve ark (69) yaş ortalaması 29 yıl olan altısı kadın toplam sağlıklı sekiz hastada iki farklı ES farklı kas uzunluklarında ve farklı diz fleksiyon açılarında kas gücü artışına etkilerini araştırmışlardır. Diz fleksiyon açısı 10-110° ler arasında alınmıştır. Çalışmanın sonucunda farklı diz fleksiyon açılarında ve farklı kas uzunluklarındaki elde edilen güç artışları arasında herhangi bir fark bulunmamıştır.

Lieber ve ark (53) yaşları 25 ile 35 yıl arasında değişen 90 kişiye, 30 dakikalık bipolar asimetrik dalga formunda ve 250 mikrosaniye faz süresinde ES uygulamışlardır. 90 kişi 6 gruba ayrılarak her gruba sırasıyla 10 Hz/ % 50 (5 saniye stimülasyon, 5 saniye dinlenme), 30 Hz stimülasyon/ % 50, 50 Hz / % 50, 10 Hz / % 70(5 saniye stimülasyon, 2 saniye dinlenme), 30 Hz / % 70, 50 Hz % 70 değerlerinde verilmiştir. En

büyük kas gücü artışı 50 Hz / % 50 grubunda, en düşük kas gücü artışı ise 10 Hz / % 70 'lik grupta tespit edilmiştir. Kas gücü artışında frekansın yanında stimülasyonun uygulama süresi ve dinlenme periyotlarının da önemi vurgulanmıştır.

Ogino ve ark. (70) kuadriseps kasında istemli izometrik egzersizi ve ES uygulamasını yaptıkları çalışma ile değerlendirmişlerdir. Çalışmada 6 sağlıklı erkekte istemli izometrik egzersiz ve ES uygulaması sırasında izometrik kuadriseps kas gücü değerlendirilmiştir. Stimülasyonda 20 Hz frekans ve bifazik dikdörtgen dalga kullanılmıştır. İstemli izometrik egzersiz sonucu kas gücü 168 Nm, ES sonrasında ise 39.5 Nm olmak üzere artmış olarak bulunmuştur. Sonuçta egzersiz grubunda daha fazla olmak üzere her iki grupta da kas gücü artmış olarak bulunmuştur.

Güven ve ark (38) yaşları 40-70 yıl arasında olan 24 kadın hasta ile yaptıkları çalışmada bir gruba haftada 3 gün 6 hafta toplam 18 seans yüksek voltaj galvanik stimülasyon ve rehabilitasyon programı( elektoterapi ve kuadriseps femoris kası izometrik egzersizleri ) diğer gruba ise sadece rehabilitasyon programı uygulamışlardır. Çalışmada galvanik stimülasyonun diz eklemi 30-60 derece fleksiyonda iken kuadriseps kası güçlenmesine, VAS ağrı skorlarına ve 50 metre yürüme süresine etkilerini değerlendirmişlerdir. Sonuçta galvanik stimülasyonun kuadriseps dizin değişik fleksiyon derecelerinde ölçülen izometrik ve izokinetik gücündeki artışta, analjezik etkide ve fonksiyonel düzeydeki artışta rehabilitasyon programına bir üstünlüğü saptanmamıştır

Selkowitz (82), yaş ortalaması 24.6 yıl olan 8'i erkek 16'sı kadın olan toplam 24 hastanın kuadriseps kasına haftada 3 gün 4 hafta süreyle ES uygulamıştır. Stimülasyon 28-90 miliamper şiddetinde, 10 saniye stimülasyon 10 saniye dinlenme süresi şeklinde uygulamıştır. Hastaların diz eklemi açısı 60° fleksiyonda sabitlenmiştir. Çalışmanın sonucunda kuadriseps kasının izometrik kas gücünde artış tespit edilmiştir.

