

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

Tez Yöneticisi
Prof. Dr. Nurettin TAŞTEKİN

**DİZ OSTEOARTRİTLİ HASTALARDA
NÖROMÜSKÜLER ELEKTRİK STİMÜLASYONU
(NMES) VE İZOKİNETİK EGZERSİZİN YÜRÜME
ANALİZİNE ETKİSİNİN KARŞILAŞTIRILMASI**

(Uzmanlık Tezi)

Dr. Buket SÜSLÜ

EDİRNE-2019



TEŞEKKÜR

Uzmanlık eğitimim boyunca gösterdikleri her türlü desteklerinden dolayı tez danışmanım olan Prof. Dr. Nurettin Taştekin'e, Anabilim dalı başkanımız Prof. Dr. Murat Birtane'ye, öğretim üyelerimiz Prof. Dr. Hakan Tuna'ya, Prof. Dr. Derya Demirbağ Kabayel'e, Doç. Dr. Filiz Tuna'ya, istatistik analizinde verdiği emek için Prof. Dr. Necdet Süt'e, Gülay Bulut'a, yürüme analizi konusundaki katkılarından dolayı Prof. Dr. Enis Uluçam'a, Menekşe Karahan'a, birlikte çalıştığım hekim arkadaşlarıma, iş arkadaşlarıma ve beni yetiştiren aileme katkılarından dolayı teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

GİRİŞ VE AMAÇ	1
GENEL BİLGİLER.....	3
DİZ ANATOMİSİ.....	3
DİZİN EKLEM BİYOMEKANİĞİ	6
DİZ OSTEOARTRİTİ	9
İZOKİNETİK SİSTEM	21
NÖROMUSKÜLER ELEKTRİK STİMULASYONU	22
NORMAL YÜRÜME	25
YÜRÜME ANALİZİ	28
DİZ OSTEOARTRİTİNDE YÜRÜME BOZUKLUKLARI.....	29
GEREÇ VE YÖNTEMLER	31
BULGULAR.....	41
TARTIŞMA	77
SONUÇLAR.....	86
ÖZET	88
SUMMARY	90
KAYNAKLAR.....	92
EKLER	

SİMGE VE KISALTMALAR

ACR	: American College of Rheumatology (Amerikan Romatoloji Derneği)
AG	: Adım genişliği
AR	: Ayak rotasyonu
AU	: Adım uzunluğu
AZ	: Adım zamanı
BP	: Vücut ağrısı
ÇAS	: Çift adım süresi
ÇAU	: Çift adım uzunluğu
ÇDF	: Çift destek fazı
EHA	: Eklem hareket açıklığı
EULAR	: European League Against Rheumatism (Avrupa Romatoloji Birliği)
GH	: Genel sağlık
H/Q	: Hamstring kuadriceps oranı
IL	: İnterlökin
Maks	: Maksimum
MH	: Mental sağlık
Min	: Minimum
MMP	: Metalloproteinaz
NMES	: Nöromüsküler Elektrik Stimülasyonu
NSAİİ	: Steroid olmayan antiinflamatuvar ilaçlar
OA	: Osteoartrit

OARSI	: Osteoarthritis Research Society International (Uluslararası Osteoartrit Araştırma Derneği)
Ort	: Ortalama
PF	: Fiziksel fonksiyon
PT	: Pik tork
RE	: Emosyonel rol
RP	: Fiziksel rol
SF-36	: Short form-36 (Kısa form-26)
SF	: Sosyal fonksiyon
SÖE	: Salınım öncesi evre
SS	: Standart sapma
TAD	: Tek ayak üstünde durma
TDF	: Tek destek fazı
TNF	: Tümör nekrozis faktör
TÖ	: Tedavi öncesi
TS	: Tedavi sonrası
TW	: Toplam iş
VAS	: Vizüel analog skala
VKİ	: Vücut kitle indeksi
VT	: Vitalite
WOMAC	: Western Ontario and McMaster Universities Arthritis Index (Western Ontario ve McMaster Üniversiteleri Osteoartrit İndeksi)
YTK	: Yer Tepkime Kuvvet Vektörü
YYE	: Yüklenme yanıt evresi
ZKYT	: Zamanlı kalk yürü testi

GİRİŞ VE AMAÇ

Osteoartrit (OA), ağrı, şişlik, sertlik, yürüme kabiliyetinin sınırlı olması ve denge fonksiyonunun azalması ile ilişkili kronik lokalize bir eklem hastalığıdır (1). OA kıkırdak değişikliklerine neden olduğunda anormal subkondral kemik yıpranmasına ve osteofitlerin oluşumuna yol açabilir (2). Çeşitli eklemlerde ortaya çıkmakla birlikte özellikle diz, kalça gibi yük taşıyan eklemler ya da omurga etkilenmektedir. Diz OA sıklıkla bilateraldir, kadınlarda daha sık görülür (3).

Diz OA'nın gelişimi ve ilerlemesi çok faktörlüdür. Kas zayıflığı OA'nın ilerlemesini etkiler. Diz ağrısı ve özürllülük kuadriseps kas zayıflığı ile ilişkilidir. Ağrı ve tutukluğa yol açar, günlük yaşam aktivitelerini etkiler (4-6). Bu nedenle diz OA ve diz ağrısı olan kişiler için, özellikle hastalığın ilerlemesini azaltmak veya durdurmak için artan kas kuvveti terapötik ve önleyici bir rolde önemli etkilere sahiptir. Bilimsel literatürler, egzersizlerin, özellikle güçlendirici egzersizlerin, diz OA olan kişilerde artmış fiziksel fonksiyon ve güç açısından yararlı olduğunu doğrulamaktadır (5).

Kas gücünü arttırmak ve atrofiyi engellemek için kullanılan egzersizler izotonik, izometrik ve izokinetik egzersizlerdir (7). Diz OA'lı hastalarda izokinetik egzersiz iyi tolere edilebilir, güvenli ve etkilidir. Diz fleksör ve ekstansör kaslarında güç artışının, hastalık şiddetinde azalma ve özürllülük düzeyinde iyileşme sağladığı gösterilmiştir (8). İzokinetik değerlendirme, dizde mekanik veya nörolojik instabilite durumunda kas gücünü, tedaviyi ve rehabilitasyon etkinliğini ölçmek için kullanılır (9). Nöromüsküler elektrik stimülasyonu (NMES), kas gücünü artırır ve aynı zamanda kastaki eklem sertliğini ve spazmı da azaltarak fonksiyonelliği arttırmaktadır. Bu nedenle, egzersiz programı uygulamakta

zorlanan veya kontrendikasyonları olan hastalara alternatif tedavi olarak düşünölmektedir (10).

Yüröme analizi, diz OA hastalarının tedavi öncesi ve sonrası yüröme fonksiyonunu değörlendirmek için önemlidir. Sun J. ve arkadaşlarının diz OA'li hastalar ve sağılıklı kişiler arasındaki yürüyüş farklılıklarını inceledikleri çalışmada; diz OA hastalarının, sağılıklı kişilerle karşılaştırıldığında daha uzun yüröme siklusu, daha düşük tempo, daha kısa adım uzunluğu ve daha yavaş hız ile yürödükleri saptanmıştır (11).

Çalışmamızda diz OA hastalarına daha etkin ve daha faydalı tedavi programlarını belirlemek için NMES ile izokinetik egzersizin yüröme parametrelerine etkisini kontrol grubuyla karşılaştırmayı amaçladık. Aynı zamanda uygulanan tedavilerin izokinetik kas kuvveti, fonksiyonel durum ve yaşam kalitesi üzerine olan etkinliğini karşılaştırmak planlanmıştır.



GENEL BİLGİLER

DİZ ANATOMİSİ

Diz eklemi, vücudun en büyük ve karmaşık eklemidir. Büyük sinovyum ve aşırı mekanik etkilere maruziyet nedeniyle yaralanma, inflamatuvar, enfeksiyöz olaylara duyarlıdır (12, 13).

Diz eklemine distal femur, proksimal tibia ve vücudun en büyük sesamoid kemiği olan patella oluşturur. Femur ve tibia arasında iki kondiler tip ve patella ile femur arasında sellar tip olmak üzere üç eklem içerir. Bir bütün olarak ginglimus (menteşe) tipi eklemdir. Femur, tibia ve patella arasındaki diz eklemi patellofemoral eklem, femur kondilleri ve tibia platolar arasındaki medial ve lateral eklem yüzleri olmak üzere üç kompartmandan oluşur (12).

Femur kondillerinden geçen transvers eksen etrafında fleksiyon ve ekstansiyon hareketleri yapılır. Diz fleksiyonda iken abdüksiyon ve addüksiyon (diz eklemine kayma hareketi), aynı zamanda internal ve eksternal rotasyon hareketleri yapılır (14, 15).

Dizin stabilitesi kemik yapılardan çok kapsül, bağlar ve kaslarla sağlanır. Kapsül ve bağlar statik stabiliteden, kas ve tendonlar dinamik stabiliteden sorumludur. Eklem kapsülü, patellanın sınırlarını tamamen, tibia ve femurun eklem yüzeyini kapsar. Eklem kapsülü dayanıklı fibröz bantlar ile desteklenmiştir. Ön kısımda kuadriceps tendonu, medial kısımda yüzeysel ve derin medial kollateral ligament yer alır. Posteromedialde semimembranosus tendonu ve kılıfı ile desteklenir. Lateral kısımda lateral retinakulum, orta tabakada lateral kollateral ligament ve arkuat ligament yer alır. Arka kısımda oblik popliteal ligament, arkuat ligament ve popliteus ile gastroknemius kası yer alır (12).

Lateral kollateral ligament, fibular kollateral ligament olarak da bilinir. Lateral femoral epikondilden başlar, fibula başının anterolateraline yapışır. Varus streslerine karşı

stabilizasyonu sağlar. Tibianın eksternal rotasyonunu kontrol eder. Medial kollateral ligament, femurun medial epikondilinden başlar. Tibia shaftının medialine tutunur. Valgus streslerine karşı stabilizasyon sağlar. Tibianın eksternal rotasyonunu engeller. Anterior tibial translasyonu engeller (12).

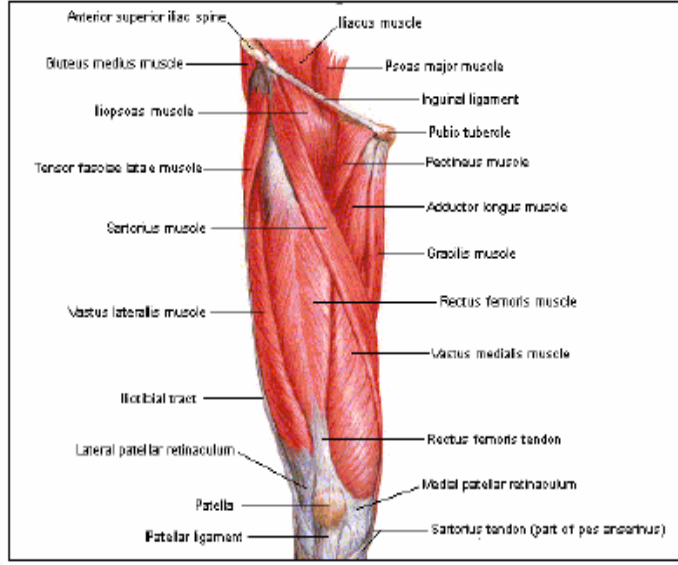
Diz eklemi içinde fibröz kıkırdak yapısında tibia ve femur eklem yüzeyini kısmen ayıran menisküs yapıları vardır. Medial menisküs, hilal şeklindedir ve açıklığı laterale bakar. Lateral menisküs ovaldir ve açıklığı mediale bakar. Avasküler yapılardır. Eklem kapsülünün iç yüzüne yapışırlar. Menisküsler eklem kaymasına yardım eder ve mekanik yükü absorbe ederler (12, 13).

Eklem içinde ön çapraz bağ üstte ve arkada femurun lateral kondilinin iç yüzüne; aşağıda ve önde tibianın interkondiler bölgesine yapışır. Tibianın femur üzerinde öne kaymasını engeller. Arka çapraz bağ tibianın posteriorundan öne ve iç tarafa doğru uzanarak femur iç kondilinin dış yüzünün ön bölümüne ve dış meniskusun arka boynuzuna kısmen tutunur (Şekil 1). Tibianın arkaya kaymasını önler. Fleksiyon ve ekstansiyon sırasında dizde stabilizasyon sağlar (12).



Şekil 1. Diz eklemine önden ve arkadan görünümü (16)

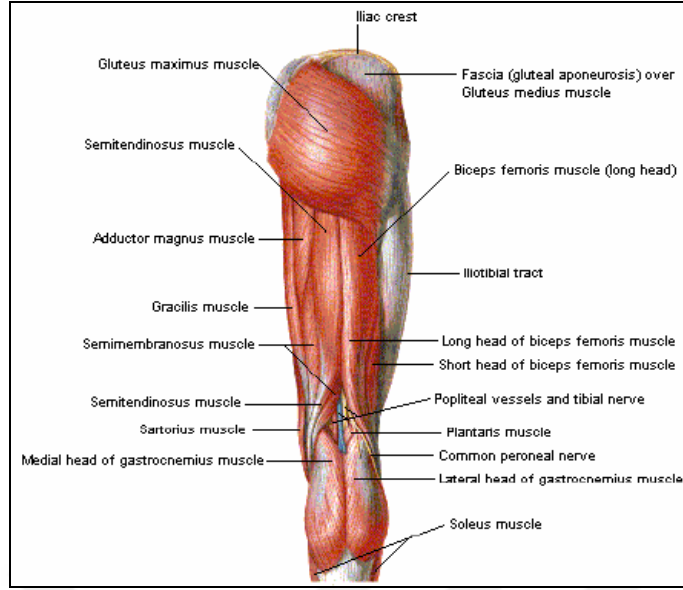
Diz ekstansiyon hareketini kuadriceps femoris kası yapar. M. rectus femoris, m. vastus lateralis, m. vastus medialis, m. vastus intermedius olmak üzere dört kasın birleşmesinden oluşur. Spina iliaca anterior inferiorundan başlar. Patellayı sabitleyen kuadriceps tendonu aracılığıyla tuberositas tibiae'ye yapışır (Şekil 2) (17, 18). Kalça fleksiyonu, diz ekstansiyonu yapar. Femoral sinirden innerve olur (12).



Şekil 2. Diz kaslarının önden görünüşü (17)

Diz ekleminin fleksiyonu, hamstring kasları (m.biceps femoris, m. semitendinosus, m.semimembranosus), m. gracilis, m. tensor fascia lata ve ön kompartmanda bulunan m. sartorius tarafından sağlanır (Şekil 2). Dize dış rotasyon yaptıran temel kas, m. biceps femorisin kısa başıdır. Tensor fascia lata dış rotasyona yardım eder. İç rotasyonla görevli kaslar ise m. semitendinosus, m. popliteus, m. semimembranosus, m. sartorius ve m. gracilistir (19).

Tensor fascia lata, spina iliaca anterior superiordan ve krista ilakanın önünden başlayarak iliotibial traktusta sonlanır. Femura fleksiyon, abduksiyon, iç rotasyon yaptırırken tibianın ekstansiyonuna yardım eder. Superior gluteal sinir innervasyonunu sağlar. Diz ekleminin stabilitesine posterolateralden biceps femoris kası katkı sağlar. Dizin fleksiyonu ve tibianın dış rotasyonunu sağlar. Siniri siyatik sinirdir. Eklem posteromedial kısmında semimembranosus ve semitendinosus kasları yer alır (Şekil 3). Dize fleksiyon ve fleksiyondayken iç rotasyon yaptırır. Sartorius kası spina iliaca anterior superiordan başlayıp uyluğun önünden lateralden mediale ve distale doğru ilerler. Uyluğa fleksiyon, abduksiyon, dış rotasyon ve bacağına fleksiyon yaptırır. Femoral sinirden innerve olur. Gracilis kası pubisten başlar. Uyluk iç yanında ilerleyerek tibia üst ucunda sonlanır. Uyluğa adduksiyon, bacağına fleksiyon ve fleksiyon pozisyonunda iç rotasyon yaptırır. Obturator sinir tarafından uyarılır (12, 20).



Şekil 3. Diz kaslarının arkadan görünümü (17)

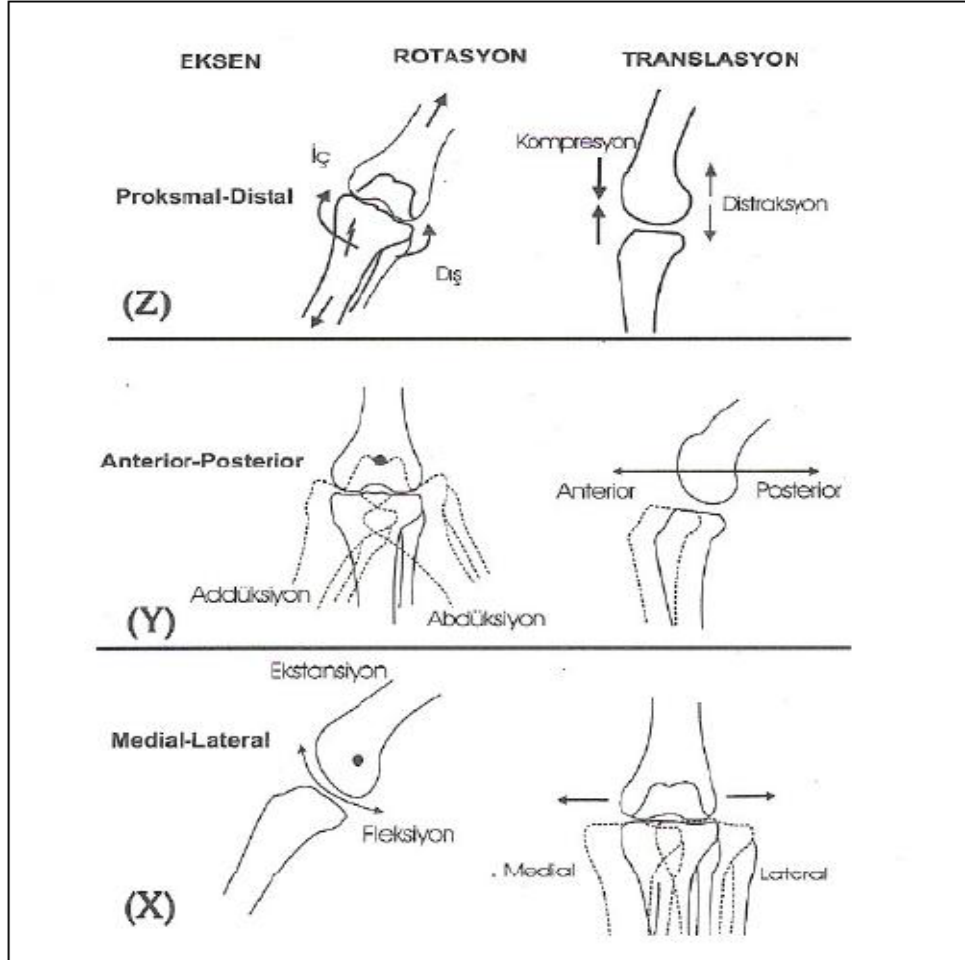
DİZİN EKLEM BİYOMEKANIĞI

Tibiofemoral ve patellofemoral eklemlerden oluşan diz eklemi, ayakta durma sırasında kas kontraksiyonu olmadan vücut ağırlığını destekler. Ayak yerde sabitken gövdenin rotasyonuna izin verir ve yürüme sırasında ağırlık merkezinin salınımını en aza indirerek enerji tüketimini azaltır (15).

Diz eklemi sagittal düzlemde fleksiyon-ekstansiyon, horizontal düzlemde iç-dış rotasyon hareketi yapar. Anteroposterior aks çevresinde sadece diz fleksiyon halindeyken yanlara doğru hareket meydana gelir (Şekil 5). Diz fleksiyon derecesi kalçanın pozisyonu ve hareketin aktif-pasif oluşuna göre değişir. Kalça fleksiyonda iken aktif diz fleksiyonu 140° kalça ekstansiyonda iken hamstring etkinliğinin azalmasından dolayı 120°'dir. Pasif diz fleksiyonu 160°'ye kadar çıkabilir (14). Rotasyon hareketi diz fleksiyonda iken mümkündür. Fleksiyon açısı küçüldükçe rotasyon azalır, ekstansiyonda imkansızdır (15, 21). Diz 90° fleksiyondayken bu açı ortalama 40-50°'dir. Diz fleksiyonu iç rotasyon ile başlayıp, ekstansiyonu dış rotasyon ile biter. Lateral femoral kondilin yarıçapı medial kondilden daha büyük olduğundan fleksiyonda iç rotasyon ekstansiyonda dış rotasyon olur (14). Ekstansiyonun son 20°'sinde tibia femur üzerinde 20°'lik dış rotasyon yapar. Buna dizin terminal rotasyonu ya da 'screw home' mekanizması denir (22). Bu mekanizma kapsül ve ligamentlerde gerginlik oluşturarak dize mekanik stabilite sağlar (15).

Femur ve tibianın eklem yüzlerinin şeklinden dolayı fleksiyon ve ekstansiyon sırasında yuvarlanma ve kayma hareketi meydana gelir. Fleksiyon sırasında femur tibia

üzerinde arkaya yuvarlanırken öne doğru kayar. Ekstansiyondan fleksiyeona geçerken başlangıçta yuvarlanma olurken giderek kayma hareketi belirginleşir. Fleksiyon sonunda kayma hareketi ön plandadır (14, 15).



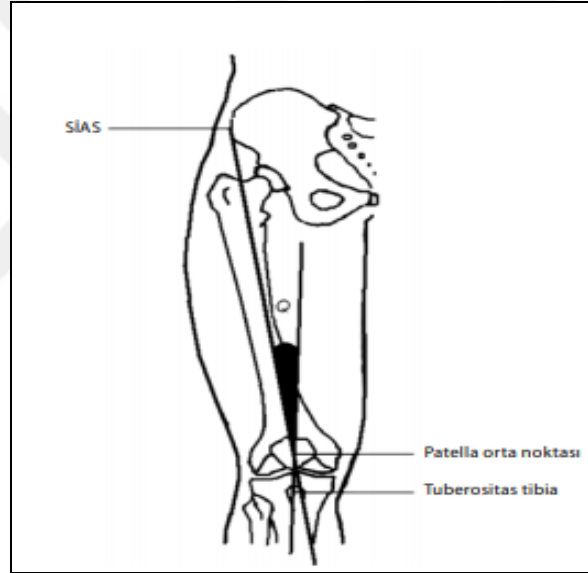
Şekil 5. Diz ekleminin eksenleri (19)

Patella, kuadriceps tendonu içinde yer alır ve vücudun en büyük sesamoid kemiğidir. Ekstansiyon sırasında kuadriceps kasının kuvvet kolunu artırarak kasın döndürme momentini artırıp mekanik avantaj sağlar. Kas kuvvetinin yönünü değiştirir. Böylece diz stabilitesinde önemli rol oynar. Aynı zamanda diz fleksiyonda iken femoral kondillere kemik koruması sağlar (14, 15). Patellektomi yapılan kişilerde tam ekstansiyon için %25 daha fazla kuvvet gerekir (23).

Tibiofemoral eklem kollateral ve çapraz bağlarla stabilize edilir. Medial kollateral ligament valgus stresine karşı koyar. Lateral kollateral ligament fleksiyonda gevşeyerek hafif rotasyon hareketine izin verir ve varus stresine karşı stabilitede önemli rol oynar. Arka çapraz

bağ fleksiyonda gerilir ve tibia'nın posteriora translasyonunu önler. Ön çapraz bağ ekstansiyonda gerilir ve dizde hiperekstansiyonu engeller. Tibia'nın öne doğru hareketini önler (14, 15). Fibrokartilaj yapısındaki medial ve lateral menisküs ekleme binen yükü absorbe eder, stabiliteyi artırır. Eklem hiperekstansiyonu engelleyerek bağlara yardım eder (24, 25). Medial menisküs daha az hareketli olduğundan yaralanma riski daha yüksektir (14, 15)

Patella ortasından spina iliaca anterior superiora çekilen çizgi ile tuberositas tibiadan patella ortasına çekilen çizgi arasında ölçülen açıdır (Şekil 6). Normalde 5-8 derecedir. Erkeklerde üst sınır 12°, kadınlarda 15°'dir. 20°'nin üstü patolojik kabul edilir. 20°'den büyük olması patellofemoral eklem patolojilerine yol açar. Q açısındaki artış genu valgum 'X bacak' oluşmasına; azalma genu varum 'O bacak' oluşumuna neden olur (22, 26).

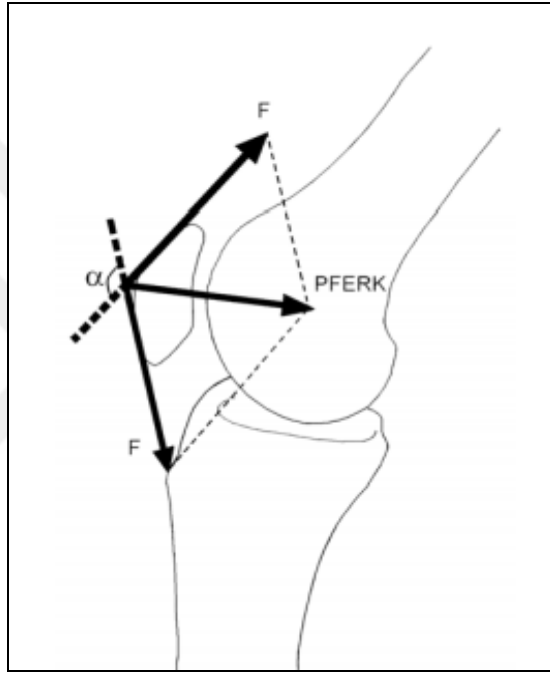


Şekil 6. Q açısı (27)

Normal aktiviteler sırasında diz eklemine etki eden kuvvetler teorik olarak vücut ağırlığının 2-5 katı kadarken, sıçrama gibi aktivitelerde 24 katına çıkabilir. Tibiofemoral eklemden oluşan kompresyon kuvveti diz ekstansiyonda iken vücut ağırlığının 1,6 katı olup, diz 60° fleksiyonda iken vücut ağırlığının 3 katına ulaşabilir. Düz zeminde yürüme sırasında vücut ağırlığının 3,9 katı iken yokuş aşağı yürümeye 8 katına çıkmaktadır. İki ayak üzerinde durma sırasında tibial platoların her birine vücut ağırlığının %45'i kadar kuvvet oluşur. Tek ayak üzerinde durma sırasında kompresif kuvvetler vücut ağırlığının 2 katına çıkar ve diz medialinden geçerek varus etkisi oluşturur (15, 28).

Patellofemoral eklem tepkime kuvvetine (PFERK) kuadriceps kasının kasılma gücü dışında diz fleksiyon açısı da etki eder (Şekil 7). Diz ekstansiyondayken kuadriceps tendonu

ile patellar tendonun gerilme kuvveti aynıdır ve ekleme binen yük azdır. Diz fleksiyonu ile birlikte yük artar. Bu kuvvet 60° diz fleksiyonunda vücut ağırlığının 3,3 katına, 90° fleksiyonda (yarı çömelme) 6,5 katına, 130° fleksiyonda (tam çömelme) 7,8 katına çıkmaktadır (14, 27). Vücut ağırlığının artması, diz fleksiyon açısının artması, patellofemoral eklem temas alanının azalması bu kuvveti artırır. 20° diz fleksiyonu ile patellofemoral eklem teması başlayıp 90° fleksiyonda maksimum olur. 90° 'den sonra patellar tendon ile femur trokleası arasında temas başlar (14).



Şekil 7. Patellofemoral eklem reaksiyon kuvveti (14)

Diz fleksiyonu 60° iken diz ekstansörlerinin kuvveti en yüksek seviyeye çıkar ve ekstansiyon ile azalır. Sandalyeden kalkma ve tırmanma gibi aktivitelerde vücudun ağırlık merkezi diz aksının arkasına düştüğü için kuadriceps kasında fazla kuvvete ihtiyaç duyulur. Hamstring kaslarının en yüksek döndürme kuvveti, kalça fleksiyonu ve diz ekstansiyonunda gerçekleşir (15, 28).

DİZ OSTEOARTRİTİ

Osteoartrit fonksiyon kaybına yol açabilen ve en sık görülen kas iskelet sistemi hastalığıdır. Klinik olarak; eklem ağrısı, hassasiyet, krepitasyon, sertlik, efüzyon ve değişken derecelerde lokal enflamasyonla birlikte hareket kısıtlılığı ile karakterizedir. Ağrı sıklıkla aktivite ile ilişkilidir (29).

Epidemiyoloji

Osteoartrit en yaygın artrit şeklidir. Yürüme, merdiven çıkma ve diğer alt ekstremité görevlerinde, özellikle yaşlılarda, diğer hastalıklardan daha fazla sakatlık yaratır (30). 40 yaşından önce görülme sıklığının düşük olduğu bilinmektedir. 40 ile 60 yaşları arasında prevalansta doğrusal bir artış söz konusudur. Dünya çapında hastalık tahminleri 60 yaş ve üstü erkeklerin % 9,6'sında ve kadınların % 18'inde semptomatik osteoartrit göstermektedir (31).

Osteoartrit insidansı ve prevalansı klinik veya radyografik tanımların kullanılıp kullanılmadığına göre değişir. Radyografik OA kanıtı olan tüm hastaların semptomları yoktur. 30 yaşın üzerindeki yetişkinlerin yaklaşık % 30'unda el OA'nın radyografik kanıtı vardır. 55 yaş üstü kişilerin en az % 33'ü (ve bazı çalışmalarda % 68) diz OA'nın radyografik kanıtına sahiptir. Klinik olarak, 30 yaşın üzerindeki yetişkinlerin % 6'sında semptomatik diz OA'sı ve 60 yaşın üzerindeki yetişkinlerin % 10-15'inde semptomlar vardır (32).

Risk Faktörleri

Genetik: İkiz ve aile çalışmaları, OA için monozigotik ikizler arasında, dizogotik ikizler arasında olduğundan daha yüksek uyum olduğunu ve OA'nın kalıtsal bileşeninin % 50 ile % 65 arasında olabileceğini göstermiştir (33). Bununla birlikte, genel popülasyonda OA prevalansı ve geniş klinik heterojenite nedeniyle, OA patogenezinin kesin genetik katkının analiz edilmesi zor olmuştur. Ayrıca, çoklu genetik faktörlerin OA insidansına ve ciddiyetine katkıda bulunabileceği ve bunların spesifik eklemlere (el, kalça, diz veya omurga), cinsiyete ve ırka göre değişebileceği açıktır (34).

Eklem kıkırdağının hücre dışı matrisinin proteinlerini kodlayan birçok aday gen, erken başlangıçlı OA ile ilişkilendirilmiştir (35). Tip II kollajendeki nokta mutasyonlara ek olarak, kalıtsal OA formlarına Tip IV, V ve VI kollajeni kodlayan genlerdeki mutasyonlar dahil olabilir (36, 37).

Yaş: Osteoartrit gelişiminin en güçlü belirleyicisidir. Eklem kıkırdağındaki yaşa bağlı mekanik stres; yürüme, kas güçsüzlüğü, propriosepsiyondaki ve vücut ağırlığındaki değişiklikler olmak üzere bir dizi faktörden kaynaklanabilir (34). Eklem kıkırdağındaki yaşa bağlı morfolojik değişiklikler muhtemelen kondrositlerin dokuyu koruma ve onarma kabiliyetindeki azalma nedeniyle oluşur. Kondrositler, mitotik ve sentetik aktivitede şiddetli bir azalmaya maruz kalır, anabolik büyüme faktörlerine karşı duyarlılığı azalır ve daha küçük

ve daha az muntazam proteoglikanlar ve daha az fonksiyonel bağlantı proteini sentezler (38). Kıkırdak tamiri için azalan kapasite, hormonal değişiklikler ve çevresel risklerin kümülatif etkileri yaşa bağlı olası mekanizmalardır (39).

Cinsiyet: Yaştan bağımsız olarak, osteoartrit oluşumu cinsiyete göre farklılık gösterir. Kadınlarda erkeklerden daha sık görülür (30). Her ne kadar kalça OA erkeklerde biraz daha yaygın olsa da, özellikle dizde 50 yaşından sonra kadınlar arasında prevalansta belirgin bir artış vardır ve östrojen yetmezliğine atfedilen bu artışın sebebi tam olarak anlaşılmamıştır (30, 34, 40).

İrk: Etnik ve ırksal farklılıklar OA oluşum nedenlerine dair fikir oluşturmaktadır. OA prevalansı ve şiddetinde rol oynayabilmektedir. Bu durumun genetik etkenlere bağlı olabileceği düşünülmektedir (41).

Beslenme: OA'da beslenme faktörlerinin de önemli rolü olabilir. Antioksidanların, yaşa bağlı diğer hastalıklarda olduğu gibi hastalığın ilerlemesine karşı koruma sağladığı düşünülmektedir (30, 42).

Obezite: Değiştirilebilir risk faktörleri arasında olan aşırı kilo ve obezite, muhtemelen hem yük hem de stresin artması ile ilişkili olarak osteoartritin gelişimi ve ilerlemesi için risk faktörleri olarak kabul edilmektedir (39). Vücut kitle indeksinin (VKİ) OA üzerindeki etkisini açıklamanın bir başka yolu yağ dokusunun pro-inflamatuvar etkisidir. İnflamasyonun yerel bir süreç olmakla birlikte sistemik bir role sahip olduğu düşünülmektedir (43).

Yaralanma: Majör travmalar ve eklemleri zorlayan tekrarlanan hareketler OA gelişimi için zemin hazırlayabilir. Tekrarlayıcı torsiyonel yüklenmeler içeren dayanıklılık sporları diz OA riskini artırabilir (30).

Meslek: Tekrarlayan, yük taşıma faaliyetlerini içeren meslekler OA gelişiminde risk faktörüdür. Manuel, fiziksel işler diz, kalça ve el OA için risk faktörü olarak saptanmıştır (44).

Mekanik etkiler: Dizilim bozuklukları, instabilite, propriyosepsiyon kaybı ve kas güçsüzlüğü gibi spesifik biyomekanik eklem faktörleri OA gelişimine katkıda bulunabilir (45).

Kas güçsüzlüğü: Radyografik diz OA'lı kişilerde, semptomatik olsun veya olmasın, sağlıklı kişilere göre daha zayıf kuadriseps kasları vardır (46). Güçlendirme, dengesiz bir eklemi stabilize etmeye, kuvveti dağıtmaya veya darbe yükünün ani etkisini azaltmaya hizmet edebilir (30). Yapılan bir çalışmada, alt ekstremitte kaslarının kuvvetlendirilmesi dizleri OA gelişiminden koruyabileceğini ve OA olanlarda hastalığın ilerlemesini önleyebileceğini göstermektedir. Dahası dirençli egzersizlerin OA ilişkili sakatlığı iyileştirdiği belirtilmektedir (47).

Kemik kitlesi: Yüksek kemik mineral yoğunluğunun OA gelişimi ile ilişkili olduğu düşünülmektedir. Yüksek kemik mineral yoğunluğu, radyografik diz OA'da ilerleme riskini azaltmakla birlikte artmış diz hastalığı riski ile ilişkilidir (41).

Östrojen: Kadınlarda menopozdan sonra OA prevalansının dramatik bir şekilde artması, östrojen kaybının risk faktörü olarak ortaya çıkmasına neden olmuştur (30). Ancak diz OA ile hormon tedavisi arasındaki ilişki tartışmalıdır. Bazı çalışmalar etkisiz kalırken, bazıları östrojen tedavisinden korunma göstermiştir (48).

Patogenez

Hastalığın ana özelliği eklem kıkırdak kaybı ve subkondral kemik sklerozudur. Histolojik olarak hastalık, kıkırdak yüzeyinin erken parçalanması, kondrositlerin kümelenmesi, kıkırdaktaki dikey yarıklar, değişken kristal birikimi, remodeling ve sonunda kan damarları oluşumu ile karakterizedir (43).

Osteoartrit, yapısal, mekanik ve biyolojik yolların kombinasyonu ile oluşan karmaşık bir hastalıktır. Eklem bileşenlerinin dejenerasyonuna neden olur. Çok faktörlü bir etiyolojisi vardır. Sistemik ve lokal faktörler arasındaki etkileşimin ürünü olarak kabul edilebilir (49).

Normal şartlarda eklem kıkırdağındaki matriks bileşenlerinin sentezi ve yıkımı arasında bir denge vardır. Bu denge kondrositlerin mekanik ve kimyasal uyarılara cevabı ile olur. İnsülin benzeri büyüme hormonu (IGF-1), büyüme hormonu, transforme edici büyüme faktörü- β (TGF- β), fibroblast büyüme faktörü (FGF), epidermal büyüme faktörü, interlökin 1 (IL-1), tümör nekroz faktör- α (TNF- α), interferon- γ , D vitamini kıkırdak üzerine etkili

faktörlerdir. Ayrıca kondrositler metalloproteinazlar (MMP) ve katepsin (katepsin B ve D) salgılayarak kıkırdak yıkımına neden olur. Bu enzimler kondrositlerden salınan metalloproteinaz doku inhibitörleri (TIMP) tarafından inhibe edilir (50, 51).

Enzimatik aktivitede hafif bir artışa neden olan bir mikro kırılma veya travma, makrofajlar tarafından yutulabilen "aşınma" partiküllerinin oluşmasına neden olur. Aynı zamanda sinoviyal makrofajlar tarafından alınan kollajen ve proteoglikanın parçalanmasından kaynaklanan moleküller, TNF- α , IL-1 ve IL-6 gibi proinflatuar sitokinlerin salınımına neden olur. Bu sitokinler, MMP'lerin daha fazla salınmasına ve tip II kollajen ve agrekan üretiminin inhibisyonuna yol açar. MMP-13 artışı tip 3 kollajende azalma, tip 4 kollajende artışa yol açar. Homeostazın bu şekilde bozulması ile kıkırdağın su içeriği artar. Hücre dışı matrisin proteoglikan içeriği azalır, kollajen ağı zayıflar ve kondrositlerin apoptosisi artar (52).

Tablo 1. Osteoartritte etkilenen dokular

Kıkırdak	Fokal yumuşama ve kayıp
Kemik	Osteofit, skleroz, subkondral osteopeni
Kapsül	Kalınlaşma
Sinovyum	Kalınlaşma ve orta düzeyde enflamasyon
Kas	Atrofi ve zayıflama
Ligaman	Dejenerasyon
Bursa	Sekonder bursit
Damarlar	Anjiogenez, avasküler nekroz, venöz hipertansiyon

Dejeneratif hastalık süreci sadece eklem kıkırdağını etkilemez, aynı zamanda subkondral kemik, ligament, kapsül, sinovyal membran ve peri-artiküler kaslar olmak üzere tüm eklemi etkiler (Tablo 1) (53). Kıkırdak matriks yıkımı morfolojik olarak fibrilasyonlara, fissürlere, gros ülserasyonlara ve eklem yüzü kaybına yol açar (43, 54). Erken dönemde kondrosit proliferasyonunda artma olur. Kıkırdak dejenerasyonuna sekonder subkondral kemikte değişiklikler gözlenir. Subkondral skleroz, kavitasyonlar ve osteofitler oluşur (50, 55, 56). Kemik remodelingi, fibrokartilaj dejenerasyonu, kondro-osteofitik çıkıntılar, sinoviyal enflamatuar hücreler ve sinovyum hücresi hiperplazisi ortaya çıkar. Aktive olmuş sinovyum aşırı sinovyal sıvı salgılar ve kapsül şişmesine yol açar. Bu şişkinlik, bir spinal refleks vasıtasıyla, eklemleri köprüleyen kasların (artrojen inhibisyonu) tamamen aktivasyonunu engeller ve kullanım eksikliği ile birlikte, kas güçsüzlüğü ve atrofiye yol açar (29).

Sınıflandırması

Primer (idyopatik) ve sekonder olarak ikiye ayrılır.

1-Primer Osteoartrit: Nedeni bilinmiyorsa buna primer OA denir. OA' in en sık görülen formudur. Genellikle herediterdir. Heberden nodülleri ile birlikte seyreden primer generalize OA kadınlarda dominant, erkeklerde otozomal resesif taşınır (57).

2-Sekonder Osteoartrit: Altta yatan lokal veya sistemik faktörler sonucu ortaya çıkan OA olarak tanımlanır.

- Travma
- Doğumsal veya gelişimsel bozukluklar: Kalça displazisi, femur başı epifiziti, bacak boyu farkı
- Sistemik metabolik hastalıklar: Kondrokalsinozis, hemakromatozis, okronozis, Wilson hastalığı, Paget hastalığı
- Endokrin hastalıkları: Diabetes mellitus, akromegali, hiperparatiroidizm)
- Kristal depo hastalıkları: Gut, kalsiyum apatit, kalsiyum pirofosfat dihidrat)
- Enflamatuvar ve enfektif eklem hastalıkları: Septik artrit, romatoid artrit, psöriatik artrit) (58).

Tanı

Osteoartritte tanı klinik bulgular ile konulmaktadır. Ancak hastalığın evrelendirilmesi ve tedaviye yanıtın belirlenmesinde tanısal görüntüleme yöntemleri de kullanılmaktadır (59). American College of Rheumatology (ACR) tarafından tanı kriterleri geliştirilmiştir (Tablo 2). Bu kriterler klinik, laboratuvar ve radyolojik bulgulara göre oluşturulmuştur (60, 61).

Tablo 2. American College of Rheumatology (ACR) Diz Osteoartrit Tanı Kriterleri

Klinik	Klinik/Radyoloji
1. Son ay içinde pek çok gün diz ağrısı olması	1.Önceki ayın pek çok gününde diz ağrısı olması
2. Eklem hareketi ile krepitasyon olması	2. Radyolojik olarak eklem kenarı osteofitleri
3. Sabah tutukluğunun 30 dk. ve altında olması	3.Osteoartrit için tipik sinovyal sıvı bulguları
4. 38 yaş ve üstünde olmak	4. 40 yaş ve üstü olmak
5. Muayenede eklemde büyüme gözlenmesi	5. Sabah tutukluğunun 30 dakika ve altında olması
Osteoartrit var; 1,2,3,4 veya 1,2,5 veya 1,4,5	6. Aktif eklem hareketi ile krepitasyon alınması
	Osteoartrit var; 1,2 veya 1,3,5,6 veya 1,4,5,6

Klinik Bulgular

Osteoartritin sıklığı yaşla birlikte artar. 40 yaşın öncesinde nadirken 80 yaşın üzerindeki olguların %80'inde radyolojik ve histolojik olarak OA bulguları vardır. Ancak OA bulguları olan kişilerin ancak yarısında semptomlar mevcuttur (50). En önemli yakınma ağrıdır. Ağrı genellikle eklem kullanımı ile artar. Bazen şişlik, eklem hareket açıklığında (EHA) azalma yakınması olabilir. Fonksiyon kaybı nedeniyle kişinin günlük yaşam aktivitelerini etkileyebilir. Eklem yüzeylerindeki düzensizlik eklem aralığından ses gelme yakınmasına neden olabilir (50).

Ağrı: En sık görülen semptomdur. Erken evrede eklem kullanımı ile artar. İstirahatle azalır. Hastalık ilerledikçe ağrı daha yoğundur ve istirahat halinde de vardır. Gece ağrısı da görülebilir. Ağrı tam lokalize edilemeyebilir ve tüm eklem yayılmış gibi hissedilir (62).

Kıkırdak dokusunun sinirsel uyarımı yoktur ve ağrı intraartiküler, periartiküler yapılardan kaynaklanır. Subkondral kemik direkt ağrı kaynağıdır. Sinovyum sensitif dokudur ve direkt ağrı kaynağıdır. Sinovyal efüzyon kapsül, ligament ve tendonlarda gerilmeye yol açar ve basınç reseptörleri uyarılır. Refleks kas spazmı da ağrıya yol açar (62).

Tutukluk: OA'da sık görülen bir semptomdur. Eklem hareketinin başlatılmasındaki zorluk olarak belirtilir. Özellikle sabahları ve immobilizasyon sonrası hissedilir. İnflamatuvar artritlerden farklı olarak kısa sürelidir. Genellikle birkaç dakika sürer. Bazı olgularda daha uzundur, ancak yarım saatten azdır (50,62).

Şişlik: OA'da eklem şişliği sinovit, sinovyal efüzyon, eklem çevresindeki yumuşak doku ve kemiklerin genişlemesinden kaynaklanır. Efüzyon, eklem kapsülünün gerilmesine ve ağrının artmasına yol açar. Hareket kısıtlılığı ve fonksiyon kaybı oluşabilir (50,62). Ayrıca periartiküler dokuların irritasyonu eklem biyomekaniğinin bozulmasından kaynaklanır. Bursit, tendinit eşlik edebilir. Eklem çevresi yapılarda hasssiyet görülür (62).

Krepitasyon: Eklem yüzeylerinin düzensizliğinden kaynaklanan çıtırtı sesidir. Eklem hareketi sırasında palpasyonla hissedilebileceği gibi hasta tarafından dışarıdan da işitilebilir (50).

İnstabilite: Eklem destrüksiyonu, çevre ligamentlerdeki gevşeklik, kas güçsüzlüğü nedeniyle ileri OA olgularında görülür. Ayrıca proprioepsiyon kaybı da söz konusudur. Genellikle dizde varum deformitesi meydana getirir (50, 62).

Fonksiyon kaybı: Sıklıkla ağrı nedeniyle oluşur. Hareket kısıtlılığı ve kas gücünde azalma da fonksiyon kaybına yol açar. Diz OA’da yürümede kısıtlanma ve yorgunluk ön plandadır (62).

Laboratuvar Bulguları

Osteoartrit tanısı için özgül laboratuvar testi yoktur. Eritrosit sedimentasyon hızı, C-reaktif protein, rutin kan sayımı normaldir. Laboratuvar testleri ayırıcı tanı amacıyla yapılır. Sinovyal sıvı hafif inflamasyona ait non-spesifik özellikler gösterir. Sinovyal sıvının rengi berraktır ve hücre sayısı mm³’de 2000’ den düşüktür. Viskozitede azalma ve proteinde hafif artış görülür (63).

Radyolojik Bulgular

Radyografi: OA’da en önemli ve ilk seçenek görüntüleme yöntemidir. Direkt grafide OA bulguları; eklem aralığında daralma, subkondral kemik sklerozu, subkondral kistler ve osteofit oluşumudur. İleri evrelerde subluksasyon ve deformiteler görülür (50, 59). OA değerlendirilmesinde en sık Kellgren Lawrence sınıflaması (Tablo 3) kullanılmaktadır (64). Altın standart olarak kabul edilmiştir (59).

Tablo 3. Kellgren Lawrence sınıflandırması

Evre 0	Normal
Evre 1	Şüpheli eklem aralığı daralması, olası osteofit
Evre 2	Olası eklem aralığı daralması, kesin osteofit
Evre 3	Kesin eklem aralığı daralması, orta derecede multipl osteofit, skleroz başlangıcı
Evre 4	Eklem aralığında ileri derecede daralma, osteofitler, skleroz, kistler

Ultrasonografi: Kemik yapıyı görüntüleme zorluğu en büyük dezavantajıdır. Eklemdeki efüzyonun belirlenmesi, çevre yumuşak dokular hakkında bilgi vermesi, radyasyon içermemesi avantajıdır. Eklem içi enjeksiyon uygulamalarında rehber olarak kullanılabilir (50).

Manyetik rezonans görüntüleme: Eklemün tüm bölümlerini aynı anda görüntüleme avantajı sağlar. Marjinal ve santral osteofitleri belirlemede radyografilerden daha hassastır. Sinovyal efüzyonu, sinovyal kalınlaşmayı, bağları, kıkırdak kaybını değerlendirebilen, kemik iliği ödemi gösteren bir tekniktir. Ayrıca osteonekrozu saptamada da önemlidir (50).

Bilgisayarlı tomografi: Aksiyel plandaki eklemlerin değerlendirilmesi yapılır. Subkondral kemik kalitesinin belirlenmesi, eklem aralığının ölçülmesinde yararlıdır (50).

Sintigrafi: Hastalığın erken tanısında faydalıdır. Tutulan eklemlerin dağılımını ve sayısını gösterir. Hastalığın tanı ve takibinde rutinde önerilmez (59). Artmış tutulum osteofit ve subkondral skleroz ile ilişkilidir. İnflamatuvar dönemde bölgesel yaygın tutulum görülebilir (50).

Artroskopi: Eklem içi yapıları direkt ve en iyi şekilde görüntüleme yöntemidir (59). Mekanik stabilitenin değerlendirilmesini ve eklem içi yapıların bütünlüğünün gösterilmesini sağlar. İnvaziv olması dezavantajıdır (50).

Osteoartrit Tedavisi

Osteoartrit kliniği ile radyolojik tutulumu paralel olmayabilir. Bu nedenle hastaların ayrı ayrı değerlendirilmesi ve uygun tedavinin kişiye göre verilmesi gerekir. Değerlendirme sırasında ağrının süresi, şiddeti, gece ağrısı olup olmadığı, hastanın fonksiyonelliği, EHA ölçümü ve deformite varlığı belirlenmeli ve daha önce tedavi alıp almadığı sorgulanmalıdır. Tedavi hedefleri; hastayı OA konusunda eğitmek, ağrıyı azaltıp fonksiyonelliği arttırmaktır. OA’da ilaç tedavisi, ilaç dışı tedaviler ve cerrahi tedavi seçenekleri bulunmaktadır (50). Optimal OA tedavisi için European League Against Rheumatism (EULAR) önerileri tablo 4’de verilmiştir (65).

Tablo 4. Diz Osteoartrit Tedavisinde EULAR Önerileri

1. Optimal diz OA tedavisinde ilaç ve ilaç dışı tedavilerin birlikte kullanılmalıdır.
2. Diz OA tedavisi obezite, fiziksel aktivite, yaş, ağrının şiddeti, sakatlık düzeyi, inflamasyona göre şekillendirilmelidir.
3. İlaç dışı tedaviler hastanın eğitimi, kilo verme, egzersiz, baston, tabanlık, dizlik gibi yardımcı cihaz kullanımından oluşur.
4. İlk tercih edilecek ilaç parasetamoldur. Başarılı olursa uzun dönemde kullanılabilir.
5. Topikal uygulamalar klinik olarak güvenli ve etkindir.
6. Asetaminofene yanıtı olmayan olgularda steroid olmayan antiinflamatuvar ilaçlar (NSAİİ) kullanılmalıdır.
7. NSAİİ’lerin kontrendike veya yanıtı olmadığı durumlarda parasetamolle birlikte veya tek başına opioid analjezikler önerilmektedir.
8. Glukozamin sülfat, kondroitin sülfat, hyalüronik asit, diaserin gibi semptomatik yavaş etkili OA ilaçları hastalık modifiye edici etkiye sahiptir.
9. Efüzyonun eşlik ettiği diz ağrısı alevlenmesinde intraartiküler steroid enjeksiyonu önerilmektedir.
10. Tedaviye yanıtı olmayan ağrı ve sakatlık durumunda cerrahi tedavi düşünülebilir.

İlaç Dışı Tedaviler

Hasta eğitimi: Hastaların tedaviye uyumları eğitim ile artırılabilir. Bu nedenle klinik ve tedavi ile ilgili bilgi verilmelidir. Yaşam tarzı değişikliği, eklem koruma teknikleri önerilmelidir. İstirahat akut alevlenmelerde mutlaka önerilmelidir.

Kilo verme: Diz OA için obezite değiştirilebilir önemli bir risk faktörü olduğundan eklem binen yükün azaltılabilmesi için kilo verme önerilmelidir. Ağrı ve fonksiyonellikte önemli düzelmeler sağlamaktadır (66).

Yardımcı cihaz ve ortez kullanımı: Eklemi korumak için baston, kanedyen, yürüteç gibi yardımcı cihazlar verilebilir. İnstabileyi önlemek ve eklem hareketini kontrol edebilmek için dizlikler önerilir. Yükü azaltmak amacıyla şok absorbe edici tabanlıklar kullanılabilir. Yaşanılan ortamın düzenlenmesi de tedavinin bir parçasıdır. Klozet ve sandalye yüksekliğinin artırılması, merdiven kullanımının azaltılması önerilebilir (50).

Egzersiz: OA'da egzersiz tedavisinin amacı ağrıyı azaltmak, fonksiyonelliği arttırmak, sakatlığı önlemek ve yaşam kalitesini arttırmaktır. Egzersiz tedavisi bireysel olarak düzenlenmeli ve hastanın yaşı, ağrısının şiddeti, komorbidite varlığı dikkate alınmalıdır (67). OA egzersiz programında EHA, germe, güçlendirme, propriosepsiyon egzersizleri ve aerobik egzersizler yer almalıdır. Egzersiz programına izometrik egzersizler ile başlanmalı, izotonik ve izokinetik egzersizlerle devam edilmelidir. Akut enflamasyon varlığında pasif EHA egzersizleri, subakut evrede kas kuvvetini arttırıcı egzersizler, kronik dönemde ise fonksiyonelliğe yönelik egzersizler verilmelidir (67).

Kas kuvvetini arttıran egzersizler; izometrik, izotonik ve izokinetik egzersizlerdir. İzometrik egzersizler; EHA ve kasın boyunda değişiklik olmaksızın kas tonusunda artışın olduğu egzersizlerdir. Sadece kasılmanın olduğu açıda kas kuvveti artar. Hareketin istenmediği ya da aşırı ağırlı durumlarda tercih edilir. İzotonik egzersizler; progresif rezistif egzersiz de denir. Sabit direnç karşı EHA boyunca yapılan dinamik kas kontraksiyonlarıdır (68). Farklı EHA derecelerinde kas içi gerilim değişir. İzokinetik egzersizler; bilgisayar sistemi ve özel ekipmanla yapılan güçlendirme egzersizleridir. Sabit açısal hızda kişinin cihaza uyguladığı kuvvet direnç olarak yansır ve tüm EHA boyunca maksimum kas gerilimi sağlanmış olur (68).

Egzersiz tedavisinde hasta uyumu önemlidir. Hastalara egzersizler gösterilmeli ve hatırlatıcı broşürler verilmelidir. Hasta uyumunun artırılması için hastalar düzenli aralıklarla aranarak egzersiz yapıp yapmadıkları sorgulanmalıdır (50).

Fizik tedavi ajanları: OA tedavisinde ısı ajanları, TENS, interferansiyel akımlar, ultrason, elektromanyetik alan, lazer gibi ajanlar kullanılmaktadır. Akut inflamatuvar dönemde soğuk uygulama önerilmektedir. Kronik dönemde ise hastalar sıcak uygulamadan fayda görmektedir. Sıcak paketler ya da daha derin dokuların ısınmasına izin veren ultrason ve kısa dalga diatermi gibi ajanlar kullanılmaktadır (50).

Fizik tedavi ajanlarından NMES kas kuvvetinin artırılması, atrofinin önlenmesi, spastisitenin azaltılmasını sağlar (69). Kas kuvvetlendirmede kullanımının amacı, maksimal istemli kasılmadan daha fazla motor üniteye aksiyon potansiyeli oluşturmaktır (70). Yakın zamanda sağlıklı kişilerde veya sporcularda güçlendirme yöntemi olarak da kullanılmaktadır. En sık uyarılan kas grubu kuadriceps femoristir (71). Osteoartritle ilgili yapılan çalışmalarda kas kuvvetini artırmada çelişkili sonuçlar saptanmıştır (10, 72). Yapılan bir çalışmada kuadriceps femorise uygulanan NMES tedavisinin ağrıyı azalttığı ve egzersiz programının etkinliğini arttırdığı; ancak kas kuvveti ve fonksiyonel performansı arttırmadığı gözlenmiştir (72). 2014 yılında yayınlanan Osteoarthritis Research Society International (OARSI) klavuzunda, OA tedavisinde NMES'in kullanılabilirliği belirsiz olarak belirtilmiştir (73).

İlaç Tedavileri

Topikal ajanlar: En sık tercih edilen topikal ajanlar NSAİİ ve kapsaisindir. Ağrı kesici ilaçların yeterli olmadığı durumlarda topikal tedaviler oral ajanlara yardımcı olarak önerilebilir. 75 yaş üstü hastalarda oral yerine topikal NSAİİ tercih edilmelidir (74).

Asetaminofen: OA tedavisinde ilk olarak tercih edilmektedir. Büyük ölçüde etkili, nispeten güvenli, iyi tolere edilebilir ve kolay erişilebilirdir. Kanıtlar kısa süreli asetaminofen kullanımının düşük ile orta düzey OA ağrısı üzerinde etkili olduğunu göstermektedir (74).

Non-steroid antiinflamatuvar ilaçlar (NSAİİ): Asetaminofen ile kontrol altına alınamayan OA ağrılarında NSAİİ'ler kullanılabilir. Prostaglandin sentezinde etkili siklooksijenaz enzim inhibisyonu yaparak etki ederler. Asetaminofen ile birlikte kullanımı daha etkin olabilir (50). Oral NSAİİ kullanımına başlamadan önce hastalar gastrointestinal, kardiyovasküler ve renal komplikasyonlar açısından iyice değerlendirilmelidir. Gastrointestinal sistem açısından yüksek riskli olgularda NSAİİ tercih edilmemeli, orta riskli

olanlarda proton pompa inhibitörleri ile birlikte kullanılması önerilir. Kardiyovasküler risk faktörü olan hastalarda dikkatli kullanılmalı, oral bir NSAİİ kullanılacaksa naproksen tercih edilmelidir. Kreatin klirensi 60'ın altında olanlarda NSAİİ kullanımından mümkünse kaçınılmalı, 30'un altında ise kontrendikedir (74).

Narkotik analjezikler: Şiddetli ağrısı olan, diğer farmakolojik ajanların yanıtı veya kontrendike olduğu durumlarda tramadol, kodein gibi zayıf opioidler tercih edilebilir. Asetaminofen ile kombine preparatları da kullanılabilir (3, 50).

Duloksetin: NSAİİ tedavisinin yetersiz veya kontrendike olduğu hastalar için monoterapi olarak ya da NSAİİ'ler ile birlikte kullanılabilir (Kanıt düzeyi derlemeler ve randomize kontrollü çalışmalar sonucu uygundur.) (74).

Spesifik anti-osteoartritik ajanlar: Kıkırdak yapısında bulunan glukozamin ve kondroitin sülfat tedavisi semptomatik etkilidir ve kıkırdak yapısını değiştirebilir. Bazı çalışmalarda ağrı açısından kondroitinin plaseboya göre önemli bir yararı olmadığı, bazılarında ise kondroitin lehine büyük etki büyüklükleri saptanmıştır. OARSI diz OA tedavi klavuzunda glukozamin, kondroitin sülfat gibi ajanları tedavi için net endikasyon içermeyen gruba dahil etmişlerdir (73).