Naragi ve ark'nın (67) 40 hastalık çalışmalarında hastalar iki gruba ayrılmış ve bir gruba ES diğer gruba ise aktif egzersiz programı 32 seans uygulanmıştır. ES ile tedavi edilen grupta kas gücünde önemli artış olduğunu bildirmişlerdir. Egzersiz grubunda artış olmamasını ise ev egzersiz programında hastaların yeterli düzeyde izometrik kasılma yapamadıklarından kaynaklanabileceğini bildirmişlerdir. Her iki tedavi yönteminin ağrının azalmasında, hareket açıklığının artmasında ve fonksiyonel kapasitenin düzelmesinde etkili olduğunu, aktif egzersizin gerektiğinde ES

uygulamasının diz OA'inde ağrı ile başa çıkmada yardımcı olacağını ve ES ile kas gücündeki kazancın daha belirgin olduğunu bildirmişlerdir.

Çalışmamızda ES'u her gün 20 dakika olmak üzere haftada beş gün dört hafta süreyle uyguladık(73,82). Stimülasyonu çalışmalarda en sık kullanılan diz fleksiyon açısı olan 60°de(50,82), 10 saniye stimülasyon 10 saniye dinlenme periyotları şeklinde(65,82) verdik. Stimülasyon şeklini kas gücünü daha çok artırdığı ve daha az yorgunluğa sebep olması dolayısıyla bifazik dalga olarak seçtik(50).

Biz çalışmamızda ES grubunda VAS hareketle ağrı, gece ağrısı, istirahatle ağrı, WOMAC ağrı, EKS ve disabilitede çok anlamlı iyileşme saptadık ve kas gücünde anlamlı artış tespit ettik. Fiziksel fonksiyonu değerlendirdiğimiz 50 metre yürüme zamanı ve 10 basamaklı merdiveni çıkıp-inme zamanında anlamlı düzelme tespit ettik. Elde ettiğimiz değerler literatürlerdeki sonuçlar ile benzerdi(38, 50, 53, 73, 82).

Cabric ve ark(9) bir grup erkek öğrenciye alternatif akım şeklinde 21 gün süreyle ES uygulamıştır. ES'u birinci gruba 50 Hz frekansta, ikinci gruba 2000 Hz frekansta vermişlerdir. Çalışma öncesi ve sonrası gastroknemius kasından biyopsi almışlar ve mikroskopik olarak kasın fibril ve çekirdek büyüklüğünü değerlendirmişlerdir. TS kasın fibril yapısında hacimce artış sadece birinci grupta gözlenirken, çekirdek boyutundaki artış her iki grupta da aynı şekilde gözlenmiştir. Sonuç olarak ES uygulanan kas hücrelerinde hipertrofik ya da hiperplazik değişiklikler gözlenmiştir. Bu çalışmaya benzer şekilde biz de ES grubunda TS uyuk çevresi ölçümlerini artmış olarak bulduk

Osteoartritte kas zayıflığı eklem instabilitesine yol açar. Stabil olmayan eklem binen yük de eklem çevresindeki innerve yapılara baskı yaparak ağrı ve disabiliteyi artırır(87). Ağrı ve disabilitenin patogenezinde, periartiküler kas güçsüzlüğünün rolü tam olarak anlaşılamamıştır. Fakat, diz OA'li hastalarda kuadriseps kas güçsüzlüğü; eklem hasarı, disabilite ve ağrı için, primer risk faktörü olarak belirtilmiştir(84).

Yapılan çalışmalarda kuadriseps kas gücü ile ağrı ve disabilite arasında ilişki tespit edilmiştir(29,30,45,72,79). Kuadriseps kas gücü arttığında ağrı ve disabilitenin azaldığı bildirilmiştir. Biz de çalışmamızda her iki grupta da, GYA ve Maks-1, GYA ve Maks-10 arasında sağ ve sol diz için TS istatistiksel olarak orta derecede anlamlı negatif bir ilişki bulduk. WOMAC ağrı ile Maks-1 ve Womac ağrı ile Maks-10 arasında sağ ve sol diz için orta derecede anlamlı bir ilişki saptadık VAS hareketle ağrı ile Maks-1