İntraartiküler enjeksiyonlar: Diz OA'da akut ağrı ve inflamasyonu yönetmek için eklem içi kortikosteroid kullanılabilir. Asetaminofen ve NSAİİ yanıtı OA ağrılarında önerilir (74). Etkin ve güvenilirdir (73). Kısa sürede etkisi başlar ve 4 hafta sürer. Genel kural olarak bir eklemde yılda 3 uygulama ile sınırlıdır (50). OA'da hyalüronik asit enjeksiyonlarının rolü belirsizdir. Etkinlik ve güvenlik araştıran metaanaliz sonuçları çelişkilidir (73). Çalışmalarda etkisinin 2-5 haftada başladığı, en fazla 6-12 ay sürdüğü belirtilmektedir. OA evresinin ileri olmaması ve eklemde efüzyon bulunmaması etkinliğini arttırmaktadır (75).

Cerrahi Tedaviler

İleri evre diz OA'sı olan ilaç ve ilaç dışı tedavilere yanıtı olmayan olgularda cerrahi tedavi düşünülebilir. Ağrı ve fonksiyon kaybı olan, yaşam kalitesi bozulmuş hastalarda eklem replasman cerrahisi düşünülmelidir. Dizilim bozukluğu olanlarda biyomekaniği düzeltmek için osteotomi önerilebilir (3, 76).

İZOKİNETİK SİSTEM

İzokinetik egzersizler, bilgisayar kontrolünde özel ekipmanla yapılan, kas kuvvetini arttırmada etkili yöntemlerdir. Uygulanan kuvvet ne kadar fazla olursa olsun açısal hız değişmez. Tüm EHA boyunca maksimum kas gerimi sağlanır (68, 77). Egzersiz sırasında oluşan ağrıya karşılık kasın oluşturduğu direncin düşmesiyle cihazın verdiği direnç de azalır ve egzersize düşük yoğunlukta devam edilir. Böylelikle yaralanma riski azalır.

İzokinetik sistemler, kas iskelet sistemi sorunlarının değerlendirilmesinde ve rehabilitasyonunda kullanılır. Tedavi sonuçlarının değerlendirmesine yönelik veriler sağlar (78). Kas gücünün, dayanıklılığının ve toplam iş değerlerinin objektif ölçülmesini sağlar. İki ekstremité birbiriyle kıyaslanabilir, aganist/antagonist oranları, iş ve yorgunluk parametreleri belirlenebilir. Hareketin kinematik analizi yapılabilir (79). Hastaların fonksiyonel kapasitesini ve kas performansının değerlendirilmesini sağlar (80). Rehabilitasyon programında kas performansını artırmak için izometrik, izotonik-konsantrik, izotonik-eksantrik, izokinetik-konsantrik, izokinetik-eksantrik egzersizleri ve birleşimleri kullanılabilir (78).

İzokinetik sistemi oluşturan temel parçalar şunlardır:

Dinamometre: Cihazın kasılma tipi, hızı, döndürme momentinin ölçülmesini sağlayan temel parçadır. İzokinetik dinamometreler, 5°-500°/sn açısal hızlarda değerlendirmeler yapabilmektedir.

Koltuk ve yardımcı aparatlar: Ekstremité ve gövde segmentlerinin değerlendirilebilmesi için hastanın oturacağı koltuk ve test edilecek eklemlerin yerleştirilmesini sağlayan parçalar.

Bilgisayar: İzokinetik cihazla yapılacak tüm işlemlerin başlatılması ve sonlandırılması, hız seçimi, hareket açıları, çeşitli parametrelerin hesaplanması, karşılaştırılması ve oranlanması bu sistemle sağlanır. Sonuçlar sayısal raporlar ve grafikler şeklinde elde edilerek yorumlanır (80, 81).

Test Parametreleri

Açısal hız: Birim zamandaki yer değiştirmedir. Birimi derece/saniyedir (°/sn).

Döndürme momenti (Tork): İzokinetik sistemlerde bir cisim belli bir eksen etrafında döndürmek amacıyla uygulanan kuvvet tork olarak ölçülür. Birimi Newtonmetre (Nm)'dir.

Döndürme momenti tepe değeri (Pik tork): EHA boyunca kaslar tarafından üretilen en yüksek döndürme momentidir. Birimi Nm'dir. En yaygın kullanılan en güvenilir kuvvet ölçüsüdür.

Pik tork/vücut ağırlığı oranı: Elde edilen test sonuçlarının kişiler arasında karşılaştırmasını ve ağırlık taşıyan kasların fonksiyonel kuvvetinin değerlendirmesini sağlar.

Toplam iş (TW): Kuvvete karşı açısal yer değiştirme mesafesidir. Hıza bağlıdır. En yüksek değerlere düşük hızlarda ulaşılır. Dayanıklılık ölçümünü sağlar (82).

Güç: Birim zamanda yapılan iştir. Birimi Watt'tır. Açısal hızın artması ile tork azalır, güç üretimi artar (83).

Endurans: Kastaki yorgunluğun ölçüsüdür (81, 82, 84).

İzokinetik Test Endikasyonları

- 1- Kasların güç, iş, dayanıklılık gibi dinamik performanslarını ölçmek,
- 2- Yaralanmaların derecesini belirlemek, rehabilitasyonunu yapmak ve iyileşme sonrası karşılaştırma yapmak,
- 3- Atletik taramalar yapmak, spora özgü yeteneği belirlemek,
- 4- Sporculara antreman yaptırmak
- 5- Objektif veriler elde etmek ve izlem yapmak (81-83).

İzokinetik Testlerin Kontrendikasyonları

Eklem instabilitesi, eklemde efüzyon ve ciddi ağrı, ciddi osteoporoz, kırık, cerrahiden hemen sonra, kemik veya eklemde malignite, EHA'da kısıtlılık, kardiyak yetmezlik, gebelik varlığında izokinetik test ve egzersiz önerilmemektedir (84).

NÖROMUSKÜLER ELEKTRİK STİMÜLASYONU

Nöromusküler elektrik stimülasyonu, motor sinirleri uyarak kasta kasılma oluşturmayı ve kasılmaları arttırmayı sağlayan motor eşik üzerindeki elektrik stimülasyonudur (85). İki farklı mekanizma ile etki oluşturur. Birincisi kas kasılmasının yerini doldurarak oluşan direk kuvvetlenme; ikincisi hastanın istemli kas kasılmasını sağlayan

duysal farkındalık ve proprioseptif geri bildirimdeki düzelmedir. NMES, kapiller sistem ve kas liflerinde değişiklik yaparak kas gücünde artış sağlar. Ağrıyı azaltır, fonksiyonel performansı artırır. İmmobilizasyonun neden olduğu atrofiyi önler (86).

Ağrıyı azaltma mekanizması kapı kontrol teorisine göre açıklanmaktadır. Ağrı duyusunu taşımayan propriosepsiyon duyusunu taşıyan A alfa ve A beta liflerini alçak frekanslı akımlarla uyararak medulla spinaliste presinaptik alanda ağrıyı ileten A delta ve C liflerinin inhibisyonuna neden olur (10, 69, 85). Elektrik akımı vazomotor etki ile doku kanlanmasını, membran permeabilitesini artırır. Hücre metabolizması ve doku rejenerasyonu hızı artar. Böylece ağrı oluşturan patolojik süreç ortadan kalkar. Periartriküler ağrı uyarısı motor nöron uyarılabilirliğini azaltarak hamstring ve kuadriceps kaslarının fonksiyonunda inhibisyon oluşturur. Elektrik stimülasyonu ile duysal girdilerin medulla spinalise geçişi engellenerek motor nöron uyarılabilirliği artırılabilir (69).

Elektrik stimülasyonu ile kas lifinde histolojik ve fonksiyonel değişiklikler meydana gelmektedir. Kısa süreli uyarı ile kas kütlesi, kas lifi boyutu ve nükleer DNA içeriğinde artış görülmektedir. İstemli kasılma sırasında önce tip 1 lifleri sonra tip 2 lifleri aktive olur. NMES ile hızlı kasılan tip 2b lifleri yavaş kasılan tip 1 liflerine dönüşür (69, 86). Sarkoplazmik retikulumda kalsiyum pompalarının sayısı azalır, iyonize kalsiyum oranı düşer. Sarkoplazmik retikulum, transvers tübül yoğunluğu azalır. Miyozinin ATPaz aktivitesi azalır. Enerji metabolizmasında da değişiklikler meydana gelir. Mitokondri sayısı ve glikozun fosforilasyonu ve oksidasyonunda görevli enzimler artar. Kas lifinde kapiller yoğunlaşır ve oksijen tüketimi artar. Böylece kasın yorgunluğa direnci artar (69, 85).

En etkili protokol açısından fikir birliği yoktur. Protokoller, amplitüd, şiddet, frekans yönünden farklılık gösterir. Literatür çalışmalarında uygulanan NMES protokollerinde, haftada 3 yada 4 kez 3-12 hafta boyunca uygulanan, 20-60 dakika boyunca tekrarlayan farklı pulse ve dalgalarla 50-85 Hz frekanslı maksimal istemli izometrik kontraksiyonun %30-50 şiddetinde kas kontraksiyonları kullanılmıştır (87-89). NMES tek başına veya istemli kasılma ile birlikte 12 hafta kullanıldığında %44 kuvvet artışı sağladığı belirtilmektedir (90). NMES ile elde edilen torklar istemli kas kasılmasında elde edilene göre daha düşüktür (88, 89).

Elektrik Stimülasyonunun Endikasyonları

Normal kasın kuvvetlendirilmesinde, kas atrofisinin önlenmesinde, spastisitenin azaltılmasında, derin ven trombozunun önlenmesinde, ağrının azaltılmasında, kırık iyileşmesinde kullanılmaktadır (69).

Elektrik Stimülasyonunun Kontrendikasyonları

Demans, bilinç bulanıklığı, düşük vücut kitlesi, ritim bozukluğuna yol açabileceğinden kalp pili ve ağır kalp hastalıklarında, ciddi hipertansiyon veya hipotansiyon, tromboz ve tromboflebit varlığında, psöriasis dermatit gibi dermatolojik hastalıklarda, neoplazm, enfeksiyon, tüberküloz, gebelikte, serebrovasküler hastalıklarda ve epilepside baş ve boyun bölgesine uygulama kontrendikedir (69).

NORMAL YÜRÜME

Yürüme, bir yerden bir yere gidebilmek için her iki alt ekstremitede tekrarlayan hareketler sayesinde gövdenin ilerletilmesidir. Normal yürüme için beyin, omurilik, eklemler, kaslar, kemikler, periferik sinirler birlikte çalışmalıdır. Hareket kombinasyonu içinde, bir tarafta topuğun iki kez yere değmesi arasındaki zamana yürüme siklusu denir. Siklus süresi 1.03 ± 0.1 saniyedir (14). Her siklus basma ve salınım fazı olmak üzere iki fazdan oluşur. Ayağın yerle temas halinde olduğu ağırlık taşınan döneme basma fazı; ayağın havada olduğu döneme salınım fazı denir. Bir alt ekstremitte yere değdiği an basma fazı başlar. Bu ekstremitte yerden ayrıldığı zaman basma fazı biter ve salınım fazı başlar. Aynı ekstremitte tekrar yere değdiği zaman yürüme siklusu tamamlanır. Basma fazı siklusun %62'sini, salınım fazı %38'ini oluşturur (91). Basma fazı 5, salınım fazı ise 3 alt faza ayrılır (Tablo 5) (92).

Tablo 5. Yürüme siklusu fazları

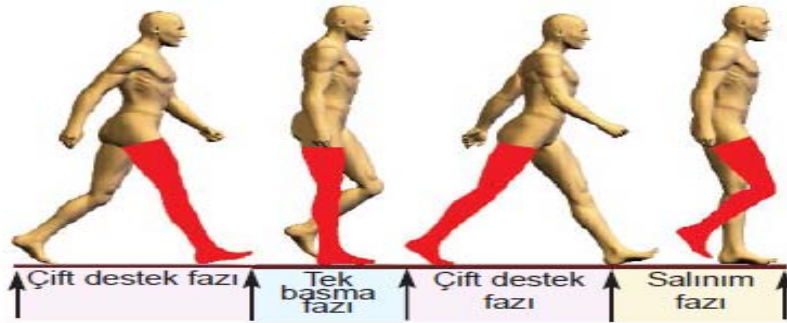
Basma Fazı	Salınım Fazı
İlk temas (topuk vurma)	Erken salınım (hızlanma)
Yük aktarımı (tam basma)	Salınım ortası
Basma ortası fazı	Salınım sonu (yavaşlama)
Basma fazı sonu (topuk kalkışı)	
Salınım öncesi (parmak kalkışı)	

Yürümede dakikadaki adım sayısına kadans denir. Yürüme hızı, dakikadaki adım sayısı ile çift adım uzunluğunun çarpılıp ikiye bölünmesi ile hesaplanır. Yürüme sırasında iki ayak arasındaki mesafeye adım uzunluğu, aynı ayağın iki topuk vuruşu arasındaki mesafeye çift adım uzunluğu denir. Adım genişliği her iki topuğun yere değdiği noktalardan geçen çizgiler arasındaki mesafedir. Ayak açısı ayağın orta noktasından geçen çizgi ile gidilen yön arasındaki açıdır (Tablo 6) (93).

Tablo 6. Yürümede normal değerler

Yürümede normal değerler	Erkekler	Kadınlar
Adım uzunluğu (cm)	79	66
Çift adım uzunluğu (cm)	158	132
Dakikadaki adım sayısı	117 (60-132)	117 (60-132)
Hız (m/sn)	1.54	1.31
Adım genişliği (cm)	8.1	7.1
Ayak açısı	7	6

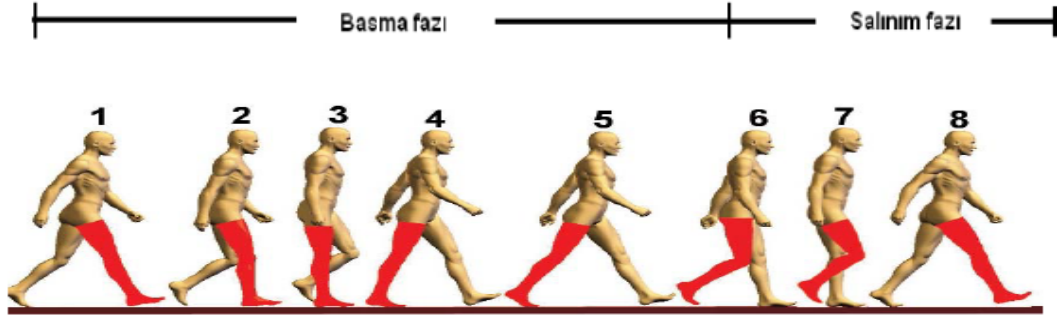
Her iki ayağın yerde olduğu döneme çift destek fazı denir. Bu dönemde gövde ağırlığı bir ekstremiteden diğerine aktarılır. Yürüme siklusunda bu faz basma fazının başında ve sonunda olmak üzere iki kez oluşur. Yürüme hızı arttıkça salınım süresi artarken çift destek süresi kısalmır (91, 94). Tek ayağın yerde olduğu dönem tek basma fazıdır. Bu fazda gövde ağırlığı tek ekstremiteye yüklenir. Bu sırada havadaki ekstremiteler ilerler ve basmaya hazırlanır (Şekil 8, Şekil 9) (93).



Şekil 8. Çift ve tek destek fazları (93)

Normal yürüme için; ayakta dengeli durabilmek ve hareket halinde dengeyi sağlayabilmek, yürüyüşün başlatılması ve yeterli kas aktivitesi ile vücudun öne ilerletilmesi, ayak yere değdiğinde şok absorpsiyonu ile etkinin azaltılması, en az miktarda enerji harcanması gerekir. Ayakta anatomik pozisyondaki kişide vücut ağırlık merkezi sakral ikinci vertebranın önünden geçer. Hareketle yeri değişir. Destek alanı merkezi ayağın yere basan alanının orta noktasıdır. Yürüme esnasında yer değiştirir. Vücut ağırlık kuvveti destek alanı merkezinden geçerse denge sağlanır. Ayakta dik duran kişide ağırlık kuvvet vektörüne karşı

yer tarafından büyüklüğü aynı, yönü ters bir kuvvet oluşturulur. Buna yer tepkime kuvvet vektörü (YTK) denir. Hareketle yönü ve şiddeti değişir (95).



Şekil 9. Yürüme fazları (93)

Yürüme Fazları

Basma fazı

1-İlk temas (topuk vurma) fazı: Yürüme siklusunun %0-2'lik kısmıdır. Basma döneminin başlangıcıdır. Topuk teması ile başlar. Kalça 25° fleksiyonda, diz ekstansiyonda, ayak bileği 90° dorsifleksiyon pozisyonundadır (14). Amaç, ayağı yere ilk topuk değecek şekilde indirmektir. YTK, kalça ve dizin önünden ayak bileğinin arkasından geçer. Kalçada oluşan fleksiyonu hamstring ve gluteus maksimum stabilize eder. Diz ekstansiyonu hamstringler tarafından dengelenir (91).

2-Yük aktarımı (tam basma): Yürüme siklusunun %2-10'luk kısmıdır. Çift destek fazının ilkidir. Topuk temasından sonra ayak ön kısmının yerle temasının başlaması, aynı zamanda karşı ekstremitenin yerle temasının kesildiği ana kadar olan basma fazıdır (14). Kalça fleksiyondan ekstansiyona gelir. Dizde 20° fleksiyon, ayak bileğinde 10° plantar fleksiyon gelişir. Amaç, şok absorpsiyonu, ayağın yere indirilmesi ve vücut ağırlığını üstlenilmesidir. YTK kalçanın önünde, diz ve ayak bileğinin arkasındadır. Oluşan dış kuvvetleri dengelemek için kalçada gluteus maksimus ve hamstringler, dizde kuadriceps femoris, ayak bileğinde dorsifleksör kasları kasılır (91).

3-Basma ortası fazı: Yürüme siklusunun %10-30'luk kısmıdır. Tam basma ile topuk kalkışı arasındaki dönemdir. Vücut ağırlığının tümü yere basan ekstremitte üzerindedir. Çift destek fazı bitmiştir (14). Amaç, yere basan ayak üzerinde gövdeyi öne ilerletmektir. Kalça ve diz ekstansiyonda, ayak bileği 10° dorsifleksiyon pozisyonundadır. YTK kalçanın

ortasından, dizde arkadan öne hareket ederken ayak bileğinin önünden geçer. Dizde kuadriceps femoris ve ayak bileğinde triceps surae kası kasılır. Pelvik düşme kalça abduktör kas aktivitesi ile engellenir (91).

4-Basma fazı sonu (topuk kalkışı): Yürüme siklusunun %30-50'lik kısmıdır. Karşı ekstremitede topuk basma fazı başlamaktadır. Tek basma fazı bitmektedir. Kalça 10° ekstansiyondadır. Diz ekstansiyondan fleksiyona gelirken, ayak bileği 5°'lik plantar fleksiyona gelmektedir. YTK kalçanın arkasından diz ve ayak bileğinin önünden geçer. Kalçada iliopsoas, dizde gastrocnemius ve ayak bileğinde triceps kasları kasılır. Diğer ekstremitelere yere basana kadar kalça abduktör stabilizasyon sağlar (91, 95).

5-Salınım öncesi (parmak kalkışı): Yürüme siklusunun %50-60'lık kısmını oluşturur. Basma fazı bitip salınım fazı başlar. Ayrıca ikinci çift basma fazıdır. Bu fazda amaç, ekstremiteleri salınıma hazırlamaktır. Kalça ekstansiyonu, dizde fleksiyon ve ayak bilek dorsifleksiyonu artar. Gövde ağırlığı ekstremiteler üzerinden kalkar. YTK, kalça ve dizin arkasındadır. Ayağın yerle teması kesilince YTK azalır ve kaybolur. Kalçada iliopsoas, rektus femoris, addüktörler aktiftir. Diz fleksiyonu pasif olarak meydana gelir. Ayak bileğinde triceps kasları kasılırken 20°'lik plantar fleksiyon sağlar. Rektus femoris kası diz ekstansiyonunu kısıtlarken kalçada fleksiyon hareketine yardım eder (91, 95).

Salınım fazı

6-Salınım başlangıcı (hızlanma): Yürüyüşün %60-73'lük kısmıdır. Parmakların yerden kalkışı ile başlar. Ayak diğer ekstremitenin hizasına gelince biter. Amaç, havadaki ekstremiteleri öne ilerletmektir. Kalçada 20° fleksiyon dizde 40-60°'lik fleksiyon vardır. Ayak bileği 20°'lik plantar fleksiyondan dorsifleksiyona gelmeye başlar (91, 95).

7-Salınım ortası: Yürüme siklusunun %73-87'lik bölümüdür. Hızlanma sona ermiş ve yavaşlama başlamıştır. Salınımdaki ekstremiteler basma fazındakinin önüne geçer. Kalçada 30° fleksiyon, dizde fleksiyon açısı 60°'den 30°'ye gelir. Ayak bileği nötral pozisyonundadır (14).

8-Salınım sonu (yavaşlama): Siklusun %87-100'lük kısmıdır. Salınımdaki ekstremiteler basan ekstremitenin önüne geçtiği zaman başlar. Topuk teması ile sonlanır. Kalçada 30°

fleksiyonda, diz ekstansiyonda, ayak bileği nötral pozisyonundadır. Amaç, basma fazına hazırlıktır. Hamstringlerin kasılması kalça fleksiyonu ve diz ekstansiyonunu kısıtlar. Ayak bilek dorsifleksörleri aktiftir (95).

YÜRÜME ANALİZİ

Yürüme analizi, yürümenin sayısal verilerle değerlendirilmesi, tanımlanması ve yorumlanmasıdır. Yürüme problemlerinin değerlendirilmesinde fizik muayene ile birlikte kullanılabilecek yöntemdir. Gözlemsel ya da bilgisayar ortamında yapılabilir. Kullanım amaçları; tedavi planı çizmek, tedavi etkinliğini değerlendirmek, farklı tedavileri karşılaştırmak, ortezi ve protezlerin etkinliğini değerlendirmek, yeni protez dizaynı oluşturmaktır (93).

Gözlemsel yürüme analizi, çıplak gözle veya video tabanlı olarak yapılabilir. Bilgisayarlı yürüme analizi kinematik ve kinetik ölçümleri, dinamik elektromiyografi verileri, enerji tüketimi hesaplanmasını ve dinamik pedobarografik ölçümleri sağlayabilmektedir.

Gözlemsel Analiz

Kas iskelet sistem muayenesinin bir parçasıdır. Her eklem ayrı ayrı değerlendirilmelidir. Yürüyüş hem önden hem de her iki yandan incelenmelidir. Yürüme alanı 8-10 metre olmalıdır. Subjektif bir değerlendirme olmakla birlikte klinik pratikte bilgisayarlı yürüme analizine göre daha uygulanabilir. Vücut kısımlarının birlikte hareket ederken inceleme güçlüğü nedeniyle videoya kaydedilip tekrar izlenerek daha güvenilir sonuçlar vermektedir (91).

Kinematik Analiz

Hareketi oluşturan kuvvetleri dikkate almadan yalnızca hareketin incelenmesine denir. Analiz sırasında alt ekstremitelerin belirli noktalarına işaret cihazları yerleştirilir ve bu cihazlardan gelen sinyaller özel kameralar veya alıcılar aracılığıyla izlenerek bilgisayar yazılımlarında işlenir. Gövdenin, pelvisin, bacakların ve ayakların her üç düzlemdeki pozisyonu, eklem açıları, lineer ve açısal hız ve ivmeleri ölçülür ve sayısal veri olarak kaydedilir. Adım uzunluğu, adım sayısı, yürüme hızı gibi zamansal (temporospatial) veriler elde edilir (93).

Kinetik Analiz

Hareketi oluşturan kuvvetlerin incelenmesidir. Tek ölçülebilen kuvvet YTK'dır. Kuvvet platformları kullanılır. Bu kuvvet temel alınarak eklem güçleri ve eklem momentleri hesaplanabilir (93, 96, 97).

Dinamik Elektromiyografi

Hareket sırasında elektromiyografi ölçümü yapılır. Kasılmanın zamanı, süresi ve kasılan lif sayısı hakkında bilgi verir. Kas aktivitesinin yürümenin hangi fazında olduğunu gösterir. Tek başına patolojik aktiviteyi kompensatuar aktiviteden ayırt edemediği için kinetik ve kinematik verilerle birlikte değerlendirilmesi gerekir (93, 98).

Dinamik Pedobarografi

Ayak tabanındaki basınç dağılımının belirlenmesini sağlar. Ayak tabanında her santimetrekareye (cm^2) düşen basınç N/cm^2 (paskal) cinsinden ölçülür. Kuvvet platformu ya da ayakkabı içi basınçölçer kullanılabilir. Ayaktaki problemli noktaların tespiti, ortez ve ayakkabı modifikasyonu, cerrahi gibi alternatif tedavi seçeneklerinin belirlenmesi sağlar (91).

Enerji Tüketiminin Hesaplanması

Yürüme sırasında enerji hızlanma, frenleme ve şok absorpsiyonu için harcanır. Yürümenin bozulması enerji tüketiminde artışa yol açar. Ölçümde farklı yöntemler kullanılabilir. Direkt kalorimetrik yöntemle vücut ısısı ölçümü yapılabilir. İndirek kalorimetrik yöntemle spirometri cihazı kullanılarak oksijen tüketimi veya karbondioksit üretimi ölçümü yapılır. Diğer bir yöntem nabız sayısı ve yürüme hızına dayanan indirekt hesaplama yöntemidir. Daha az güvenilir bir yöntemdir (91, 93, 99).

DİZ OSTEOARTRİTİNDE YÜRÜME BOZUKLUKLARI

Diz OA olanlarda ağrı veya kas güçsüzlüğü nedeniyle yürüme hızı, dakika adım sayısı, çift adım uzunluğu azalır. Basma fazı süresi artar. Ağrı, periartiküler dokulardaki esnekliğin azalması ve dinamik eklem hareket kısıtlılığı, salınım fazında diz fleksiyon ile dizin açılma hızının azalmasına yol açar. Basma fazında dizi ekstansiyona zorlayan eksternal addüktör momentte meydana gelen artış medial tibiofemoral OA gelişimine ve ilerlemesine katkı sağlar. Yapılan çalışmalarda addüksiyon momenti ile radyolojik hastalık aktivitesi arasında

ilişki saptanmıştır. Diz OA’da yürüme analizinde yer tepkime kuvvetlerinin tepe değerlerinde azalma ve asimetri görülür (93).



GEREÇ VE YÖNTEMLER

Tez çalışması Trakya Üniversitesi Tıp Fakültesi Bilimsel Araştırmalar Etik Kurulu (TÜTF – BAEK) 2018/426 protokol numaralı etik kurul onayı alınarak gerçekleştirildi (Ek 1). Tez çalışmasına, Trakya Üniversitesi Tıp Fakültesi Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon anabilim dalı polikliniğine Ocak 2019-Eylül 2019 tarihleri arasında başvuran klinik olarak primer diz OA tanısı alan, çalışmaya dahil edilme kriterlerini karşılayan ve çalışmaya katılmayı kabul eden 76 olgu alındı. Bilgilendirilmiş gönüllü olur formu Ek 2’de sunulmaktadır.

Olguların çalışmaya dahil edilme kriterleri:

- 45-65 yaş aralığında kadın olmak
- ACR kriterlerine göre bilateral diz OA olması
- Kellgren- Lawrence sınıflamasına göre evre 2-3 diz OA olması
- 1 yıl içinde diz enjeksiyonu yapılmamış olması
- 3 ay içinde fizik tedavi ve kaplıca tedavisi almamış olmak
- Egzersizlere uyum sağlayabilme yetisine sahip olmak
- Nörolojik hastalığın olmaması
- İnflamatuar, infeksiyöz eklem hastalığının olmaması
- Çalışmaya katılmayı kabul etmesi

Olguların çalışmaya dahil edilmeme kriterleri:

- Alt ekstremitte cerrahisi geçirmiş olmak
- Alt ekstremitede kırık öyküsü olması
- Kellgren- Lawrence sınıflamasına göre evre 4 OA olması
- Egzersiz yapmaya engel kardiyovasküler veya pulmoner hastalık öyküsü

- Nörolojik hastalık tanısı almış olmak
- İnflamatuvar, infeksiyöz eklem hastalığının olması
- VKI'nın obezite üst sınırının üstünde olması

Ayrıntılı anamnez ve fizik muayene sonrasında çalışmaya alınma kriterlerini dolduran ve çalışmaya katılmayı kabul eden hastaların; yaş, boy, kilo, dominant taraf, eğitim düzeyi, meslekleri sorgulandı. Başlangıçta her hastanın Kellgren-Lawrence sınıflaması ile belirlenen radyolojik skoru kaydedildi.

DEĞERLENDİRME YÖNTEMLERİ

Çalışma başlangıcında ve 6 haftalık tedavi sonrasında hastalar aşağıdaki parametreler ile değerlendirildi.

1- Ağrı şiddeti, 10 cm'lik Visual Analog Skala (VAS) ile değerlendirildi (0= ağrı yok, 10=çok şiddetli ağrı var). VAS ile ağrı değerlendirme yöntemi uygulama kolaylığı sağlar ve tüm dünya literatüründe kabul görmüş bir yöntemdir (100). Hastaların istirahat ve hareket esnasındaki ağrı değerleri kaydedildi.

2- Aktif diz fleksiyonu ve ekstansiyon dereceleri goniometre ile belirlendi.

3- Diz eklemının tibial platosunun 10 cm proksimali ile 15 cm distalinden kas çevresi ölçümü yapıldı.