arasında ve VAS hareketle ağrı ile Maks-10 arasında istatistiksel olarak orta derecede anlamlı negatif bir ilişki tespit ettik. Literatürlerde fonksiyonel performans olarak değerlendirilen yürüme ve merdiven çıkıp-inme süresi kas gücü artışı ile birlikte azalmış olarak tespit edilmiştir(29,30,38,45). Biz çalışmamızda Maks-1 ile 50 metre yürüme ve 10 basamaklı merdiveni çıkıp-inme süreleri arasında istatistiksel olarak orta derecede anlamlı negatif bir ilişki saptadık. Maks-10 ile 50m. yürüme ve 10 basamaklı merdiveni çıkıp-inme süreleri arasında istatistiksel olarak orta derecede ve negatif bir ilişki bulduk. Bu bulgularımız literatürlerle uyumlu olarak değerlendirildi.

Osteoartritli hastaların tedavisinde rehabilitatif yaklaşımların üzerinde önemle durulmaktadır. OA'li hastalarda eklem hareket açıklığında azalmanın yanısıra kasların güç ve enduransında azalma, postür ve yürümede bozukluk, fonksiyonel kısıtlılık ve genel egzersiz kapasitesinde düşme saptanır. Düzenli uygulanan egzersizle bu olumsuzluklar giderilirken OA'de sıkça gözlenen ağrı, yorgunluk ve depresyon düzeyi de en aza indirilir(87). Yapılan çalışmalarda ES'nun ağrının azalmasında ve fonksiyonel kapasitenin düzelmesinde etkili olduğu belirtilmiştir. ES'nun ağrıyı azaltmada egzersiz tedavisine yardımcı olacağı ve kuadriseps kas gücünü de önemli derecede artırdığı bildirilmiştir(67). OA tedavisinde uygulanan egzersiz ve ES'na yönelik çalışmalarda, bu tedavi yöntemlerinin ağrı, disabilite, kuadriseps gücü ve fonksiyonel kapasiteye etkileri değerlendirilmiştir(45,50, 67, 75, 82). Biz de BF yardımcı izometrik egzersiz ve ES'nun ağrı, disabilite, kuadriseps gücü ve fonksiyonel kapasite üzerine olan etkilerini araştırdık. TS ağrı, EKS, disabilite ve kas gücü skorlarında elde edilen değerler açısından iki grup arasında fark tespit etmedik. Uyluk çevre ölçümlerinde BF yardımcı egzersiz grubunda değişme olmazken ES grubunda artmış olarak saptadık.

Egzersiz ve ES için önemli bir nokta geri dönüş prensibidir. Egzersizi bırakan hastaların bir yıl içinde önceki disabilite ve ağrı seviyelerine döndükleri görülmüştür(63) ES için bu dönüşün tedaviyi bıraktıktan kısa bir süre sonra olduğu belirtilmiştir(66). OA'li hastalara düzenli egzersiz yapmaları önerilmelidir. Egzersiz yapmaya engel teşkil eden rahatsızlığı olan hastalara kısa dönem için egzersiz kadar etkili bulduğumuz ES tedavisini de önerebiliriz.

Çalışmamızda, BF yardımcı izometrik egzersiz ve ES'nu ağrı ve disabiliteyi azaltmada, kuadriseps gücünü artırmada etkili bulduk, her iki tedavi yönteminin de OA tedavisinde yer alması gerektiği sonucuna vardık.

## 6. SONUÇ

1. Bu çalışma sonucunda hem BF yardımcı izometrik egzersizin hem de ES programının diz OA'li hastalarda semptomatik iyileşme sağladığı görülmüştür.

2. TS iki grupta da çalışmada kullanılan tüm ağrı parametreleri, disabilite, EKS, 50 m. yürüme ve 10 basamaklı merdiveni çıkıp-inme zamanında anlamlı düzelme ve kas gücünde anlamlı artış tespit edilmiştir. Uyluk çevre ölçümleri ise BF yardımcı egzersiz grubunda değişmezken ES grubunda artmış olarak bulunmuştur. Uyluk çevre ölçümleri hariç diğer parametreler açısından iki grup arasında fark gözlenmemiştir.