4- Ağrı, eklem sertliği ve fonksiyonel durum; Western Ontario and McMaster Universities Arthritis Index (WOMAC) ile değerlendirildi. WOMAC toplam 24 sorudan (ağrı 5, eklem sertliği 2, fonksiyonel durum 17 soru) oluşmaktadır. Her bir soru 1-5 arası puanlama sistemi ile değerlendirildi. Yüksek skor kötü sağlığı, düşük skor iyi sağlığı göstermektedir (101) (Ek 3).

5- Yaşam kalitesi, Short Form-36 (SF-36) Türkçe uyarlaması ile değerlendirildi. SF-36 sekiz alt parametre ve otuz altı sorudan oluşmaktadır. Bu parametreler fiziksel fonksiyon, fiziksel rol kısıtlılığı, ağrı, genel sağlık, canlılık/vitalite, sosyal fonksiyon, emosyonel rol güçlüğü, mental sağlıktır. Yüksek skor iyi sağlığı, düşük skor kötü sağlığı göstermektedir (102, 103) (Ek 4).

6- Tek ayak üstü durma (TAD) testi, denge ve statik ayakta durma yeteneğini ölçmeyi sağlar. Kişilerin düşme riski ile ilgili bilgi verir. Hastadan daha çok etkilenen ekstremitesi üzerinde bağımsız olarak durması istenir ve durabildiği süre kronometre ile kaydedilir. Hasta 30 sn tek ayak üstü durmuşsa testin bittiği söylenir. 10 sn'den azsa denge bozukluğu vardır. 5

sn'den azsa düşme riski vardır (104). Hastalara 3 kez TAD süreleri ölçülerek ortalamaları alındı.

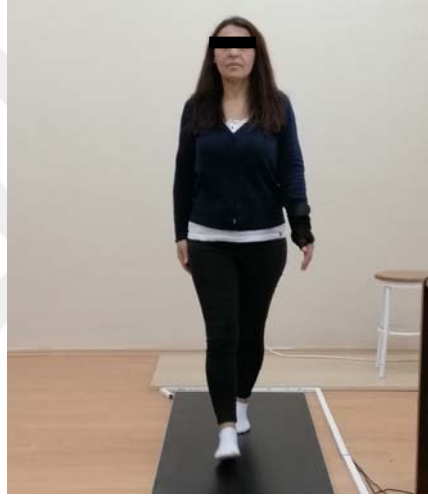
7- Hastalara tedavi başlangıcında ve sonrasında zamanlı kalk yürü testi (ZKYT) uygulandı. Kişiden, oturduğu sandalyeden kalkması, 3 metre güvenli ve normal hızda yürütmesi, dönmesi, geri yürütmesi ve sandalyeye oturması istendi ve süre saniye cinsinden kaydedildi (105, 106). Süre 12 saniyeden daha uzunsa düşme riski vardır (106). Ölçümler 3 kez tekrarlandı ve ortalamaları alındı.

8- Kas gücü ölçümü için yüksek güvenilirlik ve doğruluğa sahip izokinetik sistem kullanıldı (80). Değerlendirme için model numarası 502140 olan CSMI Cybex HUMAN/NORM izokinetik test ve egzersiz sistemi kullanıldı (Şekil 10). Değerlendirme tedavi başlangıcında ve 6 hafta sonrasında yapıldı. Değerlendirme öncesinde cihaza kalibrasyon yapıldı. Test öncesi hastaların bisiklet ergometrisi ile 10 dakika ısınmaları sağlandı. Test protokolüne göre kayda başlamadan önce teste hazırlık için 60°/sn açısal hızda 3 deneme, 180°/sn açısal hızda 4 deneme tekrarı ile dize fleksiyon ekstansiyon yapıldıktan sonra esas ölçüm protokolüne geçildi. İzokinetik kas gücü ölçümleri 60°/sn açısal hızda 3 tekrar, 180°/sn açısal hızda 4 tekrar ile yapıldı. Test öncesi hastalara sistem ve uygulama ile ilgili bilgi verildi. Ölçüm sırasında sözel motivasyon uygulandı. Test sonrası 60°/sn ve 180°/sn açısal hızlarda fleksör ve ekstansör pik tork ve yapılan iş değerleri ile hamstring/kuadriceps (H/Q) oranları bilgisayar ortamında hesaplandı. Diz kas güçlerinin tespitinde 60°/sn açısal hızdaki ölçümler kullanılmış, 180°/sn açısal hızda yapılan testte kas dayanıklılığı değerlendirilmiştir.



Şekil 10. İzokinetik Sistem

9- Yürüme analizi, fonksiyonel tanı, tedavi planlanması için değerlendirme ve hastalık ilerlemesinin izlenmesini sağlayan yürüyüş rahatsızlıklarının nicel değerlendirmesi için iyi bilinen bir araçtır (107). Tedavi öncesinde ve 6 haftalık tedavi sonrasında hastalara yürüme analizi yapıldı. Yürüme analizi için 2 adet kuvvet platformu birleştirilerek 316 cm uzunluğunda bir yürüme yolu elde edildi. Platform ile zemin arasındaki yükseklik farkını gidermek için yürüme yolunun her iki ucuna platformla aynı yükseklikte tahta bloklar yerleştirildi. Ölçüme başlamadan önce cihaz kalibre edildi ve katılımcılar yürüme yolunda kendi seçtikleri hızda 3 defa yürüdüler (Şekil 11).



Şekil 11. Yürüme analizi

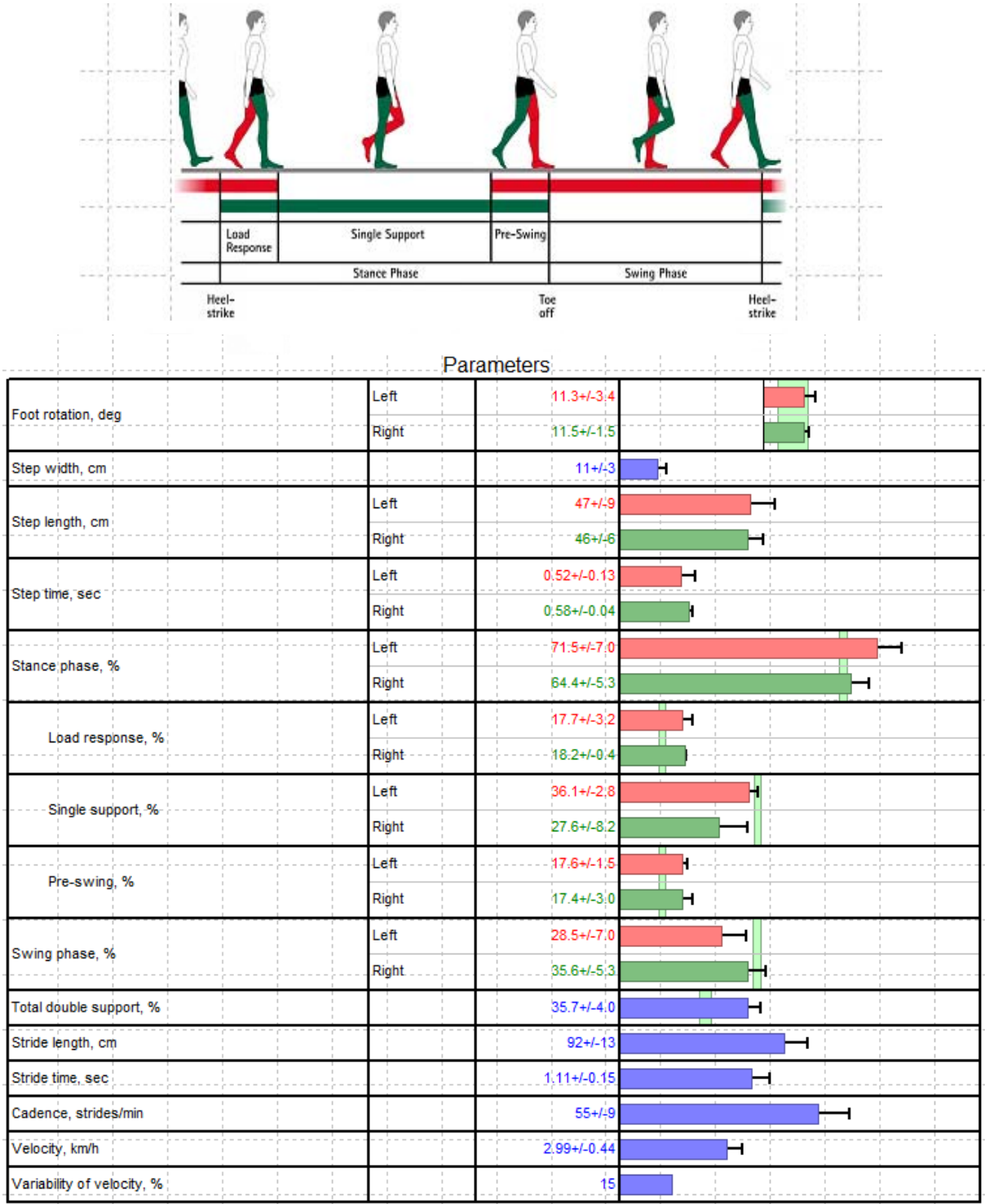
Yürüme analizi ile zaman mesafe parametreleri ve kelebek diyagramı parametreleri elde edildi. Katılımcıların bu parametreleri “Zebris® Kuvvet Ölçüm Sistemi” kullanılarak elde edilmiştir. Elde edilen sonuçları görüntülemek ve sayısal veriye dönüştürmek için cihazla uyumlu olan “WinFDM” isimli bilgisayar programı kullanıldı (Şekil 12).



Şekil 12. WinFDM analiz programı

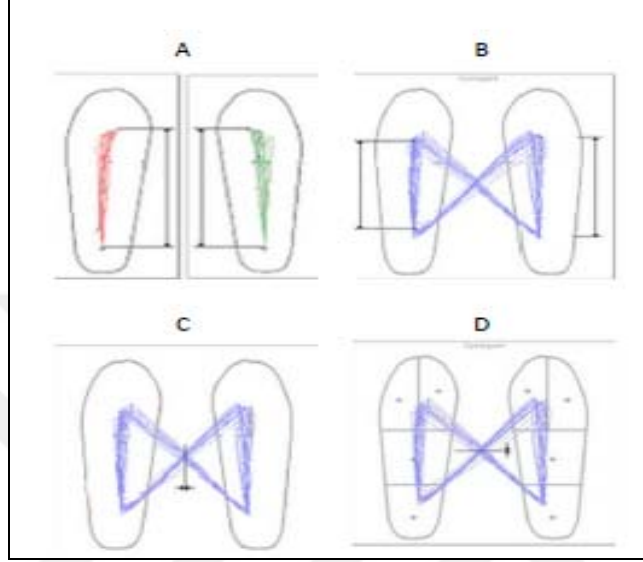
Yürüme Analizinden Elde Edilen Parametreler

Zaman mesafe parametreleri: Yürüme analizi sırasında elde edilen veriler bilgisayar programı ile sayısal verilere dönüştürülür (Şekil 13).



Şekil 13. Yürüme analizi sonucu elde edilen zaman mesafe verileri

Kelebek diyagramı: Bu diyagram yer tepkime kuvvetinin grafiğidir. Yürüme sırasında bu kuvvetler sağa sola doğru hareket ederek kelebek kanadına benzer görüntü oluşturur (Şekil 14). Diyagramdaki renkler basınç merkezinin hareket hızıyla ilgili bilgi verir. Kırmızı hızlı, yeşil orta, mavi yavaş hızı temsil eder (108).



Şekil 14. Kelebek diyagram: A- Yürüyüş çizgisi uzunluğu, B- Tek destek çizgisi, C- Ön arka konum, D- Lateral simetri (108)

Yürüyüş çizgisi uzunluğu (YÇU) (mm): Yürüme sırasında her iki ekstremitenin yerle teması sırasında basınç merkezinin ilerleyişini gösteren değerdir (108).

Tek destek çizgisi (TDC) (mm): Zemin teması boyunca, tek taraftaki basınç merkezinin ilerleyişini gösteren ortalama uzunluktur. Tek destek fazı sırasında kaydedilir (108).

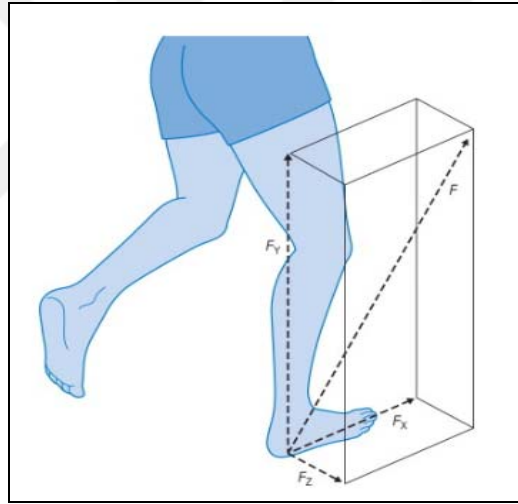
Ön/arka konum (ÖAK) (mm): Tüm adımlar dikkate alındığında kronolojik sıradaki basınç merkezinin kesişme noktasının ileri-geri kaymasıdır. Sıfır konumu topuğun yere temas ettiği en arka yerdir (108).

Ön/arka değişkenlik (ÖAD) (mm): Tüm adımlar dikkate alındığında basınç merkezlerinin kesişim noktalarının ön/arka yönlerde standart sapmasıdır.

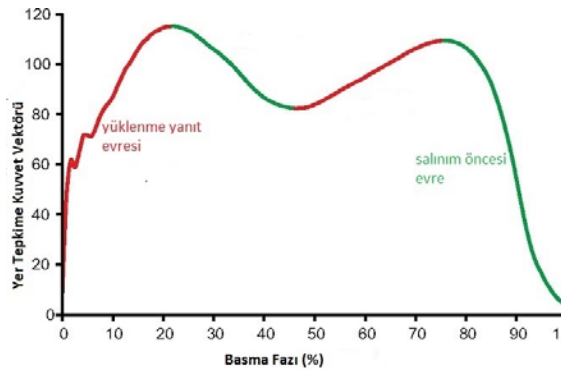
Lateral simetri (LSM) (mm): Tüm adımların basınç merkezlerinin kesişim noktalarının sağa veya sola doğru kaymasını belirtir. Pozitif değer sağa, negatif değer sola sapmayı gösterir. Sıfır pozisyonu en iyi simetriyi gösterir (109).

Lateral sapma (LS) (mm): Adımların basınç merkezi kesişim noktalarının lateral yönlerde standart sapmasıdır (109).

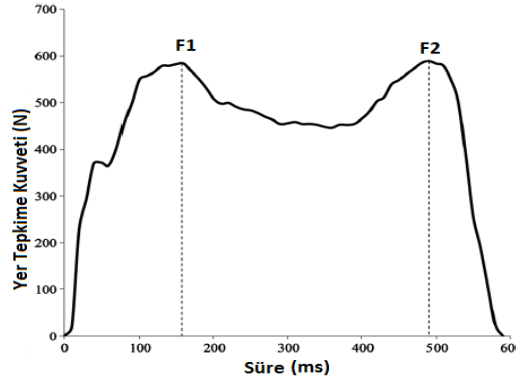
Yer kuvveti ölçümü: Zeminle temas eden vücudun üzerine zeminin uyguladığı kuvvettir. YTK (F) ön-arka, dikey ve mediolateral bileşenlerden oluşur. Düz yürürken mediolateral bileşen çok küçüktür ve vücudun yana doğru hareketi ile sonuçlanır. Yürüyüş döngüsü sırasında her ayağa uygulanan YTK'nın kuvvet-zaman eğrileri anteroposterior, dikey ve mediolateral bileşenleri gösterir (Şekil 15). YTK dikey bileşeni iki düz tepe ile gösterilir. Her tepenin yükselişi ve düşüşü duruş fazının yaklaşık yarısını alır. İlk zirvenin (F_{1max}) yükselişi ve düşüşü topuk vuruşu ve topuk kalkma sürecinde elde edilir. İkinci zirvenin (F_{2max}) yükselişi ve düşüşü topuk vuruşunun bitişinden parmak kalkışına kadar olan süreçte elde edilir (110) (Şekil 16). YTK'nın topuk vuruşu sırasındaki stres dalgaları kinetik zincirin alt ucundan ekstremité boyunca iletilir (111). Yapılan çalışmalarda yüksek YTK ile eklem dejenerasyon süreci arasında bağlantı saptanmıştır (112, 113). F_{1max} ve F_{2max} kuvvetlerinin ortaya çıkış süreleri ile T_{1max} ve T_{2max} elde edilir (Şekil 17).



Şekil 15. Yer tepkime kuvvetinin (F) ön-arka (F_x), dikey (F_y) ve mediolateral (F_z) bileşenleri (110)



Şekil 16. Yer tepkime kuvvetinin dikey bileşeni (114)

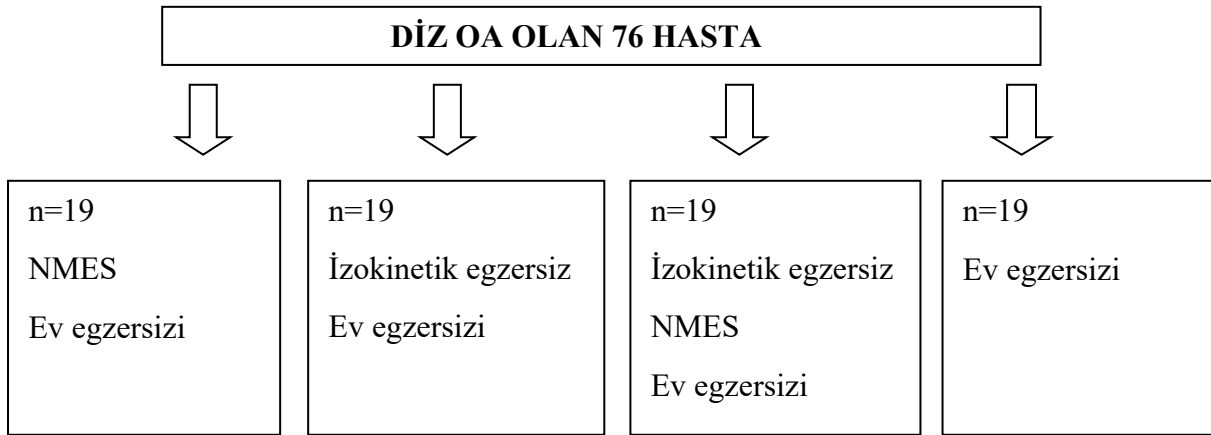


Şekil 17. Yer tepkime kuvveti ve süresi (115)

GRUPLARIN OLUŞTURULMASI VE UYGULANAN TEDAVİ

Başlangıçta belirlenen 76 hasta, 19'ar kişilik dört gruba randomize edildi. Her grubu kuadriceps ve hamstring izometrik egzersizlerini içeren ev egzersiz programı verildi. Ek olarak birinci gruba NMES uygulaması, ikinci gruba izokinetik egzersiz, üçüncü gruba NMES + izokinetik egzersiz programı uygulandı. Dördüncü grup ise ev egzersiz programı ile kontrol grubu olarak belirlendi.

Tablo 7. Grupların dağılımı ve uygulanan tedaviler



Birinci gruptaki 19 hastaya hamstring ve kuadriceps izometrik egzersizlerini içeren ev egzersiz programı ile birlikte her iki dizine 6 hafta süre ile haftada 3 kez (toplam 18 seans) NMES uygulandı. Elektrik stimülasyonu Compex Fit-3, 4 kanallı, 120mA, 400 us, 150 Hz gücündeki cihaz ile rehabilitasyon modunda 23 dakika uygulandı (Şekil 18).



Şekil 18. Nöromüsküler elektrik stimülasyon cihazı

İkinci gruptaki 19 hastanın her iki dizine 6 hafta süre ile haftada 3 kez (toplam 18 seans) izokinetik egzersiz programı uygulandı. İzokinetik egzersiz öncesi hastaların bisiklet ergometresinde 10 dk ısınmaları sağlandı. İzokinetik egzersiz CSMI Cybex HUMAC/NORM izokinetik test ve egzersiz sistemi ile yapıldı. Her seans öncesinde cihaz kalibre edildi. İzokinetik egzersiz programı için 180°/sn açısal hızda 10 tekrar, 10 tekrarlık her set sonrası 30 sn'lik dinlenme, 150°/sn açısal hızda 8 tekrar, 8 tekrarlık her set sonrası 30 sn'lik dinlenme, 120°/sn açısal hızda 6 tekrar, 6 tekrarlık her set sonrası 30 sn'lik dinlenme periyodundan oluşan izokinetik egzersiz programı her iki diz için ikişer set olacak şekilde uygulandı. Setler arası 1 dk'lık dinlenme periyodu verildi. İzokinetik egzersizde hastaların açısal hızı ayarlanmış sabit kuvvet kolunu itip ve çekmeleri istendi. Dizler arası değişimde 5 dk dinlenme aralığı verildi. Test sırasında sözel motivasyon uygulandı. Ayrıca hastalara kuadriseps ve hamstring izometrik egzersizlerini içeren ev egzersiz programı verildi.

Üçüncü gruba ev egzersiz programına ek olarak kuadriceps kasına NMES ve izokinetik egzersiz kombine uygulandı. NMES 1. grupta, izokinetik egzersiz 2. grupta anlatıldığı şekilde yapıldı. Her iki uygulama haftada 3 gün, 6 hafta süreyle (toplam 18 seans) olarak gerçekleştirildi.

Dördüncü grup ise sadece hamstring ve kuadriceps izometrik egzersizlerini içeren ev egzersiz programı verilerek kontrol grubu olarak oluşturuldu. 6 hafta süreyle egzersizleri yapmaları önerildi. Hastalar 2 haftada bir telefon ile aranarak egzersiz devamlılığı açısından motive edildi.

İSTATİSTİKSEL ANALİZ

Araştırma sonucunda elde edilen verilerin, Trakya Üniversitesi Tıp Fakültesi Biyoistatistik ve Tıbbi Bilişim Anabilim Dalında, SPSS 20.0 (Lisans No: 10240642) paket programı kullanılarak uygun istatistiksel analizleri yapıldı.

Çalışmada niceliksel verilerin normal dağılıma uygunluğunu test etmede Shapiro Wilk test kullanıldı. Dört grup arasında normal dağılım gösteren niceliksel verilerin karşılaştırılmasında tek yönlü varyans analizi, normal dağılım göstermeyen verilerin karşılaştırılmasında Kruskal Wallis test kullanıldı. Kruskal Wallis testi ile gruplar arasında fark saptandığında ($p<0,05$) hangi gruplar arasında fark olduğunu saptamada Dunn testi kullanıldı.

Grupların kendi içinde tedavi öncesi ve tedavi sonrası değerlerinin karşılaştırılmasında Wilcoxon Signed Ranks test kullanıldı. Tedavi sonrası tedavi öncesine göre değişim farkları hesaplanarak gruplar arasında karşılaştırılmasında Kruskal Wallis test kullanıldı.

Gruplar arasında niteliksel verilerin karşılaştırılmasında Pearson χ^2 test uygulandı. Tanımlayıcı istatistikler olarak minimum-maksimum değerleri ve aritmetik ortalama $\pm$ standart sapma verildi. Tüm istatistikler için anlamlılık sınırı $p<0.05$ olarak seçildi.

BULGULAR

Çalışmaya primer OA olan 76 kadın hasta dahil edildi. Randomize olarak 4 gruba ayrıldı. Her gruptaki kişilere ev egzersiz programı verildi. Ev egzersiz programı ile birlikte NMES uygulananlar Grup 1'e dahil edildi. Grup 2'deki 19 kişiye ev egzersiz programı ile birlikte izokinetik egzersiz uygulandı. Grup 3'e ev egzersiz programı, NMES ve izokinetik egzersiz birlikte uygulandı. Grup 4 ise sadece ev egzersiz programı ile kontrol grubu olarak değerlendirildi. Her grup başlangıçta ve 6 haftalık tedavi sonrasında değerlendirildi.

Tablo 8. Olguların demografik özellikleri

Değişkenler	Grup 1 (n=19)	Grup 2 (n=19)	Grup 3 (n=19)	Grup 4 (n=19)	p*
Yaş Ort±SS (Min- Maks)	53,84±5,89 (45-63)	52,89±6,10 (45-65)	53,74±6,02 (45-64)	53,61±5,01 (45-65)	0,941
Boy (cm) Ort ±SS (Min- Maks)	159,18±5,88 (150-170)	158,63±5,29 (150-170)	157,42±6,17 (148-169)	159,59±4,21 (149-166)	0,727
Kilo (kg) Ort ±SS (Min- Maks)	74,30±9,74 (55-94)	71,74±13,48 (51,7-99)	76,33±10,93 (52,5-95,6)	69,42±7,46 (56,4-81,8)	0,217
VKİ (kilo/boy²) Ort ±SS (Min- Maks)	29,31±3,52 (21,48-34,94)	28,46±4,85 (20,51-34,92)	30,98±3,34 (24,61-34,87)	27,43±3,19 (22,03-34,68)	0,026^β

Ort: Ortalama, **SS:** Standart Sapma, **Min:** Minimum, **Maks:** Maksimum, **cm:** Santimetre, **kg:** Kilogram **n:** Olgu sayısı, **Grup 1:** NMES, **Grup 2:** İzokinetik, **Grup 3:** NMES+İzokinetik, **Grup 4:** Kontrol. ^α: 1-2, ^β: 2-3, ^γ: 3-4, ^δ: 1-3, ^ε: 1-4, ^ζ: 2-4

p*: Tek yönlü varyans analizi

Gruplar demografik olarak karşılaştırıldığında yaş, boy ve kilo açısından gruplar arasında fark saptanmadı. Ancak VKİ’nde grup 3 ve grup 4 arasında istatistiksel olarak anlamlı fark saptandı ($p=0,026$) (Tablo 8).

Hastaların eğitim düzeylerine ve mesleklerine ilişkin bilgiler Tablo 9’de gösterilmiştir. Grupların dominant ekstremiteleri ve Kellgren Lawrence skalasına göre radyolojik evreleri karşılaştırıldığında gruplar birbirleriyle benzerlik gösteriyordu ($p>0,05$) (Tablo 10).

Tablo 9. Hastaların genel özelliklerine ilişkin tanımlayıcı veriler

		Grup 1		Grup 2		Grup 3		Grup 4	
		n	%	n	%	N	%	n	%
Eğitim Durumu	İlköğretim	11	57,9	14	73,7	16	84,2	11	57,9
	Lise	1	5,3	2	10,5	3	15,8	5	26,3
	Üniversite	6	31,6	3	5,8	0	0	3	5,8
	Yüksek lisans	1	5,3	0	0	0	0	0	0
Meslek	Ev hanımı	7	36,8	4	21,1	14	73,7	10	52,6
	Çalışan	8	42,1	12	63,2	2	10,5	7	36,8
	Emekli	4	21,1	3	15,8	3	15,8	2	10,5

n: Olgu sayısı, **Grup 1:** NMES, **Grup 2:** İzokinetik, **Grup 3:** NMES+İzokinetik, **Grup 4:** Kontrol.

Tablo 10. Grupların radyolojik evre ve dominant ekstremitelerinin karşılaştırılması

		Grup 1		Grup 2		Grup 3		Grup 4		p*
		n	%	n	%	n	%	n	%	
KL Evre	Evre 2	17	89,5	14	73,7	11	57,9	17	89,5	0,058
	Evre 3	2	10,5	5	26,3	8	42,1	2	10,5	
Dominant taraf	Sağ	17	89,5	18	94,7	18	94,7	19	100	0,550
	Sol	2	10,5	1	5,3	1	5,3	0	0	

KL: Kellgren-Lawrence Evreleme, **n:** Olgu sayısı, **Grup 1:** NMES, **Grup 2:** İzokinetik, **Grup 3:** NMES + İzokinetik, **Grup 4:** Kontrol.

p*: Pearson Ki Kare Testi

Hastaların başlangıçta ve 6 haftalık tedavinin sonunda VAS ile ağrı düzeyleri belirlendi. Başlangıçta gruplar arasında fark saptanmadı. Tedavi sonrasında her grupta VAS değerlerinde anlamlı azalma saptandı ($p<0,05$) (Tablo 11) (Şekil 19). VAS fark değişimlerinde grup 2 ve grup 3’te kontrol grubuna göre anlamlı azalma saptandı ($p=0,008$,

p=0,013) (Tablo 12). Aktivite ile VAS değerleri grup 2’de %50, grup 3’te ise %45 oranında azalma gösterdi. İstirahat ile VAS değerlerindeki fark değişimi istatistiksel olarak anlamlı olmasa da grup 3’te diğer gruplara göre daha belirgindi (şekil 20).

Tablo 11. Tedavi  ncesi ve tedavi sonrası vizüel analog skala ortalamalarının karşılaştırılması

		Grup 1	Grup 2	Grup 3	Grup 4	p*
VAS Hareket	T� Ort�SS (Min-maks)	5,63�1,34 (3-8)	5,78�1,75 (2-9)	6,05�1,26 (3-8)	4,94�1,61 (2-8)	0,191
	TS Ort�SS (Min-maks)	3,47�1,67 (1-8)	2,89�1,52 (0-6)	3,26�1,32 (1-5)	3,36�1,34 (1-6)	0,675
	p**	0,000	0,000	0,000	0,000	
VAS İstirahat	T� Ort�SS (Min-maks)	2,36�1,73 (0-8)	2,47�224 (0-6)	3,47�1,89 (0-6)	2,0�1,59 (0-5)	0,106
	TS Ort�SS (Min-maks)	0,94�1,02 (0-3)	0,68�1,10 (0-3)	1,31�1,10 (0-3)	1,0�1,29 (0-4)	0,293
	p**	0,001	0,002	0,000	0,011	

VAS: Visual Analog Skala, T : Tedavi  ncesi, TS: Tedavi sonrası, Ort: Ortalama, SS: Standart Sapma, Min: Minimum, Maks: Maksimum, Grup 1: NMES, Grup 2: İzokinetik, Grup 3: NMES + İzokinetik, Grup 4: Kontrol.