3. OA'li hastalarda düzenli yapılan egzersiz ve ES; kas gücünü arttırarak, ağrı ve disabiliteyi azaltarak, merdiven çıkıp-inmede rahatlama ve yürüme mesafesinde artma sağlamasıyla yararlı bulunmuştur.

4. Her iki tedavi protokolünün de OA tedavisinde etkili olduğu tespit edilmiştir. Egzersizin etkisinin devam edebilmesi için sürekli ve düzenli bir şekilde yapılması gerekmektedir. Egzersize engel teşkil eden rahatsızlığı olan hastalara kısa dönem için egzersiz kadar etkili bulunan ES tedavisini önerebiliriz.



## KAYNAKLAR

1. Akyüz G. Osteoartroz tanımı, sınıflandırılması ve epidemiyolojisi. Kutsal Y, ed. Osteoartroz. Ankara: Güneş Kitabevi, 2000: 13- 18.
2. Arman M.İ. Elektroterapi. Oğuz H, ed. Tıbbi Rehabilitasyon. İstanbul: Nobel Tıp Kitabevleri Ltd. 1995: 251-264.
3. Atay M.B. Osteoartrit. Kutsal Y.G, Beyazova M, ed. Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon. Ankara: Güneş Kitabevi Ltd. 2000: 1817-26
4. Basmajian JV: Biofeedback in Physical Medicine and Rehabilitation. 3rd edited by Joel A. DeLisa and Bruce M. Gans. Lipincott-Ravern Publishers. Philadelphia 1998: 505-518.
5. Basmajian JV: Biofeedback in rehabilitation: a review of principle and practises. Arc Phys Med Rehab 1981 62: 469-475
6. Basmajian J.V. Introduction: Principles and Background. edited by. Basmajian J. V.M.D. Biofeedback Principles and practise for clinicians third edition. Baltimore: Williams and Wilkins, 1989: 1-4.
7. Brandt KD. Management of osteoarthritis. Ruddy S, Harris ED, Sledge CB, eds. Kelly's Textbook of rheumatology. 6 th ed. London: WB Saunders Company 2001:1419-1420.
8. Brandt K, Lohmander LS, Doherty M. Management of osteoarthritis. Introduction: the comprehensive approach. In: Brandt K, Doherty M, Lohmander LS, eds. Osteoarthritis. New York: Oxford University Press, 1998: 250-55.
9. Cabric M, Appell HJ, Resic A. Effects of electrical stimulation of different frequencies on the myonüclei and fiber size in human muscle. Int J Sports Med 1987 8:323-6
10. Chae J, Triola RJ. Functional Neuromuscular Stimulation. Edited by Delisa JA, Gans B.M. Rehabilitation Medicine: Principles and Practice. Third edition. Philadelphia: Lippincott-Raven Publishers 1998: 611-629
11. Cooper C. Epidemiology. In: Klippel JH, Dieppe PA, eds. Rheumatology. 2nd ed. London Mosby, 1998: 8.2.1-8.2.8.
12. Croce RV. The effects of EMG biofeedback on strngth acquisition. Biofeedback Self-Regul 1986;11:299-310