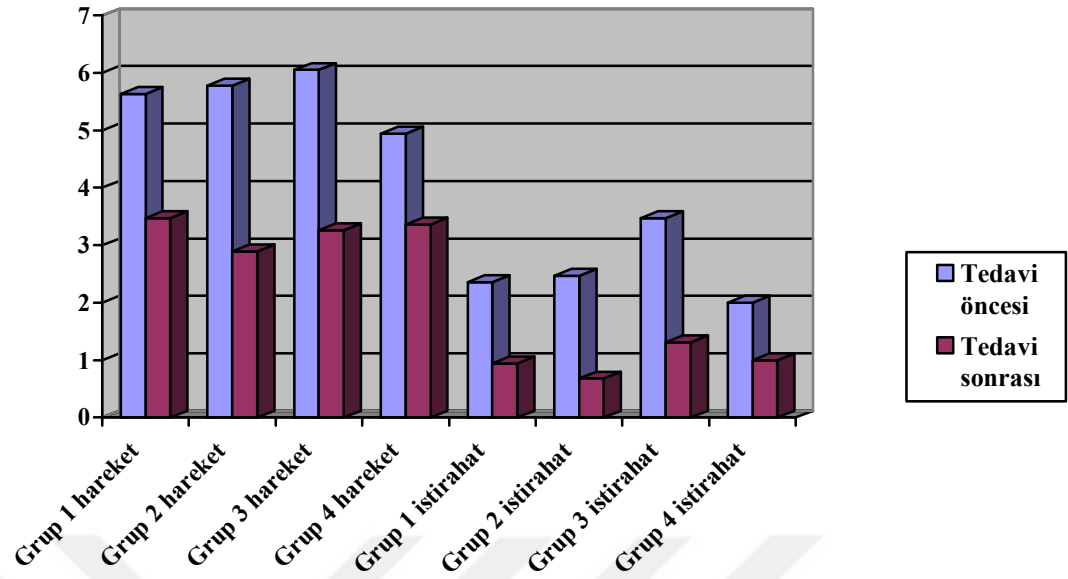
p*: Kruskal Wallis test p**: Wilcoxon Signed Ranks Test

Tablo 12. Grupların tedavi öncesi ve tedavi sonrası vizüel analog skala fark değişimlerinin karşılaştırılması

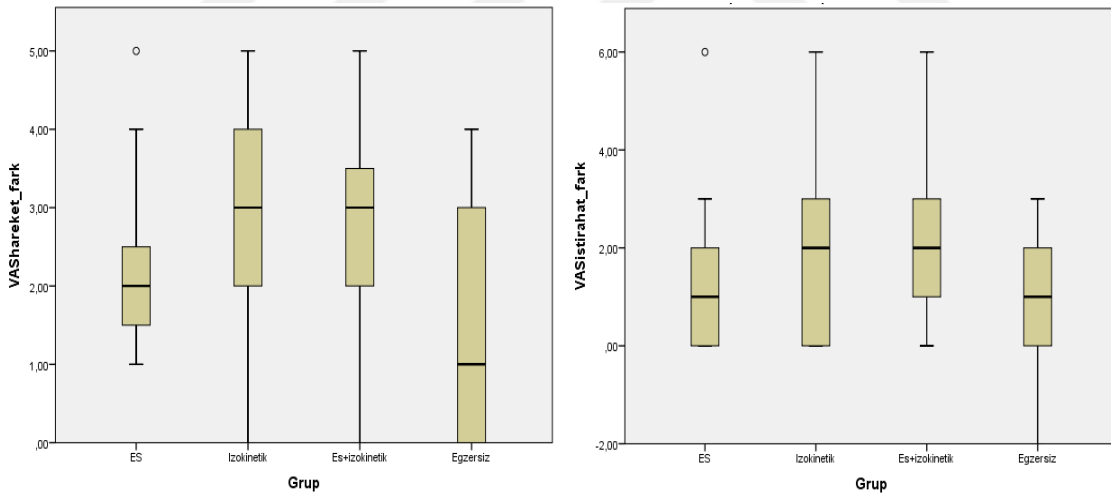
VAS değişimi	Grup 1	Grup 2	Grup 3	Grup 4	p*
Aktivite Ort�SS	2,15�1,21	2,89�1,48	2,78�1,39	1,57�1,42	0,008 ⁿ 0,013 ^b
İstirahat Ort�SS	1,42�1,50	1,78�1,81	2,15�1,53	1,00�1,37	0,151

VAS: Visual Analog Skala, Ort: Ortalama, SS: Standart Sapma, Grup 1: NMES, Grup 2: İzokinetik, Grup 3: NMES + İzokinetik, Grup 4: Kontrol, ^x: 1-2, ^b: 2-3, ^b: 3-4, ⁺: 1-3, [†]: 1-4, ⁿ: 2-4

p*: Kruskal Wallis testi



Şekil 19. Grupların tedavi öncesi ve sonrası hareket ve istirahat sırasındaki visual analog skala skorlarının değişimi



Şekil 20. Grupların vizüel analog skalası ile belirlenen ağrı düzeylerinin değişimi

Hastaların tedavi öncesi ve sonrası diz fleksiyon ekstansiyon açıları değerlendirilerek EHA'ları saptandı. Tedavi öncesi ve sonrası gruplar arasında anlamlı fark saptanmadı. Tedavi sonrasında sağ diz fleksiyonu her grupta anlamlı artış gösterdi ($p=0,005$, $p=0,017$, $p=0,003$, $p=0,017$). Sol diz fleksiyonu ise grup 4 hariç her grupta tedavi öncesine göre istatistiksel olarak anlamlı artış gösterdi ($p=0,001$, $p=0,003$, $p=0,001$) (Tablo 13).

Tablo 13. Grupların tedavi öncesi ve tedavi sonrası eklem hareket açıklıklarının karşılaştırılması

E.H.A.		Grup 1	Grup 2	Grup 3	Grup 4	p*
Sağ diz Fleksiyon	TÖ Ort±SS	129,36±3,33	129,31±3,33	127,63±4,92	129,84±4,25	0,444
	TS Ort±SS	130,63±2,77	130,57±3,27	130,84±4,28	130,84±4,45	0,919
	p**	0,005	0,017	0,003	0,017	
Sol diz Fleksiyon	TÖ Ort±SS	127,78±3,67	128,36±3,72	127,05±4,49	129,0±4,96	0,440
	TS Ort±SS	130,52±3,47	130,05±3,25	130,15±3,91	130,05±4,18	0,970
	p**	0,001	0,003	0,001	0,064	
Sağ diz Ekstansiyon	TÖ Ort±SS	0,0	0,0	0,0	0,0	1,000
	TS Ort±SS	0,0	0,0	0,0	0,0	1,000
	p**	1,000	1,000	1,000	1,000	
Sol diz Ekstansiyon	TÖ Ort±SS	-0,52±2,29	0,0	0,0	-0,52±2,29	0,567
	TS Ort±SS	-0,52±2,29	0,0	0,0	-0,42±1,83	0,567
	p**	1,000	1,000	1,000	0,317	

TÖ: Tedavi öncesi, TS: Tedavi sonrası, Ort: Ortalama, SS: Standart Sapma, EHA: Eklem hareket açıklığı, Grup 1: NMES, Grup 2: İzokinetik, Grup 3: NMES + İzokinetik, Grup 4: Kontrol
p*: Kruskal Wallis Testi p**: Wilcoxon Signed Ranks Test

Tablo 14'te gösterilen gruplardaki tedavi öncesi ve sonrası tibial platonun 10 cm proksimali ve 15 cm distalinden yapılan çap ölçümlerinde gruplar arası istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmadı ($p>0,05$). Sağ diz proksimal çapı tedavi sonrasında öncesine göre grup 4 hariç her grupta istatistiksel olarak anlamlı artış gösterdi ($p=0,011$, $p=0,018$, $p=0,018$). Sol diz proksimal çapı sadece grup 1'de anlamlı artış gösterdi ($p=0,009$). Sağ diz distal çapında tedavi sonrasında öncesine göre hiçbir grupta anlamlı fark saptanmadı ($p>0,05$). Sol diz distal çapında ise grup 3'te anlamlı fark saptandı ($p=0,014$). Gruplardaki diz proksimal ve distal çaplarının fark değişimlerinde ise anlamlı farklılık saptanmadı ($p>0,05$).

Tablo 14. Tedavi öncesi ve sonrası tibial platonun proksimal ve distalinden yapılan çap ölçümlerinin karşılaştırılması

Çap		Grup 1	Grup 2	Grup 3	Grup 4	p*
Sağ Proksimal	TÖ Ort±SS	42,26±3,87	42,23±4,25	43,64±3,97	42,00±3,65	0,542
	TS Ort±SS	42,63±3,75	42,63±4,15	43,92±3,84	42,15±3,58	0,522
	p**	0,011	0,018	0,018	0,221	
Sağ Distal	TÖ Ort±SS	33,18±3,24	33,68±3,12	33,50±3,80	32,76±2,76	0,975
	TS Ort±SS	33,28±3,25	33,78±3,32	33,68±3,73	32,81±2,75	0,949
	p**	0,417	0,599	0,140	0,713	
Sol Proksimal	TÖ Ort±SS	42,21±3,92	42,05±4,25	43,60±4,07	41,94±3,71	0,555
	TS Ort±SS	42,50±3,91	42,36±4,10	43,76±3,94	42,15±3,63	0,617
	p**	0,009	0,061	0,058	0,086	
Sol Distal	TÖ Ort±SS	33,28±3,29	33,57±3,09	33,57±3,66	32,73±2,78	0,965
	TS Ort±SS	33,34±3,31	33,68±3,25	33,77±3,65	32,86±2,69	0,950
	p**	0,713	0,599	0,014	0,132	

TÖ: Tedavi öncesi, TS: Tedavi sonrası, Ort: Ortalama, SS: Standart Sapma.

p*: Kruskal Wallis Testi p**: Wilcoxon Signed Ranks Test

Gruplar arasında tedavi öncesinde ve tedavi sonrasında TAD ve ZKYT gibi klinik değişkenlerde istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmadı ($p>0,05$). Tedavi sonrasında tedavi öncesine göre her grupta ZKYT'nde anlamlı iyileşme görüldü ($p=0,002$, $p=0,000$, $p=0,000$, $p=0,005$). ZKYT fark değişiminde gruplar arasında anlamlılık yoktu ($p>0,05$). Tedavi sonrasında sağ ekstremitede TAD her grupta anlamlı artış gösterdi ($p=0,012$, $p=0,016$, $p=0,001$, $p=0,008$). Sol ekstremitede TAD grup 1 ve grup 3'te anlamlı artış gösterdi ($p=0,010$, $p=0,015$) (Tablo 15). Gruplar arası TAD fark değişiminde anlamlılık saptanmadı ($p>0,05$).

Tablo 15. Gruplar arasında klinik değişkenlerin karşılaştırılması

Değişkenler		Grup 1	Grup 2	Grup 3	Grup 4	p*
Sağ TAD	TÖ Ort±SS (Min-Maks)	25,32±7,10 (8,84-30)	24,01±7,40 (9,99-30)	23,54±7,74 (5,19-30)	24,68±6,82 (7,94-30)	0,66
	TS Ort±SS (Min-Maks)	27,67±5,69 (10,67-30)	26,87±5,42 (10,44-30)	27,77±5,67 (7,45-30)	26,66±5,79 (8,84-30)	0,542
	p**	0,012	0,016	0,001	0,008	
Sol TAD	TÖ Ort±SS (Min-Maks)	24,63±6,62 (9,14-30)	24,26±7,67 (4,89-30)	25,21±7,58 (4,72-30)	25,42±5,56 (15,14-30)	0,941
	TS Ort±SS (Min-Maks)	27,73±3,87 (16,98-30)	26,19±6,08 (13,86-30)	27,71±5,22 (12,53-30)	26,59±5,54 (10,36-30)	0,713
	p**	0,010	0,133	0,015	0,249	
ZKYT	TÖ Ort±SS (Min-Maks)	9,49±1,67 (6,96-13,78)	9,22±1,95 (6,37-14,28)	9,07±1,11 (6,94-11,33)	8,53±0,88 (6,73-10,15)	0,21
	TS Ort±SS (Min-Maks)	8,51±1,20 (6,63-11,85)	8,39±1,27 (6,13-10,32)	8,31±1,07 (6,67-11,03)	7,82±0,72 (6,75-9,12)	0,22
	p**	0,002	0,000	0,000	0,005	

TÖ: Tedavi öncesi, **TS:** Tedavi sonrası, **Ort:** Ortalama, **SS:** Standart Sapma, **Min:** Minimum **Maks:** Maksimum, **ZKYT:** Zamanlı kalk ve yürü testi, **TAD:** Tek ayak üstünde durma testi., **Grup 1:** NMES, **Grup 2:** İzokinetik, **Grup 3:** NMES + İzokinetik, **Grup 4:** Kontrol.

p*: Kruskal Wallis Testi **p**:** Wilcoxon Signed Ranks Test

Grupların tedavi öncesinde WOMAC-B, WOMAC-C ve WOMAC-total değerlerinde anlamlı fark saptandı (p=0,044, p=0,003, p=0,004). WOMAC-B açısından grup 3 ile grup 4, grup 1 ile grup 3 arasında anlamlı fark saptandı (p=0,007, p=0,037). WOMAC-C açısından grup 3 ile grup 4, grup 2 ile grup 3, grup 1 ile grup 4 arasında anlamlı fark saptandı (p<0,001, p=0,035, p=0,05). WOMAC-total açısından grup 3 ile grup 4, grup 2 ile grup 3, grup 1 ile grup 4 arasında anlamlı fark saptandı (p<0,001, p=0,044, p=0,05). Tedavi sonrasında öncesine göre bütün WOMAC skorlarında tüm gruplarda anlamlı iyileşme saptandı (p<0,05) (Tablo 16) (Şekil 21-24). Grupların tedavi öncesi ve tedavi sonrası WOMAC-B, WOMAC-C ve WOMAC-total skorların fark değişimlerinde de istatistiksel olarak anlamlı fark saptandı (p=0,001, p=0,001, p=0,001). WOMAC-B fark değişiminde grup 2 ile grup 4, grup 3 ile grup 4, grup 1 ile grup 3 arasında anlamlılık saptandı (p=0,008, p<0,001, p=0,011). WOMAC-C açısından grup 2 ile grup 4, grup 3 ile grup 4, grup 1 ile grup 3 arasında anlamlılık saptandı

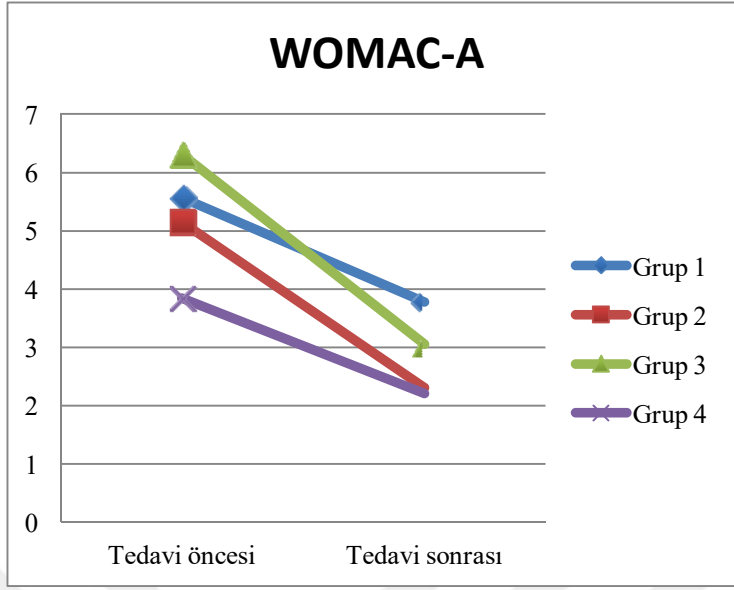
(p=0,008, p<0,001, p=0,011). WOMAC-total açısından da grup 2 ile grup 4, grup 3 ile grup 4, grup 1 ile grup 3 arasında anlamlılık saptandı (p=0,006, p<0,001, p=0,007). WOMAC-A skorunun fark değişiminde istatistiksel olarak anlamlı olmasa da grup 2 ve grup 3'te diğer gruplara göre daha belirgin iyileşme vardı (Tablo 17).

Tablo 16. Gruplar arası tedavi öncesi ve sonrası Western Ontario and McMaster Universities Arthritis Index skor ortalamalarının karşılaştırılması

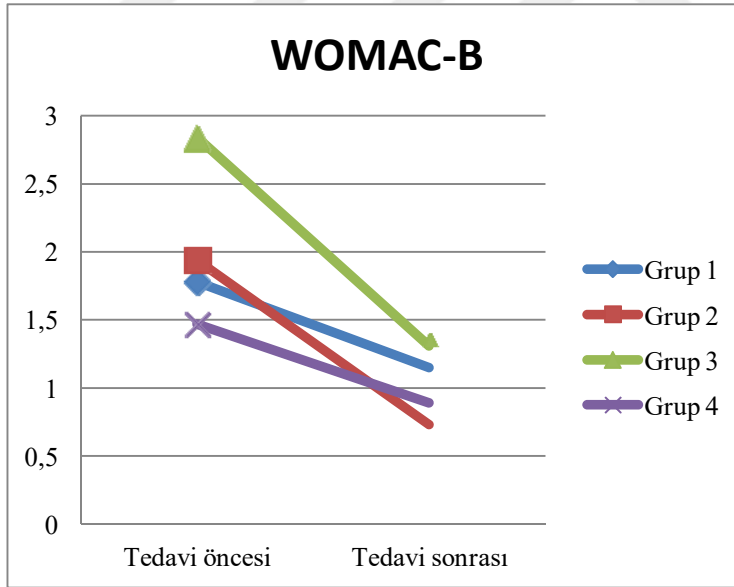
WOMAC		Grup 1	Grup 2	Grup 3	Grup 4	p*
A	TÖ Ort±SS (Min-Maks)	5,57±2,98 (1-12)	5,15±3,07 (1-11)	6,31±3,09 (1-11)	3,84±2,16 (1-9)	0,07
	TS Ort±SS (Min-Maks)	3,78±2,89 (0-10)	2,31±2,08 (0-6)	3,05±2,12 (0-7)	2,21±1,93 (0-7)	0,196
	p**	0,000	0,000	0,001	0,001	
B	TÖ Ort±SS (Min-Maks)	1,78±1,35 (0-4)	1,94±1,54 (0-4)	2,84±1,64 (0-6)	1,47±1,26 (0-4)	0,007 ^β 0,037 ⁺
	TS Ort±SS (Min-Maks)	1,15±1,01 (0-3)	0,73±0,87 (0-2)	1,31±1,10 (0-4)	0,89±1,14 (0-3)	0,314
	p**	0,005	0,003	0,001	0,009	
C	TÖ Ort±SS (Min-Maks)	14,0±7,74 (5-36)	12,94±7,26 (4-27)	18,84±8,49 (5-39)	9,21±5,99 (2-21)	0,000 ^β 0,035 ^δ 0,05 [†]
	TS Ort±SS (Min-Maks)	9,42±5,92 (3-28)	6,10±4,65 (0-14)	9,26±5,23 (1-23)	6,15±4,11 (2-14)	0,066
	p**	0,000	0,000	0,000	0,015	
Total	TÖ Ort±SS (Min-Maks)	22,25±11,62 (7,29-53,12)	20,88±10,85 (5,20-39,58)	29,16±12,55 (8,33-58,33)	15,12±8,69 (3,12-33,3)	0,000 ^β 0,044 ^δ 0,05 [†]
	TS Ort±SS (Min-Maks)	14,96±9,47 (3,12-42,70)	9,53±7,20 (0-20,83)	14,19±7,85 (1,04-30,20)	9,64±6,90 (2,08-23,95)	0,066
	p**	0,000	0,000	0,000	0,003	

WOMAC: Western Ontario and McMaster Universities Arthritis Index A: Ağrı, B: Tutukluk, C: Fonksiyon
TÖ: Tedavi Öncesi TS: Tedavi sonrası Ort: Ortalama, SS: Standart Sapma, Min: Minimum, Maks: Maksimum, Grup 1: NMES, Grup 2: İzokinetik, Grup 3: NMES + İzokinetik, Grup 4: Kontrol, [×]: 1-2, ^δ: 2-3, ^β: 3-4, ⁺: 1-3, [†]: 1-4, [‡]: 2-4.

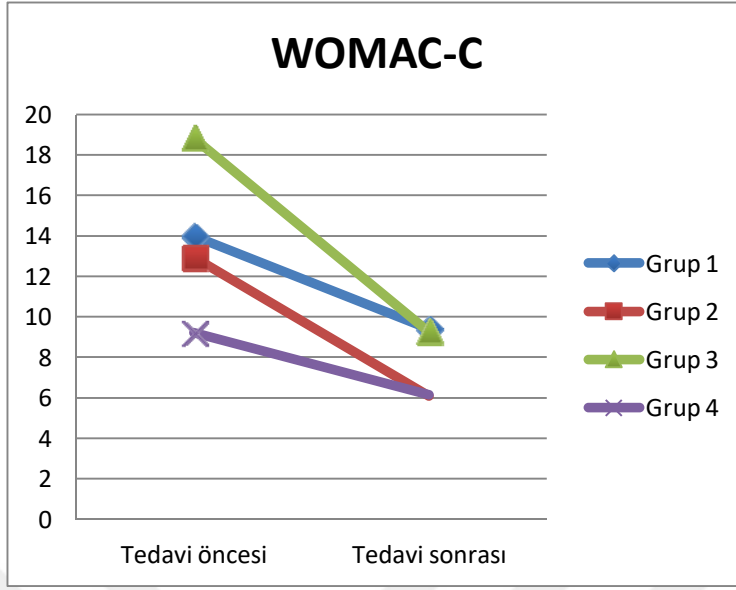
p*: Kruskal Wallis Test, p**: Wilcoxon Signed Ranks Test



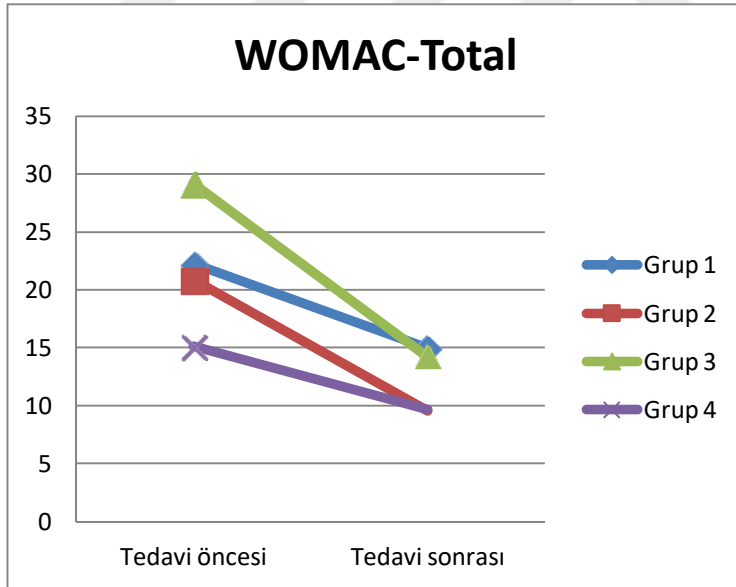
Şekil 21. Grupların tedavi öncesi ve tedavi sonrası Western Ontario and McMaster Universities Arthritis Index-A skor ortalamalarının grafiksel değişimi



Şekil 22. Grupların tedavi öncesi ve tedavi sonrası Western Ontario and McMaster Universities Arthritis Index-B skor ortalamalarının grafiksel değişimi



Şekil 23. Grupların tedavi öncesi ve tedavi sonrası Western Ontario and McMaster Universities Arthritis Index-C skor ortalamalarının grafiksel değişimi



Şekil 24. Grupların tedavi öncesi ve tedavi sonrası Western Ontario and McMaster Universities Arthritis Index-total skor ortalamalarının grafiksel değişimi

Tablo 17. Grupların tedavi öncesi ve sonrası Western Ontario and McMaster Universities Arthritis Index skor ortalamalarının fark değişimlerinin karşılaştırılması

Değişim	Grup 1	Grup 2	Grup 3	Grup 4	p*
WOMAC A Ort±SS	1,78±1,03	2,84±2,0	3,26±2,74	1,63±1,49	0,058
WOMAC B Ort±SS	4,57±3,76	6,84±3,97	9,57±5,98	3,05±4,97	0,008ⁿ 0,000^β 0,011⁺
WOMAC C Ort±SS	4,57±3,76	6,84±3,97	9,57±5,98	3,05±4,97	0,008ⁿ 0,000^β 0,011⁺
WOMAC Total Ort±SS	7,29±4,82	11,34±5,96	14,96±8,75	5,48±6,98	0,006ⁿ 0,000^β 0,007⁺

WOMAC: Western Ontario and McMaster Universities Arthritis Index **A:** Ağrı, **B:** Tutukluluk, **C:** Fonksiyon **Ort:** Ortalama, **SS:** Standart Sapma, **Grup 1:** NMES, **Grup 2:** İzokinetik, **Grup 3:** NMES + İzokinetik, **Grup 4:** Kontrol, ^x:1-2, ^δ: 2-3, ^β:3-4, ⁺:1-3, [†]:1-4, ⁿ:2-4.

p*: Kruskal Wallis Test

Tedavi öncesinde SF-36 fiziksel rol kısıtlılığı (RP) ve vitalite (VT) açısından gruplar arasında anlamlı fark saptandı (p=0,036, p=0,009). SF36-RP açısından grup 1 ile grup 2, grup 1 ile grup 4, grup 3 ile grup 4 arasında anlamlı fark vardı (p=0,044, p=0,017, p=0,04). SF36-VT açısından grup 1 ile grup 4, grup 3 ile 4 arasında istatistiksel olarak anlamlı fark saptandı (p=0,003, p=0,003). Tedavi öncesinde SF-36 fiziksel fonksiyon (PF) açısından gruplar arasında fark yokken (p>0,05), tedavi sonrasında grup 1 ile grup 4, grup 1 ile grup 2, grup 2 ile grup 3 arasında istatistiksel olarak anlamlı fark saptandı (p=0,010, p=0,001, p=0,044). Tedavi sonrasında tedavi öncesine göre SF36-PF açısından grup 2, grup 3, grup 4'te anlamlı iyileşme saptandı (p<0,001, p<0,001, p=0,004). RP skorları her grupta artış gösterdi (p=0,005, p=0,032, p=0,014, p=0,012). SF36-VT skorları grup 1, grup 2, grup 3'te anlamlı iyileşme gösterdi (p=0,046, p=0,015, p=0,003). SF-36 Emosyonel rol (RE) skorları grup 1 ve grup 3'te anlamlı iyileşme gösterdi (p=0,046, p=0,031). SF-36 mental sağlık (MH) grup 1 ve grup 3'te anlamlı iyileşme gösterdi (p=0,030, p=0,023). SF-36 sosyal fonksiyon (SF) sadece grup 3'te iyileşme gösterdi (p=0,012). SF-36 genel vücut ağrısı (BP) grup 2, grup 3, grup 4'te iyileşme gösterdi (p=0,002, p=0,001, p=0,023). SF-36 genel sağlık (GH) grup 2 ve grup 3'te istatistiksel olarak anlamlı artış gösterdi (p=0,011, p=0,003) (Tablo 18).