13. Deal CL, Moskowitz RW. Nutraceuticals as therapeutic agents in osteoarthritis. *Rheum Dis Clin North Am* 1999; 25: 379–95.
14. Deyle GD, Henderson NE, Matekel RL, et al. Effectiveness of manual physical therapy and exercise in osteoarthritis of the knee. A randomized, Controlled Trial. *Ann Intern Med* 2000;132:173-81
15. Dieppe P, Buckwalter JA. Management of limb joint osteoarthritis. In: Klippel JH, Dieppe PA, eds. *Rheumatology*. 2nd ed. London: Mosby, 1998: 8.9.1-8.9.10.
16. Dieppe P. Introduction and history. In: Klippel JH, Dieppe PA, eds. *Rheumatology*. 2nd ed. London: Mosby, 1998: 8.1.1.
17. Dieppe P, Lim K. Clinical features and diagnostic problems. In: Klippel JH, Dieppe PA, eds. *Rheumatology*. 2nd ed. London: Mosby, 1998: 8.3.1–8.3.2–8.3.3-8.3.4.
18. Dieppe P, Peterfy C, Watt I. Imaging. In: Klippel JH, Dieppe PA, eds. *Rheumatology*. 2nd ed. London: Mosby, 1998: 8.4.1-8.4.2–8.4.4.
19. Draper V. Electromyographic biofeedback and recovery of quadriceps femoris muscle function following anterior cruciate ligament reconstruction. *Phys Ther* 1990;70:11-7
20. Dursun H, Özgül A. Tedavi Edici Egzersizler. Oğuz H ed. *Tıbbi Rehabilitasyon*. İstanbul: Nobel Tıp Kitabevleri Ltd, 1995: 295-324.
21. Elhan A. Alt Ekstremiteler (Membrum Inferius). Yıldırım M. (çev ed) Snel RS. *Tıp Fakültesi Öğrencileri İçin Klinik Anatomi*. İstanbul: Nobel Kitabevleri Ltd Şti, 1997:507-630
22. Elliott KJ, Cable NT. Effects of resistance training and detraining on muscle strength and blood lipid profiles in postmenopausal women. *Br J Sports Med*. 2002 36:340-4
23. Erdem HR. Osteoartroz Etiyopatogenezi. Kutsal YG, ed. *Osteoartroz*. Ankara:Güneş Kitabevi, 2000:19-29
24. Eryavuz M. Osteoartrozda Medikal Tedavi. Kutsal YG, ed. *Osteoartroz*. Ankara: Güneş Kitabevi Yayınları 2000: 109-120.
25. Eskiurt N. Osteoartrozda Klinik Bulgular. Kutsal YG, ed. *Osteoartroz*. Ankara: Güneş Kitabevi Yayınları, 2000: 53-58.
26. Evcik D, Sonel B. Effectiveness of a home-based exercise therapy and walking program on osteoarthritis of the knee. *Rheumatol Int* 2002 22: 103-106

27. Felson DT, Zhang Y. An update on the epidemiology of knee and hip osteoarthritis and prevention. *Arthritis Rheum* 1998; 41: 1343–55.
28. Felson TF, Naimark A, Anderson J. The Framingham Osteoarthritis Study. The prevalence of the knee osteoarthritis in the elderly. *Arthritis Rheum* 1987;30:914-18
29. Fisher NM, Gresham G, Pendergast DR. Effects of a quantitative progressive rehabilitation program applied unilaterally to the osteoarthritic knee. *Arc Phys Med Rehabil* 1993;74:1319-26
30. Fisher NM, Pendergast DR, Gresham GE, et al. Muscle rehabilitation: Its effect on muscular and functional performance of patients with knee osteoarthritis. *Arc Phys Med Rehabil* 1991;72:367-74
31. Flores RH, Hochberg MC. Definition and classification of osteoarthritis. In: Brandt K, Doherty M, Lohmander LS, eds. *Osteoarthritis*. New York: Oxford University Press, 1998: 1-12.
32. Gökbel H. Egzersiz fiziolojisi. In: 43 H, ed. *Tıbbi Rehabilitasyon*. Nobel Tıp Kitapevleri, 1995: 281-293.
33. Göksoy T. Biofeedback. Beyazova M, Kutsal Y.G, ed. *Fiziksel tıp ve rehabilitasyon*. Ankara: Güneş Kitabevi, 2000: 813-818.
34. Grahan GP, Fairclough JA. Axial and peripheral joints: The knee. In: Klippel JH, Dieppe PA, eds. *Rheumatology*. 2 nd ed. London: Mosby, 1998: 4.11.1–4.11.14.
35. Gündüz Ş. Biofeedback, Oğuz H, ed. *Tıbbi Rehabilitasyon*. Nobel Tıp Kitapevleri Ltd Şti, 1995: 275–279.
36. Gür H, MD, PhD, Çakın N, MD, Akova B, MD. Concentric Versus Combined Concentric-Eccentric Isokinetic Training: Effects on Functional Capacity and Symptoms in Patients with Osteoarthritis of the Knee. *Arc Phys Med Rehabil* 2002 83:308-315
37. Gürsel Y. Terapötik Egzersizler. Kutsal YG, Beyazova M, ed. *Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon*. Ankara: Güneş Kitabevi Ltd. 2000: 909-29.
38. Güven Z. MD, Gündüz OH. MD. Diz osteoartritinde Yüksek Voltaj Galvanik Stimülasyonun Kuadriseps Kas gücüne Etkisi. *Romotol Tıp Rehab* 2003; 14:72-79
39. Hakkinen K et al. Changes in isometric force and relaxation-time electromyographic and muscle during strength training-detraining. *Acta Physiol Scand* 1985;125:573-576