Tablo 18. Grupların tedavi öncesi ve sonrası SF-36 skor ortalamalarının karşılaştırılması

		Grup 1	Grup 2	Grup 3	Grup 4	p*
PF	TÖ Ort±SS (Min-Maks)	70,52±11,89 (45-85)	76,05±13,70 (40-100)	67,36±13,67 (35-85)	74,73±16,45 (25-90)	0,069
	TS Ort±SS (Min-Maks)	73,15±16,17 (35-95)	87,89±8,71 (70-100)	80,78±9,75 (65-95)	85,0±9,27 (65-100)	0,001^x 0,01[†] 0,044[§]
	p**	0,331	0,000	0,000	0,004	
RP	TÖ Ort±SS (Min-Maks)	31,57±39,82 (0-100)	56,57±41,53 (0-100)	36,84±33,71 (0-100)	61,81±32,66 (0-100)	0,044^x 0,017[†] 0,04[§]
	TS Ort±SS (Min-Maks)	61,84±40,28 (0-100)	75,0±34,35 (0-100)	65,78±34,57 (0-100)	80,26±24,40 (25-100)	0,410
	p**	0,005	0,032	0,014	0,012	
BP	TÖ Ort±SS (Min-Maks)	54,86±20,45 (0-100)	59,07±25,19 (0-90)	52,10±19,38 (22,5-90)	63,42±16,07 (22,5-90)	0,169
	TS Ort±SS (Min-Maks)	64,07±21,68 (20-100)	71,71±23,79 (22,5-100)	74,34±16,39 (45-100)	73,02±16,44 (35-90)	0,412
	p**	0,083	0,002	0,001	0,023	
GH	TÖ Ort±SS (Min-Maks)	54,21±12,38 (35-85)	55,0±17,15 (25-90)	49,73±13,79 (25-70)	62,10±15,12 (30-85)	0,085
	TS Ort±SS (Min-Maks)	57,47±11,53 (35-75)	61,31±14,60 (35-85)	58,15±13,03 (30-85)	66,26±12,35 (45-85)	0,061
	p**	0,367	0,011	0,003	0,094	

SF-36: Short-form-36, **PF:** Fiziksel Fonksiyon, **RP:** Fiziksel rol, **BP:** Vücut ağrısı, **GH:** Genel Sağlık, **TÖ:** Tedavi öncesi, **TS:** Tedavi sonrası, **Ort:** Ortalama, **SS:** Standart sapma, **Min:** Minimum, **Maks:** maksimum, **Grup 1:** NMES, **Grup 2:** İzokinetik, **Grup 3:** NMES + İzokinetik, **Grup 4:** Kontrol, ^x:1-2, [§]: 2-3, [†]:3-4, [‡]:1-4, ⁿ:2-4

p*: Kruskal Wallis testi **p**:** Wilcoxon Signed Ranks Testi

Tablo 18 Devam. Grupların tedavi öncesi ve sonrası SF-36 skor ortalamalarının karşılaştırılması

		Grup 1	Grup 2	Grup 3	Grup 4	p*
RE	TÖ Ort±SS (Min-Maks)	63,15±41,42 (0-100)	66,66±41,57 (0-100)	40,34±45,24 (0-100)	78,95±33,72 (0-100)	0,066
	TS Ort±SS (Min-Maks)	84,21±28,03 (0-100)	78,95±33,72 (0-100)	66,66±45,81 (0-100)	73,69±36,13 (0-100)	0,741
	p**	0,046	0,126	0,031	0,461	
VT	TÖ Ort±SS (Min-Maks)	41,57±19,44 (10-75)	49,21±17,73 (15-85)	42,73±11,76 (20-62)	57,10±12,16 (35-85)	0,003† 0,003^β
	TS Ort±SS (Min-Maks)	52,89±19,17 (10-80)	60,52±12,89 (30-80)	56,05±15,32 (25-95)	60,78±13,25 (40-85)	0,426
	p**	0,046	0,015	0,003	0,178	
MH	TÖ Ort±SS (Min-Maks)	56,42±15,31 (28-84)	60,63±18,48 (16-88)	57,47±14,61 (28-76)	65,89±14,25 (36-88)	0,209
	TS Ort±SS (Min-Maks)	68,42±19,08 (32-96)	66,73±13,85 (44-88)	65,68±20,62 (12-100)	68,63±15,90 (32-92)	0,968
	p**	0,030	0,207	0,023	0,191	
SF	TÖ Ort±SS (Min-Maks)	75,65±26,83 (0-100)	89,47±22,53 (25-100)	79,60±24,01 (25-100)	89,47±17,80 (37,5-100)	0,076
	TS Ort±SS (Min-Maks)	85,52±30,12 (0-100)	92,76±18,38 (37,5-100)	97,36±7,88 (75-100)	94,73±12,71 (62,5-100)	0,559
	p**	0,169	0,524	0,012	0,279	

RE: Emosyonel rol, **VT:** Vitalite, **MH:** Mental sağlık, **SF:** Sosyal Fonksiyon, **TÖ:** Tedavi öncesi, **TS:** Tedavi sonrası, **Ort:** Ortalama, **SS:** Standart sapma, **Min:** Minimum, **Maks:** maksimum, **Grup 1:** NMES, **Grup 2:** İzokinetik, **Grup 3:** NMES + İzokinetik, **Grup 4:** Kontrol, ^{*}:1-2, ^δ: 2-3, ^β:3-4, ⁺:1-3, [†]:1-4, ^η:2-4
p*: Kruskal Wallis testi **p**:** Wilcoxon Signed Ranks Testi

Tedavi öncesi ve sonrası SF36-PF fark değişiminde grup 1 ile grup 2, grup 1 ile grup 3 arasında anlamlı fark saptandı (p=0,024). Diğer SF-36 skorlarının fark değişiminde gruplar arası anlamlılık saptanmadı (p>0,05) (Tablo 19).

Tablo 19. Grupların SF-36 skorlarının tedavi öncesi ve sonrası fark değişimlerinin karşılaştırılması

SF-36 değişimi	Grup 1	Grup 2	Grup 3	Grup 4	p*
PF Ort±SS	-2,63±11,22	-11,84±9,16	-13,42±12,91	-10,26±16,37	0,007⁺ 0,013^x
RP Ort±SS	-30,26±37,80	-18,42±34,19	-28,94±40,19	-18,42±27,43	0,470
RE Ort±SS	-21,05±38,83	-12,28±33,73	-26,31±49,16	5,25±29,94	0,101
VT Ort±SS	-11,31±20,33	-11,31±19,70	-13,31±16,58	-3,68±10,65	0,192
MH Ort±SS	-12,00±21,37	-6,10±19,74	-8,21±22,21	-2,73±17,07	0,600
SF Ort±SS	-9,86±26,21	-3,28±21,98	-17,76±26,12	-5,26±16,30	0,295
BP Ort±SS	-9,21±23,77	-12,63±13,08	-22,23±20,99	-9,60±15,25	0,315
GH Ort±SS	-0,26±10,47	-6,31±10,52	-8,42±11,31	-4,15±10,52	0,104

SF-36: Short-form-36, **PF:** Fiziksel Fonksiyon, **RP:** Fiziksel rol, **RE:** Emosyonel rol, **VT:** Vitalite, **MH:** Mental sağlık, **SF:** Sosyal Fonksiyon, **BP:** Vücut ağrısı, **GH:** Genel Sağlık, **Ort:** Ortalama, **SS:** Standart sapma, **Grup 1:** NMES, **Grup 2:** İzokinetik, **Grup 3:** NMES + İzokinetik, **Grup 4:** Kontrol. ^x: 1-2, ^δ: 2-3, ^β: 3-4, ⁺: 1-3, [†]: 1-4, ⁿ: 2-4.

p*: Kruskal Wallis testi

Tablo 20. Grupların tedavi öncesi ve tedavi sonrası kuadriceps pik tork değerlerinin karşılaştırılması

Parametre			Grup 1	Grup 2	Grup 3	Grup 4	p*
Kuadriceps pik tork 60°/sn (Nm)	TÖ Ort±SS (Min- Maks)	Sağ	95,21±22,84 (98-65)	89,73±21,82 (92-49)	82,57±21,47 (81-31)	90,68±20,33 (88-39)	0,551
		Sol	88,57±26,80 (92-43)	87,05±21,66 (84-47)	81,94±20,50 (85-46)	88,73±23,99 (95-35)	0,664
	TS Ort±SS (Min- Maks)	Sağ	106,52±20,99 (104-54)	107,26±22,64 (111-58)	106,42±34,05 (106-45)	103,05±18,24 (104-61)	0,899
		Sol	102,21±26,12 (98-64)	104,05±32,48 (103-22)	99,15±22,82 (99-62)	103,05±20,57 (104-71)	0,878
	p**	Sağ	0,029	0,002	0,001	0,007	
		Sol	0,003	0,007	0,000	0,005	
Kuadriceps pik tork 180°/sn (Nm)	TÖ Ort±SS (Min- Maks)	Sağ	41,15±13,89 (42-16)	39,26±12,37 (38-19)	45,05±15,97 (46-20)	44,52±14,45 (46-16)	0,635
		Sol	40,63±13,41 (43-14)	38,84±12,12 (39-20)	41,52±10,49 (41-23)	42,73±13,34 (43-16)	0,756
	TS Ort±SS (Min- Maks)	Sağ	48,57±12,42 (49-24)	55,89±13,82 (56-26)	57,52±13,43 (57-30)	49,10±10,28 (50-30)	0,074
		Sol	49,89±11,61 (50-28)	54,73±16,22 (56-28)	55,10±10,14 (54-38)	45,73±11,93 (46-26)	0,092
	p**	Sağ	0,097	0,000	0,001	0,257	
		Sol	0,004	0,000	0,000	0,286	

TÖ: Tedavi öncesi, TS: Tedavi sonrası, Ort: Ortalama, SS: Standart sapma, Min: Minimum, Maks: Maksimum.

p*: Kruskal Wallis testi p**: Wilcoxon Signed Ranks testi

Tablo 21. Grupların tedavi öncesi ve tedavi sonrası kuadriceps Pik tork/ vücut ağırlığı değerlerinin karşılaştırılması

Kuadriceps pik tork 60°/sn/ vücut ağırlığı (%)	TÖ Ort±SS (Min- Maks)	Sağ	131,15±35,24 (128-80)	129,05±40,52 (122-63)	109,78±26,28 (113-42)	133,10±32,95 (140-54)	0,136
		Sol	122,42±40,25 (128-60)	126,63±42,57 (137-54)	108,52±25,82 (110-60)	130,68±37,85 (140-48)	0,150
	TS Ort±SS (Min- Maks)	Sağ	146,84±31,42 (143-72)	154,89±46,26 (152-83)	141,10±43,53 (137-60)	150,10±24,62 (146-83)	0,632
		Sol	139,52±34,73 (140-83)	151,10±53,05 (164-24)	131,63±31,88 (131-86)	149,78±26,45 (152-95)	0,205
	p**	Sağ	0,021	0,001	0,001	0,007	
		Sol	0,003	0,005	0,000	0,008	
Kuadriceps pik tork 180°/sn/ vücut ağırlığı (%)	TÖ Ort±SS (Min- Maks)	Sağ	57,00±21,39 (57-18)	56,36±20,16 (54-24)	60,52±22,90 (57-24)	65,52±20,67 (69-21)	0,519
		Sol	56,15±19,64 (60-18)	56,10±19,66 (57-27)	55,21±13,52 (60-27)	63,21±20,29 (66-21)	0,289
	TS Ort±SS (Min- Maks)	Sağ	66,57±15,27 (69-36)	79,73±25,15 (75-39)	76,06±17,61 (77-42)	71,42±13,07 (75-39)	0,254
		Sol	69,10±19,67 (66-39)	78,57±27,31 (80-33)	73,15±13,40 (72-54)	66,63±16,21 (69-36)	0,453
	p**	Sağ	0,044	0,000	0,001	0,246	
		Sol	0,003	0,000	0,000	0,343	

TÖ: Tedavi Öncesi **TS:** Tedavi sonrası **Ort:** Ortalama, **SS:** Standart Sapma, **Min:** Minimum, **Maks:** Maksimum, **Grup 1:** NMES, **Grup 2:** İzokinetik, **Grup 3:** NMES + İzokinetik, **Grup 4:** Kontrol.

p*: Kruskal Wallis Testi, **p**:** Wilcoxon Signed Ranks Test

Tablo 22. Grupların tedavi öncesi ve tedavi sonrası kuadriceps toplam iş değerlerinin karşılaştırılması

Kuadriceps toplam iş 60°/sn (joule)	TÖ Ort±SS (Min-Maks)	Sağ	71,05±18,75 (73-35)	69,78±17,77 (71-37)	64,36±18,63 (68-20)	72,31±15,56 (76-31)	0,528
		Sol	65,42±22,74 (68-20)	70,10±21,29 (71-30)	63,94±16,71 (66-31)	68,57±20,33 (75-28)	0,775
	TS Ort±SS (Min-Maks)	Sağ	76,68±16,90 (72-45)	81,26±22,97 (83-37)	79,52±34,36 (75-27)	74,36±14,75 (77-28)	0,722
		Sol	76,36±19,31 (77-46)	79,78±26,86 (85-11)	75,36±21,80 (71-50)	77,42±15,53 (80-38)	0,530
	p**	Sağ	0,314	0,005	0,004	0,459	
		Sol	0,003	0,018	0,004	0,041	
Kuadriceps toplam iş 180°/sn (joule)	TÖ Ort±SS (Min-Maks)	Sağ	29,52±10,79 (33-8)	29,31±13,19 (33-9)	34,15±13,79 (35-12)	34,26±13,32 (34-7)	0,447
		Sol	29,05±12,15 (31-5)	30,31±12,80 (31-12)	31,47±11,08 (33-12)	31,73±11,34 (34-9)	0,928
	TS Ort±SS (Min-Maks)	Sağ	34,52±10,36 (33-14)	40,00±15,36 (34-15)	41,05±13,86 (41-15)	35,78±8,92 (37-12)	0,410
		Sol	34,42±8,75 (33-16)	39,47±14,53 (42-14)	39,89±9,60 (42-23)	32,84±9,38 (34-14)	0,190
	p**	Sağ	0,348	0,000	0,016	0,394	
		Sol	0,034	0,001	0,002	0,629	

TÖ: Tedavi Öncesi **TS:** Tedavi sonrası **Ort:** Ortalama, **SS:** Standart Sapma, **Min:** Minimum, **Maks:** Maksimum, **Grup 1:** NMES, **Grup 2:** İzokinetik, **Grup 3:** NMES + İzokinetik, **Grup 4:** Kontrol.

p*: Kruskal Wallis Testi, **p**:** Wilcoxon Signed Ranks Test

Tablo 23. Grupların tedavi öncesi ve tedavi sonrası hamstring pik tork değerlerinin karşılaştırılması

Parametre			Grup 1	Grup 2	Grup 3	Grup 4	p*
Hamstring pik tork 60°/sn (Nm)	TÖ Ort±SS (Min- Maks)	Sağ	62,15±19,17 (66-26)	65,36±10,56 (66-45)	60,89±14,82 (58-31)	66,15±12,14 (68-41)	0,702
		Sol	60,78±18,59 (62-26)	65,15±12,95 (66-35)	59,89±15,23 (58-37)	64,36±12,45 (65-35)	0,675
	TS Ort±SS (Min- Maks)	Sağ	73,26±19,31 (71-42)	77,00±13,53 (80-46)	73,63±18,10 (73-43)	75,94±11,85 (76-47)	0,776
		Sol	73,78±20,50 (73-35)	74,78±14,79 (75-42)	72,10±17,45 (68-46)	74,36±13,45 (75-43)	0,892
	p**	Sağ	0,008	0,002	0,012	0,001	
		Sol	0,002	0,003	0,019	0,003	
Hamstring pik tork 180°/sn (Nm)	TÖ Ort±SS (Min- Maks)	Sağ	34,63±12,32 (35-8)	37,21±12,52 (39-15)	39,05±12,45 (43-16)	39,42±8,59 (42-22)	0,581
		Sol	36,05±12,73 (38-8)	37,94±13,39 (41-11)	36,47±11,01 (35-16)	39,31±11,05 (41-11)	0,796
	TS Ort±SS (Min- Maks)	Sağ	43,57±14,02 (43-14)	50,89±9,82 (52-30)	51,31±11,78 (52-33)	46,89±7,56 (47-30)	0,154
		Sol	46,00±11,75 (46-27)	48,68±10,32 (46-30)	50,15±11,39 (52-33)	43,26±7,53 (45-24)	0,284
	p**	Sağ	0,017	0,000	0,002	0,000	
		Sol	0,008	0,001	0,001	0,118	

TÖ: Tedavi Öncesi TS: Tedavi sonrası Ort: Ortalama, SS: Standart Sapma, Min: Minimum, Maks: Maksimum, Grup 1: NMES, Grup 2: İzokinetik, Grup 3: NMES + İzokinetik, Grup 4: Kontrol.

p*: Kruskal Wallis Test p**: Wilcoxon Signed Ranks Test

Tablo 24. Grupların tedavi öncesi ve tedavi sonrası hamstring PT/vücut ağırlığı oranı değerlerinin karşılaştırılması

Hamstring pik tork 60°/sn/ vücut ağırlığı (%)	TÖ Ort±SS (Min- Maks)	Sağ	85,63±27,73 (89-36)	93,21±21,95 (89-66)	80,73±18,70 (75-42)	97,05±22,51 (98-54)	0,182
		Sol	83,78±27,31 (86-30)	94,31±29,02 (86-54)	79,26±18,41 (80-48)	94,63±24,20 (95-51)	0,242
	TS Ort±SS (Min- Maks)	Sağ	100,00±25,68 (98-57)	111,10±31,31 (104-60)	98,10±24,42 (95-60)	110,68±20,71 (107-63)	0,363
		Sol	100,36±27,20 (98-51)	107,57±30,86 (107-48)	95,05±21,66 (92-66)	108,63±20,22 (104-60)	0,249
	p**	Sağ	0,007	0,002	0,009	0,001	
		Sol	0,017	0,000	0,001	0,001	
Hamstring pik tork 180°/sn/ vücut ağırlığı (%)	TÖ Ort±SS (Min- Maks)	Sağ	48,89±19,30 (51-12)	53,84±20,64 (57-18)	52,21±16,41 (57-21)	57,89±14,14 (60-30)	0,539
		Sol	50,57±19,93 (51-19)	55,05±21,68 (60-12)	48,78±14,41 (51-24)	57,73±18,22 (57-15)	0,245
	TS Ort±SS (Min- Maks)	Sağ	59,42±17,07 (63-18)	73,10±18,53 (72-45)	68,31±15,31 (66-42)	68,57±11,75 (66-39)	0,149
		Sol	63,36±16,02 (66-38)	70,42±19,85 (69-39)	66,78±14,98 (66-42)	63,73±12,87 (66-33)	0,659
	p**	Sağ	0,017	0,000	0,001	0,001	
		Sol	0,005	0,000	0,001	0,117	

TÖ: Tedavi Öncesi **TS:** Tedavi sonrası **Ort:** Ortalama, **SS:** Standart Sapma, **Min:** Minimum, **Maks:** Maksimum, **Grup 1:** NMES, **Grup 2:** İzokinetik, **Grup 3:** NMES + İzokinetik, **Grup 4:** Kontrol.

p*: Kruskal Wallis Testi, **p**:** Wilcoxon Signed Ranks Test

Tablo 25. Grupların tedavi öncesi ve tedavi sonrası hamstring toplam iş değerlerinin karşılaştırılması

Hamstring toplam iş 60°/sn (joule)	TÖ Ort±SS (Min-Maks)	Sağ	51,10±16,63 (52-19)	56,10±11,89 (54-37)	54,47±16,51 (53-26)	57,31±12,52 (60-31)	0,803
		Sol	50,21±17,97 (56-15)	56,21±15,98 (54-26)	52,52±17,69 (49-30)	54,42±11,95 (54-28)	0,811
	TS Ort±SS (Min-Maks)	Sağ	58,10±17,60 (61-37)	63,31±16,82 (58-34)	59,47±17,66 (57-33)	62,73±15,21 (64-26)	0,457
		Sol	59,36±17,02 (58-31)	59,57±16,31 (58-24)	59,52±17,23 (60-35)	61,26±15,17 (66-26)	0,509
	p**	Sağ	0,070	0,036	0,171	0,019	
		Sol	0,003	0,076	0,117	0,058	
Hamstring toplam iş 180°/sn (joule)	TÖ Ort±SS (Min-Maks)	Sağ	24,52±10,59 (26-5)	27,63±13,99 (24-5)	30,21±13,22 (34-7)	30,42±8,50 (31-15)	0,362
		Sol	27,05±11,27 (26-4)	28,73±13,64 (28-4)	28,63±13,67 (27-8)	29,47±10,75 (28-7)	0,958
	TS Ort±SS (Min-Maks)	Sağ	30,26±11,68 (30-9)	36,78±12,83 (30-19)	37,21±14,58 (34-16)	33,94±9,80 (34-14)	0,457
		Sol	31,94±10,21 (33-18)	33,89±10,91 (31-16)	37,36±13,62 (35-18)	31,05±9,91 (33-12)	0,509
	p**	Sağ	0,133	0,001	0,041	0,141	
		Sol	0,047	0,012	0,013	0,760	

TÖ: Tedavi Öncesi **TS:** Tedavi sonrası **Ort:** Ortalama, **SS:** Standart Sapma, **Min:** Minimum, **Maks:** Maksimum, **Grup 1:** NMES, **Grup 2:** İzokinetik, **Grup 3:** NMES + İzokinetik, **Grup 4:** Kontrol.

p*: Kruskal Wallis Testi, **p**:** Wilcoxon Signed Ranks Test

Tablo 26. Grupların tedavi öncesi ve tedavi sonrası hamstring/kuadriceps oranlarının karşılaştırılması

Hamstring/ Kuadriceps (H/Q) 60°/sn	TÖ Ort±SS (Min- Maks)	Sağ	65,15±14,59 (69-38)	75,78±14,23 (75-53)	76,63±19,96 (73-52)	75,63±18,71 (74-42)	0,247
		Sol	69,73±15,17 (66-46)	76,73±13,87 (75-54)	75,94±22,60 (75-51)	76,15±19,29 (68-56)	0,514
	TS Ort±SS (Min- Maks)	Sağ	69,15±13,46 (71-39)	73,10±11,49 (73-51)	73,89±22,19 (69-28)	74,89±12,96 (72-56)	0,731
		Sol	72,89±13,83 (71-54)	78,89±30,20 (73-50)	75,94±22,67 (72-36)	73,52±13,68 (70-47)	0,949
	p**	Sağ	0,212	0,459	0,862	0,794	
		Sol	0,184	0,556	0,732	0,825	
Hamstring/ Kuadriceps (H/Q) 180°/sn	TÖ Ort±SS (Min- Maks)	Sağ	87,10±23,94 (87-46)	96,94±23,15 (100-48)	90,15±23,24 (87-50)	92,94±20,73 (94-59)	0,393
		Sol	92,26±33,21 (90-36)	100,21±34,50 (100-28)	89,42±20,84 (84-44)	93,73±20,26 (91-66)	0,526
	TS Ort±SS (Min- Maks)	Sağ	89,10±15,21 (91-55)	93,78±15,00 (91-67)	91,78±20,31 (91-66)	97,78±19,64 (96-75)	0,781
		Sol	94,52±22,57 (92-67)	92,89±20,30 (98-53)	93,21±24,70 (93-54)	98,94±23,47 (93-66)	0,934
	p**	Sağ	0,809	0,601	0,840	0,103	
		Sol	0,872	0,266	0,268	0,542	

TÖ: Tedavi Öncesi **TS:** Tedavi sonrası **Ort:** Ortalama, **SS:** Standart Sapma, **Min:** Minimum, **Maks:** Maksimum, **Grup 1:** NMES, **Grup 2:** İzokinetik, **Grup 3:** NMES + İzokinetik, **Grup 4:** Kontrol.

p*: Kruskal Wallis Testi, **p**:** Wilcoxon Signed Ranks Test

Tedavi öncesinde ve sonrasında yapılan izokinetik ölçümlerinde gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmadı ($p>0,05$). 60°/sn açısal hızda kuadriceps PT değerlerinde tüm gruplarda her iki ekstremitede de tedavi sonrası anlamlı artış saptandı ($p<0,05$). 180°/sn açısal hızda ise sağ ekstremitede grup 2 ve grup 3'te, sol ekstremitede ise grup 1, grup 2 ve grup 3'te anlamlı artış saptandı ($p<0,05$) (Tablo 20) (Şekil 25). 60°/sn açısal hızda kuadriceps PT/vücut ağırlığı oranı tüm gruplarda iyileşme gösterirken, 180°/sn açısal hızda her iki ekstremitede grup 1, grup 2 ve grup 3'te anlamlı fark saptandı ($p<0,05$) (Tablo 21). 60°/sn açısal hızda toplam iş (TW) değerlerinde sağ ekstremitede grup 2 ve grup 3'te, sol ekstremitede ise tüm gruplarda anlamlı artış saptandı ($p<0,05$). 180°/sn açısal hızda TW sağ ekstremitede grup 2 ve grup 3'te, sol ekstremitede ise grup 1, grup 2 ve grup 3'te anlamlı artış gösterdi ($p<0,05$) (Tablo 22).

Hamstring PT ve PT/vücut ağırlığı oranında 60°/sn açısal hızda tüm gruplarda her iki ekstremitede anlamlı iyileşme saptandı ($p<0,05$). 180°/sn açısal hızda PT ve PT/vücut ağırlığı oranı değerlerinde sağ ekstremitede tüm gruplarda, sol ekstremitede ise grup 4 hariç diğer üç grupta istatistiksel olarak anlamlı fark saptandı ($p<0,05$) (Tablo 23, Tablo 24). Hamstring 60°/sn açısal hızda TW sağ ekstremitede grup 2 ve grup 4'te, sol ekstremitede ise grup 1'de anlamlı artış gösterdi ($p<0,05$). 180°/sn açısal hızda ise sağ ekstremitede grup 2 ve grup 3'te, sol ekstremitede grup 1, grup 2 ve grup 3'te anlamlı artış gösterdi ($p<0,05$) (Tablo 25). Grupların H/Q oranlarında tedavi sonrasında fark saptanmadı ($p>0,05$) (Tablo 26).

Tablo 27'de verilen grupların tedavi öncesi ve tedavi sonrası kuadriceps kası PT ölçümlerinin fark değişimleri karşılaştırıldığında izokinetik uygulaması içeren gruplarda değişimin daha anlamlı olduğu görüldü. 180°/sn açısal hızda sağ ve sol ekstremitede grup 2 ile grup 3 arasında anlamlı fark saptanmadı (sağ $p=0,275$, sol $p=0,129$). Sağ ekstremitede grup 1 ile grup 2, grup 2 ile grup 4, grup 3 ile grup 4 arasında istatistiksel olarak anlamlı fark saptandı ($p=0,007$, $p=0,002$, $p=0,046$). Sol ekstremitede ise grup 3 ile grup 4, grup 2 ile grup 4 arasında anlamlı fark gözlendi ($p=0,001$, $p=0,002$). Grupların 180°/sn açısal hızda ekstansör kas grubu PT/vücut ağırlığı oranı karşılaştırıldığında sağ ekstremitede grup 1 ile grup 2, grup 2 ile grup 4 arasında ($p=0,008$, $p=0,002$); sol ekstremitede ise grup 3 ile grup 4, grup 2 ile grup 4, grup 1 ile grup 4 arasında anlamlı fark saptandı ($p=0,001$, $p=0,003$, $p=0,043$). Gruplar arasında ekstansör kas grubu 180°/sn açısal hızda sağ ekstremitede toplam iş fark değişimi açısından anlamlı fark vardı ($p=0,04$). Bu fark grup 1 ile grup 2, grup 2 ile grup 4 arasında belirgindi ($p=0,020$, $p=0,008$).

Tablo 27. Grupların tedavi öncesi ve tedavi sonrası kuadriceps izokinetik ölçümlerinin fark değişimlerinin karşılaştırılması

Değişim		Grup 1	Grup 2	Grup 3	Grup 4	p*
Pik tork 60°/sn Ort±SS	Sağ	- 11,31±18,36	- 17,52±17,72	- 23,84±27,31	- 12,36±16,82	0,173
	Sol	- 13,63±16,00	- 17,00±24,91	- 17,21±15,45	- 14,31±18,83	0,961
Pik tork 180°/sn Ort±SS	Sağ	-7,42±15,36	- 16,63±12,32	- 12,47±12,88	-4,57±12,83	0,007^x 0,002ⁿ 0,046^β
	Sol	-9,26±11,58	- 15,89±15,50	-13,57±9,46	-3,00±11,67	0,001^β 0,002ⁿ
Pik tork 60°/sn / vücut ağırlığı Ort±SS	Sağ	- 15,68±24,37	- 25,84±24,18	- 31,31±34,01	- 17,00±23,03	0,184
	Sol	- 17,10±19,66	- 24,47±33,37	- 23,10±21,64	- 19,10±26,69	0,932
Pik tork 180°/sn / vücut ağırlığı Ort±SS	Sağ	-9,57±18,75	- 23,36±17,87	- 15,52±16,19	-5,89±16,71	0,008^x 0,002ⁿ
	Sol	- 12,94±16,02	- 22,47±23,25	- 17,94±11,03	-3,42±16,20	0,001^β 0,003ⁿ 0,043[†]
Toplam iş 60°/sn Ort±SS	Sağ	-5,63±17,07	- 11,47±13,80	- 15,15±26,35	-2,31±12,85	0,082
	Sol	- 10,94±12,51	-9,68±19,70	- 11,42±15,94	-8,84±14,83	0,906
Toplam iş 180°/sn Ort±SS	Sağ	-5,00±13,12	- 10,68±10,49	-6,89±11,47	-1,52±14,32	0,02^x 0,008ⁿ
	Sol	-5,36±10,76	-9,15±11,45	-8,42±9,97	-1,10±11,12	0,123

Ort: Ortalama, **SS:** Standart sapma, **Grup 1:** NMES, **Grup 2:** İzokinetik, **Grup 3:** NMES + İzokinetik, **Grup 4:** Kontrol, ^x:1-2, ^δ: 2-3, ^β:3-4, ⁺:1-3, [†]:1-4, ⁿ:2-4.

p*: Kruskal Wallis testi

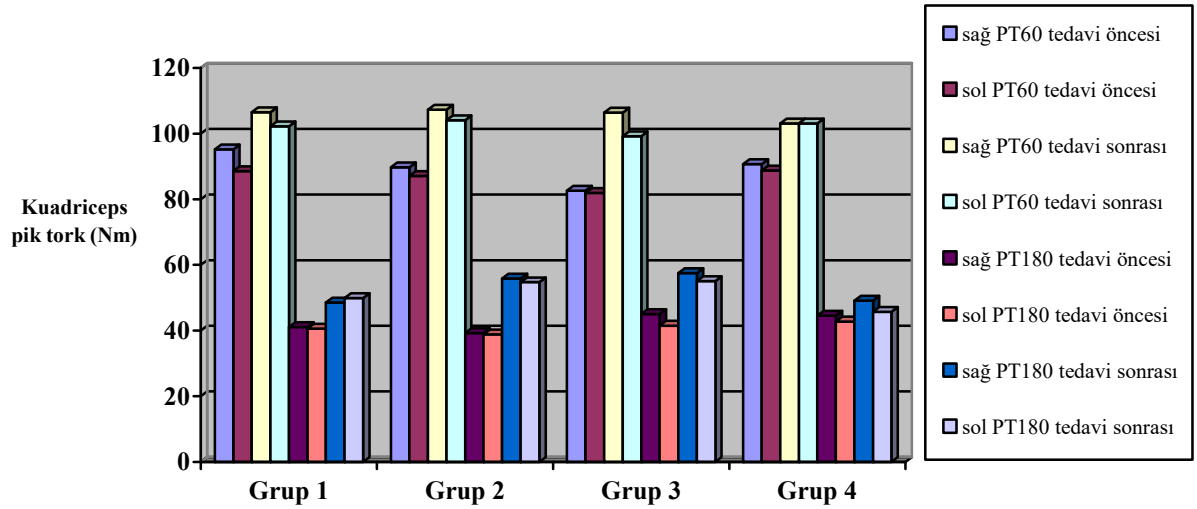
Gruplar arasında 180°/sn açısal hızda hamstring PT ölçümü fark değişimi sol ekstremitede grup 3 ile grup 4, grup 2 ile grup 4 arasında istatistiksel olarak anlamlıydı (p=0,003, p=0,026). 180°/sn açısal hızda sol ekstremitde fleksör grup PT/vücut ağırlığı oranı açısından grup 2 ile grup 4, grup 3 ile grup 4 arasından anlamlı fark saptandı (p=0,032, p=0,008) (Tablo 28).