40. Hayran M, Özdemir O. Bilgisayar İstatistik Ve Tıp. Hekimler Yayın Birliği 1995. Ankara
41. Hochberg MC, Mcalindon T, Felson DT. In: Felson DT, conference chair. Osteoarthritis: new insights. Part 2: Treatment approaches. Ann Intern Med 2000; 133: 726-29
42. Hoffman MD, Sheldahl LM, Kraemer WJ. Therapeutic exercise. In: De lisa JA, Gans BD, eds. Rehabilitation Medicine: Principles and practice. 3 rd ed. Philadelphia: Lippincott-raven Publishers, 1998: 697-743.
43. Hopman-Rock M. The effects of a Health educational and exercise program for older adults with osteoarthritis of the hip or knee. J Rheumatol 2000; 27: 1947-54.
44. Honore L.H(Çev), Kapandji A. Lower Limb(The knee). The Physiology of the Joints. Churchill Livingstone 1970, p:72-135
45. Hurley M.V.Improvements in quadriceps sensorimotor function and disability of patients with knee osteoarthritis following a clinically practicable exercise regime. Br J Rheumatol 1998; 37: 1181-1187.
46. Jordan JM, Kington RS, Lane NE, et al. Systemic risk factors for osteoarthritis. In: Felson DT, conference chair. Osteoarthritis: new insights. Part 1: The disease and its risk factors. Ann Intern Med 2000; 133; 636-642.
47. Karataş M. Osteoartrit Rehabilitasyonu. Karaaslan Y, ed. Osteoartrit. Ankara:MD Yayıncılık, 2000:194-207
48. Kerrigan DC, MD, MS, Riley PO, PhD, Nieto TJ, BA. Knee Joint Torques: A Comparasion Beetween Women and Men During Barefoot Walking. Arch Phys Med Rehabil 2000; 81:1162-5
49. Kirazlı Y. Osteoartroz tipleri ve varyasyonları. Kutsal YG, ed. Osteoartroz. Ankara: Güneş Kitabevi, 2000: 83-84.
50. Laufer Y, Ries JD, Leininger PM. Quadriceps Femoris Muscle Torques and Fatigue Generated by Neuromusculer Electrical Stimulation With Three Different Waveforms. Phys Ther. 2001; 81:1307-1316
51. Levitt R, Deisinger JA. EMG feedback-assisted postoperative rehabilitation of minor arthroscopic knee surgeries. J sports Med Phys Fitness 1995;35:218-23
52. Liberson WT, MD, PhD. Electrotherapy. Asa P Ruskin, MD, FA. CP. eds. Current Therapy In Physiatry. Philadelphia: W.B. Saunders Company 1984: 161-191.