Tablo 28. Grupların tedavi öncesi ve tedavi sonrası hamstring izokinetik ölçümlerinin fark değişimlerinin karşılaştırılması

Değişim		Grup 1	Grup 2	Grup 3	Grup 4	p*
Pik tork 60°/sn Ort±SS	Sağ	- 11,10±15,53	- 11,63±13,05	- 12,73±17,90	-9,78±9,75	0,948
	Sol	- 13,00±14,65	-9,63±10,73	- 12,21±18,91	- 10,00±12,17	0,805
Pik tork 180°/sn Ort±SS	Sağ	-8,94±13,55	-13,68±9,28	- 12,26±12,56	-7,47±7,35	0,208
	Sol	-9,94±12,75	-10,73±9,68	- 13,68±11,78	-3,94±9,25	0,003^β 0,026^α
Pik tork 60°/sn /vücut ağırlığı Ort±SS	Sağ	- 14,36±20,24	- 17,89±20,24	- 17,36±23,40	- 13,63±13,76	0,941
	Sol	- 16,57±17,58	- 13,26±14,12	- 15,78±23,91	- 14,00±16,92	0,841
Pik tork 180°/sn / vücut ağırlığı Ort±SS	Sağ	- 10,52±16,09	- 19,26±11,35	- 16,10±15,80	- 10,68±10,27	0,141
	Sol	- 12,27±15,77	- 15,36±12,85	- 18,00±15,37	-6,00±13,82	0,008^β 0,032^α
Toplam iş 60°/sn Ort±SS	Sağ	-7,00±15,31	-7,21±13,36	-5,00±15,79	-5,42±10,75	0,988
	Sol	-9,15±10,17	-3,36±11,04	-7,00±18,90	-6,84±15,11	0,660
Toplam iş 180°/sn Ort±SS	Sağ	-5,73±14,15	-9,158,05	-7,00±12,93	-3,52±9,79	0,250
	Sol	-4,89±9,29	-5,15±7,51	-8,73±14,07	-1,57±10,24	0,198

Ort: Ortalama, **SS:** Standart sapma, **Grup 1:** NMES, **Grup 2:** İzokinetik, **Grup 3:** NMES + İzokinetik, **Grup 4:** Kontrol, ^α:1-2, ^β: 2-3, ^γ:3-4, ^δ:1-3, ^ε:1-4, ^ζ:2-4.

p*: Kruskal Wallis testi



Şekil 25. Grupların tedavi öncesi ve tedavi sonrası pik tork değerlerinin grafiksel değişimi

Tedavi öncesi ve tedavi sonrasında ölçülen zaman-mesafe verileri Tablo 29’de verilmiştir. Tedavi öncesi ve sonrası ayak rotasyonunda gruplar arasında anlamlı farklılık saptanmadı ($p>0,05$). Gruplarda tedavi sonrasında anlamlı değişiklik görülmedi ($p>0,05$).

Adım genişliğinde (AG) tedavi öncesinde grup 1 ile grup 4, grup 3 ile grup 4 arasında anlamlı farklılık saptandı ($p=0,003$, $p=0,047$). Tedavi sonrasında gruplar arasında anlamlı farklılık saptanmadı ($p>0,05$). Gruplarda AG değerlerinde tedavi sonrasında anlamlı düzeyde değişiklik gözlenmedi ($p>0,05$).

Tedavi öncesi adım uzunluğunda (AU) sağ ekstremitede grup 1 ile grup 4, grup 2 ile grup 4 arasında ($p=0,002$, $p=0,046$); sol ekstremitede ise grup 1 ile grup 4 arasında anlamlı farklılık saptandı ($p=0,004$). Tedavi sonrası her iki ekstremitede grup 1 ile grup 4, grup 2 ile grup 4, grup 3 ile grup 4 arasında anlamlı farklılık saptandı ($p<0,05$). Tedavi sonrasında sağda grup 2 hariç her grupta, solda ise her grupta tedavi öncesine göre anlamlı artış saptandı ($p<0,05$). Gruplar arasında AU fark değişiminde anlamlı farklılık saptanmadı ($p<0,05$) (Tablo 31).

Tedavi öncesi ve tedavi sonrası adım zamanında (AZ) gruplar arasında farklılık saptanmadı ($p>0,05$). Tedavi sonrasında her grupta AZ’da anlamlı kısalma saptandı ($p<0,05$). AZ fark değişiminde gruplar arasında anlamlılık saptanmadı ($p>0,05$) (Tablo 31).

Tablo 29. Grupların tedavi öncesi ve tedavi sonrası yürüme analizi zaman-mesafe verilerinin karşılaştırılması

Parametre			Grup 1	Grup 2	Grup 3	Grup 4	p*
AG (cm)	TÖ Ort±SS (Min-Maks)		11,05±1,98 (7-15)	9,84±2,11 (6-14)	10,36±1,46 (6-12)	9,00±2,05 (5-12)	0,003† 0,047^β
	TS Ort±SS (Min-Maks)		10,00±2,16 (6-14)	9,84±2,33 (7-16)	10,05±1,74 (7-14)	9,21±2,32 (3-13)	0,701
	p**		0,112	0,953	0,355	0,469	
AU (cm)	TÖ Ort±SS (Min-Maks)	Sağ	50,42±8,18 (35-69)	52,31±8,65 (32-69)	53,57±7,23 (41-68)	57,42±4,63 (50-66)	0,002† 0,046^α
		Sol	49,15±8,40 (34-64)	52,36±8,78 (31-71)	52,68±7,37 (39-67)	56,26±4,45 (48-62)	0,004†
	TS Ort±SS (Min-Maks)	Sağ	55,10±5,96 (45-66)	55,10±5,37 (47-66)	56,21±5,56 (48-68)	60,31±5,20 (49-70)	0,009† 0,005^α 0,027^β
		Sol	54,26±6,53 (43-66)	56,31±5,46 (49-70)	56,15±4,76 (48-64)	60,26±4,76 (52-68)	0,002† 0,017^α 0,022^β
	p**	Sağ	0,001	0,070	0,017	0,002	
		Sol	0,002	0,048	0,008	0,001	
AZ (sn)	TÖ Ort±SS (Min-Maks)	Sağ	0,58±0,05 (0,44-0,66)	0,56±0,09 (0,45-0,85)	0,57±0,04 (0,49-0,66)	0,53±0,04 (0,46-0,64)	0,052
		Sol	0,58±0,06 (0,46-0,70)	0,56±0,09 (0,47-0,84)	0,57±0,05 (0,49-0,68)	0,53±0,04 (0,45-0,62)	0,096
	TS Ort±SS (Min-Maks)	Sağ	0,54±0,03 (0,50-0,61)	0,52±0,04 (0,44-0,59)	0,53±0,04 (0,46-0,62)	0,51±0,03 (0,43-0,59)	0,086
		Sol	0,55±0,04 (0,46-0,66)	0,53±0,05 (0,47-0,60)	0,53±0,03 (0,47-0,62)	0,51±0,04 (0,42-0,59)	0,061
	p**	Sağ	0,003	0,009	0,003	0,011	
		Sol	0,018	0,016	0,009	0,003	
ÇAU (cm)	TÖ Ort±SS (Min-Maks)		99,57±16,3 (68-132)	104,4±17,0 (63-139)	106,15±13,98 (80-134)	113,42±8,62 (99-127)	0,003†
	TS Ort±SS (Min-Maks)		109,5±11,9 (89-129)	111,4±10,5 (96-136)	111,84±9,73 (97-130)	120,31±9,75 (103-138)	0,006† 0,009^α 0,019^β
	p**		0,001	0,038	0,009	0,000	
ÇAS (sn)	TÖ Ort±SS (Min-Maks)		1,17±0,12 (0,91-1,39)	1,12±0,18 (0,93-1,68)	1,14±0,09 (0,98-1,30)	1,07±0,08 (0,92-1,21)	0,071
	TS Ort±SS (Min-Maks)		1,09±0,74 (0,97-1,29)	1,05±0,08 (0,91-1,19)	1,07±0,07 (0,93-1,23)	1,02±0,08 (0,86-1,19)	0,008†
	p**		0,003	0,007	0,002	0,004	

AG: Adım genişliği, AU: Adım uzunluğu, AZ: Adım zamanı, ÇAU: Çift adım uzunluğu, ÇAS: Çift adım süresi, TÖ: Tedavi öncesi, TS: Tedavi sonrası, Ort: Ortalama, SS: Standart sapma, Min: Minimum, Maks: Maksimum, Cm: Santimetre, Sn: Saniye, km/h: Kilometre/saat, Grup 1: NMES, Grup 2: İzokinetik, Grup 3: NMES + İzokinetik, Grup 4: Kontrol, ^α:1-2, ^δ: 2-3, ^β:3-4, [†]:1-3, [‡]:1-4, ^α:2-4. p*: Kruskal Wallis test, p**: Wilcoxon Signed Ranks test

Çift adım uzunluğu (ÇAU) tedavi öncesinde grup 1 ile grup 4 arasında anlamlı düzeyde farklılık gösterdi ($p=0,003$). Tedavi sonrasında ise grup 1 ile grup 4, grup 2 ile grup 4, grup 3 ile grup 4 arasında anlamlı farklılık saptandı ($p=0,006$, $p=0,009$, $p=0,019$). Her grupta ÇAU tedavi sonrasında anlamlı düzeyde artış gösterdi ($p=0,001$, $p=0,038$, $p=0,009$, $p<0,001$) (Tablo 29). Gruplar arasında ÇAU fark değişiminde anlamlılık gözlenmedi ($p>0,05$) (Tablo 31).

Tedavi öncesi çift adım süresinde (ÇAS) anlamlı farklılık yokken ($p>0,05$), tedavi sonrasında grup 1 ile grup 4 arasında anlamlı farklılık saptandı ($p=0,008$). Her grupta tedavi öncesine göre ÇAS azaldı ($p=0,003$, $p=0,007$, $p=0,002$, $p<0,001$) (Tablo 29). Gruplar arasında ÇAS fark değişiminde anlamlılık saptanmadı ($p>0,05$) (Tablo 31).

Tablo 30. Grupların tedavi öncesi ve tedavi sonrası yürüme hızı ve kadansın karşılaştırılması

Parametre		Grup 1	Grup 2	Grup 3	Grup 4	p*
K	TÖ Ort±SS (Min-Maks)	51,84±5,60 (44-66)	54,42±7,74 (36-65)	53,00±4,32 (46-61)	56,15±4,24 (50-65)	0,079
	TS Ort±SS (Min-Maks)	55,00±3,51 (47-62)	57,52±4,84 (50-66)	56,26±4,01 (49-64)	59,15±4,94 (51-70)	0,059
	p**	0,007	0,010	0,002	0,005	
Hız (km/h)	TÖ Ort±SS (Min-Maks)	3,11±0,79 (1,89-5,23)	3,45±0,91 (1,53-5,38)	3,37±0,53 (2,45-4,12)	3,80±0,41 (3,22-4,51)	0,001† 0,031 ^β
	TS Ort±SS (Min-Maks)	3,61±0,53 (2,54-4,66)	3,84±0,53 (2,95-4,92)	3,77±0,44 (3,21-4,90)	4,27±0,50 (3,42-5,17)	0,001† 0,028 ⁿ 0,008 ^β
	p**	0,001	0,027	0,002	0,000	

TÖ: Tedavi öncesi, TS: Tedavi sonrası, Ort: Ortalama, SS: Standart sapma, Min: Minimum, Maks: Maksimum, K: Kadans km/h: Kilometre/saat, Grup 1: NMES, Grup 2: İzokinetik, Grup 3: NMES + İzokinetik, Grup 4: Kontrol, ^x:1-2, ^δ: 2-3, ^β:3-4, ⁺:1-3, [†]:1-4, ⁿ:2-4.
p*: Kruskal Wallis test p**: Wilcoxon Signed Ranks test

Tedavi öncesi ve tedavi sonrası kadans değerlerinde gruplar arasında anlamlı farklılık saptanmadı ($p>0,05$). Tedavi sonrası her grupta anlamlı artış saptandı ($p=0,007$, $p=0,01$,

p=0,002, p=0,005) (Tablo 30). Gruplar arası kadans fark değişiminde anlamlılık gözlenmedi (p>0,05) (Tablo 31).

Tedavi öncesinde yürüme hızında grup 1 ile grup 4, grup 3 ile grup 4 arasında anlamlı farklılık saptandı (p=0,001, p=0,031). Tedavi sonrasında grup 1 ile grup 4, grup 2 ile grup 4, grup 3 ile grup 4 arasında anlamlı farklılık saptandı (p=0,001, p=0,028, p=0,008). Her grupta tedavi sonrasında yürüme hızında artma olduğu görüldü (p=0,001, p=0,027, p=0,002, p<0,001) (Tablo 30). Gruplar arasında hız fark değişiminde anlamlılık saptanmadı (p>0,05) (Tablo 31).

Tablo 31. Grupların zaman-mesafe verilerinin tedavi öncesi ve tedavi sonrası fark değişimlerinin karşılaştırılması

Parametre		Grup 1	Grup 2	Grup 3	Grup 4	p*
AR Ort±SS	Sağ	0,03±3,0	0,51±0,04	0,53±0,05	0,49±0,05	0,606
	Sol	0,50±1,69	-0,30±1,64	0,31±1,82	0,36±1,69	0,526
AU Ort±SS	Sağ	-4,68±4,28	-2,78±6,19	-2,63±4,11	-2,89±3,07	0,327
	Sol	-5,10±5,51	-3,94±7,35	-3,47±4,56	-4,00±4,06	0,654
AZ Ort±SS	Sağ	0,04±0,04	0,03±0,06	0,03±0,03	0,02±0,03	0,586
	Sol	0,03±0,05	0,03±0,06	0,03±0,05	0,02±0,03	0,936
AG Ort±SS		1,05±2,41	0,0±1,66	0,31±1,82	-0,21±1,81	0,326
ÇAU Ort±SS		-10,0±9,21	-7,05±13,19	-5,68±7,93	-6,89±6,19	0,432
ÇAS Ort±SS		0,07±0,09	0,07±0,12	0,06±0,08	0,05±0,06	0,896
K Ort±SS		-3,15±4,24	-3,10±4,53	-3,26±3,98	-3,00±4,24	0,959
H Ort±SS		-0,50±0,47	-0,38±0,63	-0,39±0,42	-0,46±0,39	0,715

AR: Ayak rotasyonu, **AG:** Adım genişliği, **AU:** Adım uzunluğu, **AZ:** Adım zamanı, **ÇAU:** Çift adım uzunluğu, **ÇAS:** Çift adım süresi, **K:** Kadans, **TÖ:** Tedavi öncesi, **TS:** Tedavi sonrası, **Ort:** Ortalama, **SS:** Standart sapma, **Grup 1:** NMES, **Grup 2:** İzokinetik, **Grup 3:** NMES + İzokinetik, **Grup 4:** Kontrol.
p*: Kruskal Wallis test

Tablo 32. Grupların tedavi öncesi ve tedavi sonrası basma ve salınım fazı yüzdelerinin karşılaştırılması

Parametre			Grup 1	Grup 2	Grup 3	Grup 4	p*
Basma fazı (%)	TÖ Ort±SS (Min- Maks)	Sağ	67,11±2,89 (61,5-71,5)	65,82±3,33 (59,5-73,2)	65,06±1,73 (62,8-68,5)	64,34±2,00 (60,3-67,12)	0,003 † 0,022 ⁺
		Sol	66,34±2,44 (61,5-71,5)	65,25±3,25 (60,4-74,0)	65,41±2,40 (60,9-69,5)	64,21±1,33 (61,9-67,2)	0,004 †
	TS Ort±SS (Min- Maks)	Sağ	65,32±2,29 (59,8-68,9)	64,98±2,56 (60,1-69,5)	64,60±1,62 (62,1-67,8)	63,56±2,04 (58,8-66,7)	0,069
		Sol	64,64±1,98 (59,6-69,1)	63,87±1,68 (60,8-66,9)	64,44±1,81 (62,5-69,3)	63,83±1,40 (61,1-66,0)	0,365
	p**	Sağ	0,003	0,227	0,643	0,033	
		Sol	0,004	0,015	0,027	0,316	
Salınım fazı (%)	TÖ Ort±SS (Min- Maks)	Sağ	32,88±2,89 (28,3-38,7)	34,17±3,33 (26,8-40,5)	34,93±1,73 (31,5-37,2)	35,65±2,00 (32,9-39,7)	0,003 † 0,022 ⁺
		Sol	33,65±2,44 (28,5-38,5)	34,74±3,25 (26,0-39,6)	34,58±2,40 (30,5-39,1)	35,78±1,33 (32,8-38,1)	0,004 † 0,05 ^β
	TS Ort±SS (Min- Maks)	Sağ	34,67±2,29 (31,1-40,2)	35,01±2,56 (30,5-39,9)	35,39±1,62 (32,2-37,9)	36,43±2,04 (33,3-41,2)	0,069
		Sol	35,35±1,98 (30,9-40,4)	36,12±1,68 (33,1-39,2)	35,55±1,81 (30,7-37,5)	36,16±1,40 (34,0-38,9)	0,368
	p**	Sağ	0,003	0,227	0,643	0,033	
		Sol	0,004	0,015	0,024	0,314	

TÖ: Tedavi öncesi, TS: Tedavi sonrası, Ort: Ortalama, SS: Standart sapma, Min: Minimum, Maks: Maksimum, Grup 1: NMES, Grup 2: İzokinetik, Grup 3: NMES + İzokinetik, Grup 4: Kontrol, ⁺: 1-2, ^β: 2-3, [†]: 1-3, [‡]: 1-4, [§]: 2-4

p*: Kruskal Wallis test p**: Wilcoxon Signed Ranks test

Tedavi öncesinde basma fazında sağ ekstremitede grup 1 ile grup 4, grup 1 ile grup 3 arasında; sol ekstremitede ise grup 1 ile grup 4 arasında istatistiksel olarak anlamlı fark saptandı (sağ p=0,003, p=0,022, sol p=0,004). Tedavi sonrasında gruplar arasında anlamlı farklılık saptanmadı (p>0,05). Tedavi sonrasında tedavi öncesine göre sağda grup 1 ve grup 4 ‘te, solda grup 1, grup 2 ve grup 3 ‘te istatistiksel olarak anlamlı azalma saptandı (sağ p=0,003, p=0,033, sol p=0,004, p=0,015, p=0,027) (Tablo 32). Gruplar arasındaki fark değişiminde anlamlılık saptanmadı (p>0,05).

Yüklenme yanıt evrsi (YYE) tedavi öncesinde sağ ve sol ekstremitede grup 1 ile grup 4 arasında anlamlı farklılık saptandı (p=0,002, p=0,001). Tedavi sonrasında gruplar arasında anlamlı farklılık yoktu (p>0,05). Tedavi sonrasında YYE sağ ekstremitede grup 1, grup 2,

grup 3'te anlamlı düzeyde azalma saptandı ($p=0,001$, $p=0,021$, $p=0,004$). Tedavi sonrasında sol ekstremitede tedavi öncesine göre grup 1, grup 2 ve grup 4'te anlamlı azalma saptandı ($p=0,001$, $p=0,039$, $p=0,006$) (Tablo 33). Gruplar arası fark değişimi sağda grup 1 ile grup 4 arasında anlamlı saptandı ($p=0,002$).

Tedavi öncesi tek destek fazı (TDF), sağ ekstremitede grup 1 ile grup 4, grup 3 ile grup 4 arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık gösterdi ($p=0,006$, $p=0,046$). Sol ekstremitede ise grup 1 ile grup 4 arasında anlamlı farklılık saptandı ($p=0,002$). Tedavi sonrasında gruplar arasında anlamlı farklılık saptanmadı ($p>0,05$). Tedavi sonrasında öncesine göre sağda grup 1, grup 2 ve grup 3'te, solda ise grup 1 ve grup 4'te anlamlı düzeyde artış saptandı (sağ $p=0,007$, $p=0,027$, $p=0,010$, sol $p=0,004$, $p=0,033$) (Tablo 33). Gruplar arasında fark değişiminde anlamlılık saptanmadı ($p>0,05$).

Salınım öncesi evre (SÖE) tedavi öncesinde her iki ekstremitde açısından grup 1 ile grup 4 arasında anlamlı farklılık saptandı ($p=0,001$, $p=0,001$). Tedavi sonrasında gruplar arasında anlamlı farklılık saptanmadı ($p>0,05$). Tedavi sonrasında tedavi öncesine göre SÖE sağ ekstremitde grup 1, grup 2 ve grup 4'te; sol ekstremitde grup 1, grup 2 ve grup 3'te anlamlı azalma gösterdi (sağ $p=0,001$, $p=0,044$, $p=0,005$, sol $p=0,001$, $p=0,04$, $p=0,003$) (Tablo 33). Gruplar arasındaki SÖE fark değişimi solda grup 1 ile grup 4, grup 3 ile grup 4 arasında anlamlıydı ($p=0,002$, $p=0,038$).

Tedavi öncesinde salınım fazında sağ ekstremitde grup 1 ile grup 3, grup 1 ile grup 4 arasında farklılık saptandı ($p=0,022$, $p=0,003$). Sol ekstremitde ise grup 1 ile grup 4, grup 3 ile grup 4 arasında anlamlı farklılık saptandı ($p=0,004$, $p=0,05$). Tedavi sonrası gruplar arasında anlamlı farklılık saptanmadı ($p>0,05$). Tedavi sonrasında tedavi öncesine göre sağda grup 1, grup 4'te, solda grup 1, grup 2 ve grup 3'de istatistiksel olarak anlamlı artış saptandı (sağ $p=0,003$, $p=0,033$, sol $p=0,004$, $p=0,015$, $p=0,024$) (Tablo 32). Salınım fazı fark değişimi açısından gruplar arasında anlamlılık saptanmadı ($p>0,05$).

Çift destek fazı (ÇDF) açısından tedavi öncesinde grup 1 ile grup 4 arasında anlamlı farklılık saptandı ($p=0,001$). Tedavi sonrasında gruplar arasında anlamlı farklılık saptanmadı ($p>0,05$). ÇDF'de tedavi sonrasında tedavi öncesine göre her grupta istatistiksel olarak anlamlı azalma saptandı ($p<0,001$, $p=0,035$, $p=0,009$, $p=0,014$) (Tablo 33). Gruplar arasında fark değişimi açısından anlamlılık saptanmadı ($p>0,05$).

Tablo 33. Grupların tedavi öncesi ve tedavi sonrası basma fazı alt gruplarının yüzdelerinin karşılaştırılması

Parametre			Grup 1	Grup 2	Grup 3	Grup 4	p*
Yüklenme yanıt evresi (%)	TÖ Ort±SS (Min- Maks)	Sağ	16,43±2,41 (11,7-20,2)	15,52±3,28 (10,2-24,1)	15,27±1,95 (11,9-18,2)	14,11±1,28 (11,8-15,7)	0,002†
		Sol	16,88±2,43 (12,6-21,1)	15,59±3,13 (10,1-23,6)	15,30±1,85 (12,0-19,6)	14,38±1,55 (11,7-16,7)	0,001†
	TS Ort±SS (Min- Maks)	Sağ	14,91±1,85 (11,0-17,6)	14,38±2,05 (11,3-18,2)	14,36±1,49 (12,1-17,7)	13,77±1,57 (10,0-16,4)	0,231
		Sol	14,97±1,85 (10,4-18,5)	14,44±2,07 (11,4-18,2)	14,64±1,71 (11,9-19,1)	13,54±1,52 (10,5-16,2)	0,076
	p**	Sağ	0,001	0,021	0,004	0,116	
		Sol	0,001	0,039	0,123	0,006	
Tek destek fazı (%)	TÖ Ort±SS (Min- Maks)	Sağ	33,73±2,54 (27,6-38,9)	34,53±3,09 (25,6-38,8)	34,40±2,21 (30,4-37,9)	35,74±1,32 (33,0-38,1)	0,006† 0,046^β
		Sol	32,97±2,82 (28,4-38,4)	34,05±3,32 (26,0-40,0)	34,66±1,75 (31,4-37,7)	35,67±1,82 (32,7-38,8)	0,002†
	TS Ort±SS (Min- Maks)	Sağ	35,30±1,57 (31,3-38,4)	35,83±1,62 (32,4-38,6)	35,48±1,85 (31,2-38,2)	35,98±1,29 (34,0-38,7)	0,505
		Sol	34,66±1,93 (31,3-39,3)	34,86±2,42 (30,5-38,6)	35,30±1,55 (32,4-37,9)	36,30±1,97 (33,3-40,3)	0,095
	p**	Sağ	0,007	0,027	0,010	0,407	
		Sol	0,004	0,276	0,449	0,033	
Salınım öncesi evre (%)	TÖ Ort±SS (Min- Maks)	Sağ	16,69±2,43 (12,4-21,1)	15,55±3,09 (10,1-23,5)	15,24±1,82 (12,4-19,7)	14,26±1,41 (11,8-16,3)	0,001†
		Sol	16,33±2,28 (12,2-20,3)	15,47±3,35 (10,3-24,5)	15,26±2,00 (12,0-18,5)	13,98±1,22 (11,5-15,8)	0,001†
	TS Ort±SS (Min- Maks)	Sağ	14,88±1,70 (10,8-18,1)	14,47±1,98 (11,6-18,2)	14,54±1,69 (12,0-18,9)	13,60±1,37 (10,8-16,0)	0,074
		Sol	14,85±1,83 (11,1-17,5)	14,44±2,01 (11,6-18,1)	14,32±1,51 (12,3-17,3)	13,73±1,43 (10,2-15,6)	0,242
	p**	Sağ	0,001	0,044	0,093	0,005	
		Sol	0,001	0,040	0,003	0,259	
Çift destek fazı (%)	TÖ Ort±SS (Min-Maks)		33,20±4,58 (24,9-40,9)	31,12±6,36 (20,4-47,8)	30,54±3,62 (24,4-38,1)	28,42±2,51 (23,5-32,2)	0,001†
	TS Ort±SS (Min-Maks)		29,85±3,53 (21,8-35,6)	28,96±3,91 (23,1-36,3)	28,97±3,11 (24,3-36,7)	27,43±2,78 (21,0-31,6)	0,130
	p**		0,000	0,035	0,009	0,014	

TÖ: Tedavi öncesi, TS: Tedavi sonrası, Ort: Ortalama, SS: Standart sapma, Min: Minimum, Maks: Maksimum, Grup 1: NMES, Grup 2: İzokinetik, Grup 3: NMES + İzokinetik, Grup 4: Kontrol, *:1-2, *: 2-3, *:3-4, †:1-3, †:1-4, †:2-4

p*: Kruskal Wallis test p**: Wilcoxon Signed Ranks test

Tedavi öncesinde ve tedavi sonrasında yürüyüş çizgisi uzunluğu (YÇU) açısından gruplar arasında anlamlı farklılık saptanmadı ($p>0,05$). Tedavi sonrasında öncesine göre sağda grup 2 ve grup 3'te, sol ekstremitede grup 2'de istatistiksel olarak anlamlı düzeyde artış saptandı (sağ $p=0,037$, $p=0,029$, sol $p=0,016$) (Tablo 34). Gruplar arasında YÇU fark değişiminde anlamlılık saptanmadı ($p>0,05$).

Tedavi öncesinde tek destek çizgisi (TDÇ) açısından sağ ekstremitede grup 1 ile grup 4, grup 3 ile grup 4 arasında istatistiksel olarak anlamlı fark saptandı ($p=0,001$, $p=0,012$). Tedavi sonrasında sağ ekstremitede gruplar arasında anlamlı fark yokken ($p>0,05$), sol ekstremitede grup 1 ile grup 4, grup 2 ile grup 4, grup 3 ile grup 4 arasında anlamlı fark saptandı ($p=0,012$, $p=0,027$, $p=0,027$). Tedavi sonrasında tedavi öncesine göre sağda grup 1, grup 2'de anlamlı artış saptandı ($p=0,001$, $p=0,033$). Solda ise her grupta istatistiksel olarak anlamlı artış saptandı ($p=0,010$, $p=0,008$, $p=0,001$, $p=0,021$) (Tablo 34). Gruplar arasında TDÇ fark değişimi açısından sağda grup 1 ile grup 3, grup 1 ile grup 4 arasında anlamlılık saptandı ($p=0,027$, $p=0,003$).