53. Lieber RL, Kelly MJ. Torque History of Electrically Stimulated Human Quadriceps: Implication for Stimulation Therapy. *J Orthop Research* 1993;11:131-141
54. Lozada CJ, Altman RD. Management of osteoarthritis. In: Koopman WJ, ed. *Arthritis and Allied Conditions: A textbook of Rheumatology*. 13 th ed. Baltimore: Waverly company, 1997: 2013-25.
55. Lozada CJ, Altman RD. Osteoarthritis: a comprehensive approach to management. *J. Musculoskel Med* 1997; 14:26-38.
56. Lucca JA, Recchiuti SJ. Effect of elektromyographic feedback on an isometric strengthing program. *Phys Ther* 1983; 63:200-3
57. Mankin HJ, Brendt KD. Pathogenesis of osteoarthritis. In: Kelley WN, Harris ED, Ruddy S, Sledge CB, eds. *Textbook Rheumatology* 4th ed. Philadelphia: WB Saunders Company, 1993: 1355-73.
58. Mankin HJ. Pathogenesis of osteoarthritis. Ruddy S, Harris ED, Sledge CB, eds. *Kelly 's textbook of rheumatology*. 6 th ed. London: W.B Saunders Company 2001:1391-1403.
59. Mankin HJ, Radin EL. Structure and function of joints. In: Koopman WJ, ed. *Arthritis and Allied Conditions: A Textbook of Rheumatology*. 13 th ed. Baltimore: Waverly Company, 1997: 175-191.
60. McAlindon T.E, Cooper C, Kirwan J.R. Knee Pain And Disability In The Community. *Br J Rheumatol* 1992;31:189-192
61. Mc. Alindon TF, La Valley MP, Gulin JP, et al. Glucosamine and chondroitin for treatment of osteoarthritis: a systematic quality assesment and meta-analys. *JAMA* 2000; 283: 1469-75.
62. Mc Carty DJ. Synovial fluid. In: Koopman WJ, ed. *Arthritis and Allied Conditions: A textbook of Rheumatology*. 13 th ed. Baltimore: Waverly company, 1997: 81-102.
63. Mikesky AE, Bahamonde RE. Can exercise prevent or lessen the Impact of osteoarthritis? *Orthop Phys Ther Clin North Am* 2001;10:265-77
64. Miller NE. *Biomedical Foundations for Biofeedback as a Part of Behavioral Medicine*. Edited by Basmajian JV. MD. *Biofeedback principles and practice for clinicians* third edition. Baltimore: Williams and Wilkins, 1989: 5-14.
65. Mohr T, Carlson B, Sulentic C. Comparison of Isometric Exercise and High Volt Stimulation on Quadriceps Femoris Muscle Strength. *Phys Ther* 1985;65:5:606-609

66. Mysiw WJ, MD. Jackson RD. MD. Electrical Stimulation. Braddom RL, MD, MS. Physical Medicine and Rehabilitation .2nd ed. Philadelphia: WB Saunders Company. 2000: 459-87.
67. Naragi M, Aksoy C, Ketenci A. Diz osteoartritinin rehabilitasyonunda nöromüsküler elektik stimülasyon ve ev egzersiz programının kantitatif kas güçlendirilmesi ve fonksiyonel iyileşme yönünden karşılaştırılması. Türk Fiz Tıp Rehab Der 1998;2:58-61
68. Nelson MR, Currier DP. Neuromuscular stimulation for improving muscular strength and blood flow and influencing changes. Clinical Electrotherapy(second edition) California, Appleton and Lange 1991, 171:199
69. Newman SA, Jones G, Newham DJ. Quadriceps voluntary activation at different joint angles measured by two stimulation techniques. Eur J Appl Physiol 2003 89:496-499
70. Ogino M, Shiba N, Maeda T. MRI Quantification of Muscle Activity After Volitional Exercise and Neuromuscular Electrical stimulation. Am J Phys Med Rehab 2002;81:446-451
71. O'Reilly SC, Muir KR, Doherty M. Effectiveness of home exercise on pain and disability from osteoarthritis of the knee: randomized controlled trial. Ann Rheum Dis 1999;58:15-19
72. O'Reilly SC, Jones A, Muir KR. Quadriceps weakness in knee osteoarthritis: The effect on pain and disability. Ann Rheum Dis 1998;57:588-594
73. Pekindil Y, Sarıkaya A, Birtane M. <sup>99m</sup>Tc- sestamibi muscle scintigraphy to asses the response to neuromuscular electrical stimulation of normal quadriceps femoris muscle. Ann Nucl Med 2001;15:397-401
74. Pelletier IP, DiBattista JA, Roughley P, et al. Cytokines and inflammation in cartilage degradation. Rheum Dis Clin North Am 1993; 19: 545-61.
75. Pennix WJH, PhD, Messier SP, PhD, Rejeski WJ, PhD. Physical Exercise and the Prevention of Disability in Activities of Daily Living in Older Persons with Osteoarthritis. Arc Intern Med 2001;161;2309-2316
76. Petrella RJ. Is exercise effective treatment of osteoarthritis of the knee? Br J Sports Med 2000; 34: 326-331.

77. Raastad T, Glomsheller T, Bjoro T. Changes in human skletal muscle contractility and hormone status during 2 weeks of heavy strength training. *Appl Physiol* 2001;84:54-63
78. Radin EL, Simon SR. Biomechanics of Joints. Ruddy S, Harris ED, Sledge CB, eds. *Kelly's textbook of rheumatology*. 6 th ed. London: Saunders company 2001: 73-77
79. Rogind H, Bibow-Nielsen B, Jensen B, et al. The effects of a physical trainig program on patients with osteoarthritis of the knees. *Arc Phys Med Rehabil* 1998;79:1421-27
80. Sandmark H, Hogstedt C, LeWold S. Osteoarthritis of the knee in men and women in association with overweight, smoking and hormone therapy. *Ann Rheum Dis* 1999;58:151-55
81. Schlesinger N. Osteoarthritis: pathology, epidemiology and risk factors. *Phys Med Rehab* 2001; 15: 1-9.
82. Selkowitz DM. Improvement in Isometric strength of the Quadriceps Femoris Muscle After Training with Electrical Stimulation. *Phys Ther* 1985 65:186-195
83. Sindel D. Osteoartrozda Görüntüleme Yöntemleri. Kutsal YG, ed. *Osteoartroz*. Ankara: Güneş Kitabevi Yayınları, 2000: 60-73.
84. Slemenda C, DrPH, Brandt KD, MD, Heilman DK, MS. Quadriceps Weakness and Osteoarthritis of the Knee. *Ann Intern Med* 1997;127:97-104
85. Solomon L. Clinical Features of osteoarthritis. Ruddy S,Harris ED, Sledge CB, eds. *Kelly's textbook of rheumatology*. 6 th ed. London: W.B Sounders company 2001: 1409-1417.
86. Sümbüloğlu K. Sümbüloğlu V. Biyoistatistik. Hatiboğlu Yayınevi, Ankara:2000
87. Şendur ÖF. Osteoartrozda rehabilitatif yaklaşımlar. Kutsal YG, ed. *Osteoartroz*. Ankara: Güneş Kitabevi, 2000: 122-131.
88. Talbot L, Gaines JM, Ling SM. A Home-Baset Protocol of Electrical Muscle Strength in Older Adults with Osteoarthritis of the Knee. *J Rheumatol* 2003;30:1571-8
89. The lower limb. In: Moore KL, ed. *Clinically oriented Anatomy*. 3 rd ed. Baltimore: Waveryl company, 1992: 373-500.
90. Tuncer T. Elektroterapi. Kutsal YG. Beyazova M, ed. *Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon*. Ankara: Güneş Kitabevi Ltd. 2000: 771-789.

91. Tüzün Ç. Normal insan kıkırdağının yapısal ve fonksiyonel özellikleri. Kutsal YG, ed. Ankara: Güneş Kitabevi Yayınları, 2000: 1-12.
92. , Yakut E Fzt, Kırdı N Fzt. Yüksek Voltaj Elektrik Stimülasyonu Ve İzometrik Egzersizin Quadriseps Femoris Kas Kuvveti Ve Uyluk Çevre Ölçümüne Etkilerinin Karşılaştırılması. Romotol Tıp Rehab 1999;10:35-39