Tedavi öncesi ve tedavi sonrası gruplar arasında ön-arka konum (ÖAK), lateral simetri (LSM) açısından anlamlı farklılık saptanmadı ($p>0,05$). Tedavi sonrasında ÖAK'da grup 2'de anlamlı değişiklik saptandı ($p=0,042$). Diğer gruplarda değişiklik saptanmadı ($p>0,05$). LSM'de gruplarda tedavi sonrası tedavi öncesine göre anlamlı değişiklik saptanmadı ($p>0,05$).

Tedavi öncesi ve tedavi sonrasında $F1_{max}$ açısından gruplar arasında anlamlı farklılık saptanmadı ($p>0,05$). Tedavi sonrasında tedavi öncesine göre sol ekstremitede grup 2 ve grup 4'te istatistiksel olarak anlamlı artma saptandı ($p=0,005$, $p=0,024$) (Tablo 35). $F1_{max}$ fark değişiminde de solda anlamlılık saptandı. Bu fark grup 2 ile grup 3, grup 1 ile grup 2, grup 1 ile grup 4 arasında saptandı ($p=0,024$, $p=0,006$, $p=0,029$).

Gruplar arasında tedavi öncesi ve tedavi sonrasında $F2_{max}$ açısından anlamlı düzeyde farklılık saptanmadı ($p>0,05$). Tedavi öncesine göre sağ ekstremitede grup 4'te, sol ekstremitede ise grup 3, grup 4'te istatistiksel olarak anlamlı artma saptandı ($p=0,046$, $p=0,046$, $p=0,004$) (Tablo 35). Gruplar arasında $F2_{max}$ fark değişiminde anlamlılık saptanmadı ($p>0,05$).

Tedavi öncesinde $T1_{max}$ 'da gruplar arasında anlamlı fark saptanmadı ($p>0,05$). Tedavi sonrasında sağ ekstremitede grup 1 ile grup 4 arasında istatistiksel olarak anlamlı fark saptandı ($p=0,006$). Tedavi sonrasında $T1_{max}$ süresi sağda her grupta, solda ise grup 1 ve grup 4'te istatistiksel olarak anlamlı olarak kısaldı (sağ $p=0,004$, $p=0,010$, $p=0,023$, $p=0,032$, sol

$p=0,011$, $p=0,002$) (Tablo 36). Gruplarda $T1_{max}$ fark değişim açısından anlamlı fark saptanmadı ($p>0,05$).

Tedavi öncesinde $T2_{max}$ süresi sağ ekstremitede grup 1 ile grup 4, grup 1 ile grup 2 arasında anlamlı fark saptandı ($p=0,007$, $p=0,011$). Sol ekstremitede ise gruplar arasında anlamlı fark saptanmadı ($p>0,05$). Tedavi sonrasında da gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmadı ($p>0,05$). Tedavi sonrasında tedavi öncesine göre sağda grup 1’de, solda grup 1 ve grup 4’te istatistiksel olarak anlamlı olarak $T2_{max}$ süreleri kısaldı (sağ $p=0,010$, sol $p=0,003$, $p=0,020$) (Tablo 36). Gruplardaki $T2_{max}$ fark değişiminde anlamlılık saptanmadı ($p>0,05$).



Tablo 34. Grupların tedavi öncesi ve sonrası kelebek diyagramı verilerinin karşılaştırılması

Parametre			Grup 1	Grup 2	Grup 3	Grup 4	p*
YÇU (mm)	TÖ Ort±SS (Min-Maks)	Sağ	209,47±14,40 (173-232)	208,36±11,05 (187-229)	208,21±9,96 (187-223)	212,52±8,16 (194-225)	0,522
		Sol	209,05±12,12 (185-225)	207,78±10,13 (184-222)	209,47±9,61 (190-231)	214,68±10,30 (195-234)	0,217
	TS Ort±SS (Min-Maks)	Sağ	212,47±10,16 (198-238)	211,57±12,09 (189-230)	210,05±10,7 (182-225)	213,78±7,23 (196-226)	0,813
		Sol	211,15±12,09 (194-233)	212,10±10,86 (193-235)	210,84±8,03 (196-228)	216,10±5,82 (205-227)	0,212
	p**	Sağ	0,150	0,037	0,029	0,195	
		Sol	0,102	0,016	0,138	0,304	
TDC (mm)	TÖ Ort±SS (Min-Maks)	Sağ	107,94±16,99 (74-136)	112,63±23,99 (64-156)	114,28±12,75 (73-134)	124,52±7,37 (111-140)	0,001† 0,012^β
		Sol	110,42±17,15 (73-143)	110,10±21,93 (64-142)	114,68±11,62 (84-137)	123,05±10,15 (102-139)	0,056
	TS Ort±SS (Min-Maks)	Sağ	119,68±12,92 (100-146)	120,94±15,72 (95-155)	118,15±10,85 (86-135)	126,68±7,52 (109-141)	0,107
		Sol	117,73±13,54 (98-141)	119,47±17,55 (96-158)	120,05±10,95 (89-141)	128,47±9,02 (113-150)	0,012† 0,027^α 0,027^β
	p**	Sağ	0,001	0,033	0,084	0,097	
		Sol	0,010	0,008	0,001	0,021	

TÖ: Tedavi öncesi, TS: Tedavi sonrası Ort: Ortalama, SS: Standart sapma, Min: Minimum, Maks: Maksimum, YÇU: Yürüyüş çizgisi uzunluğu, TDC: Tek destek çizgisi, ÖAK: Ön arka konum, LSM: Lateral simetri, mm: Milimetre, Grup 1: NMES, Grup 2: İzokinetik, Grup 3: NMES + İzokinetik, Grup 4: Kontrol, ^α:1-2, ^β: 2-3, [†]:1-3, [‡]:1-4, ^α:2-4.

p*: Kruskal Wallis test p**: Wilcoxon Signed Ranks test

Tablo 35. Grupların tedavi öncesi ve tedavi sonrası yer tepkime kuvvetlerinin karşılaştırılması

Parametre			Grup 1	Grup 2	Grup 3	Grup 4	p*
F1 max	TÖ Ort±SS (Min-maks)	Sağ	741,26±106,94 (536-975)	717,05±149,83 (206-1020)	769,63±94,81 (618-1000)	691,0±94,84 (538-811)	0,165
		Sol	721,0±105,02 (548-933)	689,15±148,38 (482-947)	728,15±86,96 (589-914)	654,57±82,47 (510-824)	0,109
	TS Ort±SS (Min-maks)	Sağ	755,94±109,48 (528-936)	729,05±151,05 (468-1003)	775,73±81,44 (657-909)	722,31±106,82 (548-902)	0,514
		Sol	712,89±97,96 (546-863)	715,02±136,24 (504-1011)	735,15±93,11 (585-885)	680,10±87,89 (467-816)	0,510
	p**	Sağ	0,469	0,316	0,268	0,091	
		Sol	0,456	0,005	0,794	0,024	
F2 max	TÖ Ort±SS Min-maks)	Sağ	762,31±103,25 (557-960)	730,84±134,19 (565-987)	779,31±94,0 (611-926)	700,0±77,40 (566-819)	0,076
		Sol	743,05±115,13 (523-969)	719,63±122,50 (534-991)	748,89±83,33 (593-879)	687,68±78,55 (558-877)	0,170
	TS Ort±SS (Min-maks)	Sağ	771,47±101,38 (581-953)	738,15±105,11 (595-916)	767,36±92,87 (620-919)	724,0±75,04 (585-859)	0,445
		Sol	750,52±92,97 (559-939)	731,47±114,06 (560-931)	771,0±102,92 (579-938)	717,63±71,69 (625-861)	0,365
	p**	Sağ	0,408	0,286	0,446	0,046	
		Sol	0,077	0,251	0,046	0,004	

TÖ: Tedavi öncesi, TS: Tedavi sonrası Ort: Ortalama, SS: Standart sapma, Min: Minimum, Maks: Maksimum, Grup 1: NMES, Grup 2: İzokinetik, Grup 3: NMES +

İzokinetik, Grup 4: Kontrol, x:1-2, δ: 2-3, β:3-4, +:1-3, †:1-4, n:2-4.

p*: Kruskal Wallis test, p**: Wilcoxon Signed Ranks test

Tablo 36. Grupların tedavi öncesi ve tedavi sonrası yer tepkime kuvvet sürelerinin karşılaştırılması

T1 max	TÖ Ort±SS (Min-maks)	Sağ	0,26±0,07 (0,16-0,47)	0,24±0,09 (0,13-0,48)	0,23±0,05 (0,15-0,33)	0,21±0,04 (0,15-0,33)	0,108
		Sol	0,28±0,06 (0,12-0,05)	0,26±0,08 (0,16-0,46)	0,26±0,05 (0,19-0,38)	0,23±0,05 (0,15-0,37)	0,151
	TS Ort±SS (Min-maks)	Sağ	0,22±0,05 (0,15-0,33)	0,20±0,04 (0,13-0,30)	0,20±0,03 (0,15-0,29)	0,17±0,03 (0,12-0,24)	0,006†
		Sol	0,23±0,05 (0,15-0,35)	0,23±0,05 (0,15-0,34)	0,23±0,05 (0,14-0,35)	0,20±0,04 (0,13-0,31)	0,147
	p**	Sağ	0,004	0,010	0,023	0,032	
		Sol	0,011	0,098	0,061	0,002	
T2 max	TÖ Ort±SS (Min-maks)	Sağ	0,55±0,06 (0,46-0,74)	0,51±0,08 (0,42-0,81)	0,51±0,04 (0,44-0,62)	0,50±0,05 (0,39-0,58)	0,007† 0,011^x
		Sol	0,56±0,05 (0,44-0,66)	0,54±0,07 (0,44-0,71)	0,56±0,06 (0,49-0,70)	0,52±0,04 (0,42-0,59)	0,085
	TS Ort±SS (Min-maks)	Sağ	0,51±0,04 (0,42-0,59)	0,49±0,04 (0,43-0,59)	0,49±0,05 (0,42-0,61)	0,48±0,04 (0,39-0,55)	0,150
		Sol	0,50±0,07 (0,24-0,58)	0,51±0,04 (0,44-0,61)	0,53±0,05 (0,42-0,66)	0,49±0,05 (0,40-0,61)	0,370
	p**	Sağ	0,010	0,078	0,093	0,092	
		Sol	0,003	0,067	0,051	0,020	

TÖ: Tedavi öncesi, **TS:** Tedavi sonrası **Ort:** Ortalama, **SS:** Standart sapma, **Min:** Minimum, **Maks:** Maksimum, **Grup 1:** NMES, **Grup 2:** İzokinetik, **Grup 3:** NMES + İzokinetik, **Grup 4:** Kontrol, ^x:1-2, ^δ: 2-3, ^β:3-4, ⁺:1-3, [†]:1-4, ⁿ:2-4.

p*: Kruskal Wallis test, **p**:** Wilcoxon Signed Ranks test

TARTIŞMA

Osteoartrit hastalarda yaşam kalitesini etkileyen en yaygın kas iskelet patolojisinden biridir. Diz OA ağrı, tutukluk, kuadriiceps kas gücünde azalmayla karakterizedir. Bu durum fiziksel dizabiliteye ve hastalığın ilerlemesine neden olur (46, 116). Kuadriiceps gücünün azalması dizde OA gelişmesiyle ilişkili gösterilmiştir (46, 117). Ayrıca alt ekstremitede kas gücünün azalması yürüme paterninin değişmesi ile ilişkili ana faktör olarak düşünülmektedir (118). Kuadriiceps güçsüzlüğü, yürüme sırasında şok absorpsiyon kapasitesinin azalmasına ve semptomların artmasına yol açar. OA’da yürüme paterni değişikliği ağrının azaltılması ve fonksiyonun sürdürülmesi amacıyla geliştirilen bir stratejidir (118, 119). Yürüme hızında, adım uzunluğunda, adım genişliğinde azalma, ÇDF’de artma, salınım fazında kısılma, YTK azalma gibi değişiklikler meydana gelir (120).

Diz OA tedavisinde amaç ağrının ve dizabilitenin azaltılmasıdır. Bunun için farmakolojik ve farmakolojik olmayan tedavi yaklaşımları kullanılır. Farmakolojik olmayan yöntemler; hasta eğitimi, kilo verme ve egzersiz programlarıdır (121, 122). Çalışmamızda amacımız, diz OA hastalarına uygulanan farmakolojik olmayan tedavi seçeneklerinden NMES ve izokinetik egzersizin kuadriiceps kas gücü, ağrı, fonksiyonel durum ve yürüme parametreleri üzerine etkisini karşılaştırmaktır.

Çalışmamızdaki hastaların demografik verileri karşılaştırıldığında yaş, boy, kilo açısından fark saptanmadı. VKI açısından gruplar arasında farklılık saptandı. Ancak çalışma başlangıcında hasta gruplarının ana kabul protokollerine göre alınması nedeniyle bu farklılık önceden tespit edilememiştir. Gruplar arasında Kellgren-Lawrence skalası ve dominant ekstremitede arasında anlamlı farklılık saptanmaması yapısal olarak benzer gruplarla çalışılması açısından önemlidir.

Gür ve ark (123) yaptıkları çalışmada bilateral diz OA olan 33 hastaya 8 hafta boyunca haftada 3 gün uygulanan konsantrik, konsantrik-eksantrik izokinetik egzersizin semptom, fonksiyonel durum ve kas kesit alanı üzerine etkilerini kontrol grubu ile karşılaştırmışlardır. Tedavi sonrasında her iki grupta istirahat ve aktivite ile olan VAS değerlerinde azalma; pik tork, diz kasları kesit alanı ve fonksiyonel kapasitede artış saptanmıştır. Hasan ve ark (124)'nın NMES'in izometrik egzersize eklenmesiyle kuadrisps gücünde, ağrı ve fonksiyonel durumda yapacağı değişiklikleri değerlendirdikleri çalışmada, haftada 5 gün 3 hafta süreyle çalışma grubuna NMES eşliğinde izometrik egzersiz, kontrol grubuna ise sham NMES ile izometrik egzersiz uygulanmıştır. Gruplar ağrı ve fonksiyon açısından VAS ve WOMAC ile değerlendirilmiştir. Her iki grupta da VAS ve WOMAC değerlerinde düşüş saptanmıştır. Bu literatürde izometrik egzersize NMES eklenmesiyle izometrik kuadrisps gücünde daha fazla kazanç elde edildiği, böylece ağrı yoğunluğunun azalıp fonksiyonel iyileşme sağladığı belirtilmiştir. Çalışmamızda tedavi sonrası VAS değerlerinde tüm gruplarda istatistiksel olarak anlamlı azalma saptandı. İzokinetik grubu ve izokinetik + NMES içeren kombine grupta VAS değişim farkı istatistiksel olarak daha fazlaydı. İzokinetik grupta hareket sırasındaki VAS %50, kombine tedavi grubunda ise %45 azalma gösterdi. İstirahat sırasındaki VAS'daki olumlu değişim istatistiksel olarak anlamlı olmasa da kombine tedavi grubunda diğer gruplara göre daha yüksekti. NMES kas kasılmasını tetikleyecek şekilde ayarlanmış olsa da, aynı zamanda yoğun duyuşal girdi sağlamaktadır. Duyuşal stimulasyonun periferik ve merkezi sensitizasyonu azalttığı ve kronik kas-iskelet sistemi ağrısı olan hastalarda endojen analjeziklerin salınmasıyla azalan ağrı inhibisyonunun geri kazanıldığı gösterilmiştir (125). Tek başına egzersiz endojen opioidlerin salınımı artırır (126).

Rosa ve ark (127) diz OA'lı hastalarda 8 haftalık izokinetik ve izometrik egzersizin etkinliğini değerlendirdikleri çalışmada egzersizin etkinliği ağrı düzeyi, EHA ve kas gücü ile değerlendirildi. Ağrı düzeyi değerlendirilmesinde WOMAC kullanılmıştır. EHA açısından her iki grupta iyileşme saptanmıştır. Ancak grupların EHA düzelmesi açısından birbirine üstünlükleri saptanmamıştır. Ağrının azalması ve kas gücünün artmasında izokinetik egzersizin daha etkili olduğunu bildirmişlerdir. Kocaman ve ark (128) tarafından bir çalışmada diz OA hastalarında NMES ve izometrik egzersizin etkisi karşılaştırılmıştır. Bu çalışmada bir gruba parasetamol, infrared, NMES; diğer gruba parasetamol, infrared, aktif dirençli izometrik egzersiz tedavisi uygulanmıştır. Hastaların tedavi öncesi ve tedavi sonrasında ağrı ve WOMAC düzeyleri, aktivite süresi belirlenmiştir. Aktif EHA ölçümü, uyluk çevresi ölçümü, bilgisayarlı tomografi ile rektus femoris kas kesit ölçümü yapılmıştır.

Her iki grupta tüm parametrelerde istatistiksel olarak anlamlı iyileşmeler saptanmıştır. Her iki grupta da rektus femoris çapı artmıştır. NMES grubunda çap artışı daha fazla saptanmıştır. Gür ve ark (123)'nın yaptıkları çalışmada ise izokinetik egzersizin diz kasları kesit alanında artış sağladığı gösterilmiştir. Çalışmamızda diz fleksiyonu tedavi öncesine göre sağ dizde tüm gruplarda, sol dizde ise grup 1, grup 2 ve grup 3'te anlamlı farklılık gösterdi. Tibial platonun distal ve proksimalinde yapılan çap ölçümünün tedavi öncesinde tüm gruplarda değerler birbirine yakın olmasından dolayı tedavi sonrasında anlamlı değişiklikler saptandı. Sağ diz proksimal çapı grup 1, grup 2 ve grup 3'te, sol diz proksimal çapı grup 1'de, sol diz distal çapı ise grup 3'te istatistiksel olarak anlamlı artış gösterdi. Çaptaki iyileşmenin kas gücündeki iyileşmeyi gösterdiği düşünülerek bu değişiklik anlamlı olarak değerlendirildi.

Hunt ve ark (129)'nın diz OA hastalarında TAD dengesi ile ilişkili faktörleri belirlemek amacıyla yaptıkları çalışmada 57 diz OA hastası değerlendirmeye alınmıştır. Hastaların diz ağrısı şiddeti, radyografik şiddeti, WOMAC, TAD, diz ve kalça ekstansör izometrik tork değerleri belirlenmiştir. Daha iyi TAD dengesi, bilateral semptom olması, daha ciddi radyografik değişiklikler, daha güçlü kuadriceps, daha az varus düzensizliği ve daha az ağrı ile ilişkilendirilmiştir. Bizim çalışmamızda gruplar klinik değişkenler açısından değerlendirildiğinde TAD tedavi sonrasında tedavi öncesine göre sağ ekstremitede tüm gruplarda, sol ekstremitede ise grup 1 ve grup 3'te anlamlı düzeyde artış gösterdi. Bu olumlu değişimin, kas gücünün denge ve propriosepsiyon üzerine olumlu etkisini göstermede önemli olduğu düşünülmektedir.

Laufer ve ark (130)'nın yaptığı çalışmada diz OA'lı 63 hasta yalnızca egzersiz ve egzersiz + NMES grubu olarak randomize edilmiştir. VAS, WOMAC, performans açısından 10 metre yürüme testi, ZKYT ve merdiven testi ile değerlendirilmiştir. Hastalar 12 haftalık programa alınmıştır. Egzersiz sonrası her grupta VAS, WOMAC, ZKYT, merdiven testi ve 10 metre yürüme testinde, yürüme hızında iyileşmeler saptanmıştır. Ağrıda azalma istatistiksel olarak anlamlı olmasa da NMES grubunda daha fazla saptanmıştır. 3 ay sonraki takip değerlendirmesinde yürüme hızındaki kazanım korunmuşken, kas gücü ve ZKYT'deki iyileşmelerin sürdürülmediği gözlenmiştir. Ancak ZKYT skoru takipte başlangıç seviyesine göre daha iyi olduğu tespit edilmiştir. Gkrilias ve ark (131) diz OA hastalarında sık kullanılan fonksiyonel değerlendirme testlerinin kuadriceps ve hamstring izokinetik kuvveti ile ilişkisini incelemek ve kas kuvvetinin performans testleri üzerindeki etkisini değerlendirmek amacıyla bir çalışma yapmışlardır. Bu çalışmada performans testleri olarak 6 dakika yürüme testi, ZKYT, 30 saniye kalk otur testi, 12 basamak testi kullanılmış ve 120°/sn ve 180°/sn açısal

hızlarda fleksör ve ekstansör PT/vücut ağırlığı değerlendirilmiştir. Dört fonksiyonel performans test her iki açisal hızda izokinetik kas kuvvetleriyle anlamlı derecede korele saptanmıştır. Çalışmamızda ZKYT her grupta anlamlı iyileşme gösterdi. Yaklaşık olarak grup 1'de %10, grup 2'de %9, grup 3'te %8, grup 4'te %8 iyileşme saptandı. Kas gücü ve dengedeki iyileşmenin ZKYT'de iyileşme sağladığını düşünmekteyiz. Diz OA olan kişilerde diz ağrısı ve kuadriceps güçsüzlüğü varlığı sağlıklı kişilere göre daha düşük ZKYT skorunu açıklamaktadır (105).

Imoto ve ark (132)'nin 8 haftalık egzersiz + NMES tedavisinin ağrı ve fonksiyon üzerine etkisini sadece egzersiz grubuyla karşılaştırdıkları çalışmada numerik ağrı skalası, ZKYT, WOMAC değerlendirilmiş ve her iki grupta anlamlı iyileşme saptanmıştır. Gruplar arasında iyileşme düzeyi yönünden anlamlı farklılık saptanmamıştır. Kombine tedavi sadece egzersiz kadar etkili ancak ek terapotik yararı saptanmamıştır. Coudeyre ve ark (127)'nin kas güçlendirmenin rehabilitasyondaki yerini belirlemek amacıyla yaptıkları çalışmaya 9 makale dahil edilmiş ve izokinetik egzersizin iyi tolere edildiği ve izometrik egzersize göre kas güçlendirmede daha etkili olduğu gözlenmiştir. Bu derlemede WOMAC ile belirlenen ağrı parametresi ve yürüme hızı üzerine etkisini göstermede ise başarısız saptanmıştır. İzokinetik egzersizin ağrı ve dizabiliteyi gösteren WOMAC-C alt parametresi üzerine anlamlı derecede etkili olduğu saptanmıştır. Bizim çalışmamızda gruplar WOMAC açısından değerlendirildiğinde tedavi sonrasında tüm gruplarda bütün WOMAC parametrelerinde anlamlı düzeyde iyileşme saptandı. WOMAC-A fark değişiminde istatistiksel olarak fark saptanmazken, WOMAC-B, WOMAC-C, WOMAC-total fark değişiminde izokinetik içeren gruplarda da belirgin azalma saptandı. Kombine grupla izokinetik grup arasında belirgin fark saptanmadı. Aynı zamanda kombine grupta NMES grubuna göre daha fazla fark değişimi görüldü.

Bruce-Brand ve ark (133) ev temelli dirençli egzersiz ile NMES'in diz OA'lı hastalardaki etkinliğini karşılaştırdıkları çalışmada 41 hasta 6 haftalık dirençli egzersiz, NMES ve kontrol grubu olarak randomize edilmiştir. Fonksiyonel kapasite 25 metre yürüme testi, tekrarlı kalk otur testi ve merdiven çıkma testi ile değerlendirilmiştir. Bu çalışmada ayrıca hastalar WOMAC ve SF-36 ile değerlendirilmiştir. İzokinetik ve izometrik kas gücü ölçümü yapılmıştır. Değerlendirmeler 1, 8, 14. haftalarda yapılmıştır. Fonksiyonel kapasitede her iki grupta benzer iyileşme saptanmıştır. Dirençli egzersiz grubunda SF36-MH ve SF36-PF parametrelerinde anlamlı iyileşme saptandı. Kuadriceps gücü her iki grupta da artma eğiliminde saptanmıştır. NMES tedavisi fonksiyonel performansı arttırmada ev temelli

dirençli egzersize alternatif oluşturmaktadır. Sallı ve ark (134) bilateral diz OA hastalarında izokinetik ve izometrik egzersizin ağrı, fonksiyonel kapasite ve kas kuvveti üzerine etkisini belirlemek amacıyla yaptıkları çalışmada 88 diz OA hastası 4 gruba randomize edilmiştir. İlk grup konsantrik izokinetik egzersiz, ikinci grup konsantrik-eksantrik izokinetik egzersiz, üçüncü grup izometrik egzersiz, dördüncü grup ise kontrol grubu olarak planlanmıştır. Egzersiz programları haftada 3 gün 8 hafta süreyle uygulanmıştır. Tüm hastaların istirahat ve aktivite VAS değerleri, fonksiyonel kapasite için WOMAC, SF-36 değerleri, fleksör ve ekstansör kas güçleri belirlenmiştir. Değerlendirmeler 0, 4, 8, 20. haftalarda yapılmıştır. Üç grupta kontrol grubuna göre ağrı skorlarında azalma, fonksiyonel kapasitede iyileşme ve kas kuvvetinde artış görülmüştür. İzokinetik egzersizlerin izometrik egzersize göre bu parametrelerde daha hızlı iyileşme sağladığı belirtilmiştir. Bizim çalışmamızda gruplar SF-36 alt parametreleri açısından değerlendirildiğinde SF36-PF grup 2, grup 3 ve grup 4'te anlamlı artış gösterdi. SF36-RP tüm gruplarda, SF36-RE grup 1 ve grup 3'te anlamlı iyileşme gösterdi. SF36-VT grup 1, grup 2 ve grup 3'te; SF36-MH grup 1 ve grup 3'te anlamlı iyileşme gösterdi. Tedavi sonrası tedavi öncesine göre SF36-SF sadece kombine grupta anlamlı iyileşme gösterdi. SF36-BP NMES grubu dışında her grupta iyileşme gösterirken, SF36-GH açısından izokinetik uygulaması içeren grup 2 ve grup 3'te anlamlı iyileşme saptandı. Tedavi sonrası tedavi öncesine göre SF36-PF fark açısından ise izokinetik içeren gruplarda NMES grubuna göre daha fazla değişim saptandı.

Küçük ve ark (135)'nın izokinetik, izometrik ve aerobik egzersizin ağrı, dizabilite ve fiziksel fonksiyon üzerine etkisini değerlendirdikleri çalışmada her 3 egzersizin de VAS, WOMAC, diz ekstansör pik tork değerlerinde anlamlı iyileşme sağladığını ve en büyük iyileşmenin izokinetik grubunda olduğunu saptamışlardır. Bulgulara dayanarak izokinetik egzersizin agonist/antagonist kas gruplarını geliştirmesiyle etkili stabilizasyonda yarar sağladığı düşünülmektedir. Malas ve ark (136)'nın diz OA olan kişilerde izokinetik, izotonik, izometrik egzersizlerin kuadriceps kas kuvveti ve yapısı üzerindeki etkilerini değerlendirdikleri çalışmada ağrı ve fonksiyon VAS, WOMAC, 50 adım yürüme testi, TAD ile değerlendirilmiştir. Egzersiz tedavileri sonrası her grupta ekstansör kas güçlerinin arttığını görmüşlerdir. VAS skorları, izokinetik grupta eklem sertliği dışındaki tüm WOMAC skorları belirgin şekilde düzelmiştir. TAD, 50 metre yürüme testi güçlendirme sonunda iyileşmiştir. En belirgin iyileşme izometrik grupta olmuştur. Ekstansör kas kuvveti değerleri (PT/vücut ağırlığı) tüm gruplarda artmasına rağmen izometrik grupta istatistiksel olarak anlamlıydı. Aynı zamanda ultrasonografik ölçümler ile kas kalınlığı değerlendirilerek egzersiz tedavisinin

sadece kas kuvveti üzerine değil, kas yapısını ve mimarisini de etkileyebileceğini göstermiştir. Huang ve ark (137) yaptıkları çalışmada 132 bilateral diz OA hastası izokinetik güçlendirme, izotonik güçlendirme, izometrik güçlendirme ve kontrol grubu olarak dört gruba randomize edilmiştir. Haftada 3 gün 8 hafta süreyle egzersiz programları uygulanmıştır. Tedavi öncesi, tedavi sonrası ve 1 yıllık takipte kas gücü ve ambulasyon hızı ölçümü, fonksiyonel durum ve VAS değerlendirmesi yapılmıştır. Tedavi sonrası ve 1 yıllık takipte tüm gruplarda ağrının ve dizabilitenin azaldığı, yürüme hızında anlamlı düzeyde iyileşme görülmüştür. Tedavi sonrası ve takipte en fazla dizabilite azalması ve yürüme hızında en fazla artış izokinetik egzersiz grubunda tespit edilmiştir. 60°/sn açısal hızdaki PT artışı en fazla izokinetik ve izotonik egzersiz alan gruplarda saptanmıştır. 180°/sn açısal hızdaki PT değerlerinde en fazla kazanım sadece izokinetik egzersiz grubunda gözlenmiştir. Bizim çalışmamızda 60°/sn açısal hızda hem fleksör hem de ekstansör PT değerleri tüm gruplarda artış gösterdi ve gruplar arasında anlamlı fark saptamadık. Çalışmamızda 180°/sn açısal hızda kuadriceps PT sağ ekstremitede izokinetik uygulaması içeren grup 2 ve grup 3'te anlamlı artış gösterdi. Sağ ekstremitede grup 1'de %18, grup 2'de %42, grup 3'te %28, grup 4'te %10 artış saptandı. Fark değişimi izokinetik içeren gruplarda kontrol grubuna göre daha belirgindi. Aynı zamanda izokinetik grubunda NMES grubuna göre daha belirgin artış saptandı. 180°/sn açısal hızda kuadriceps PT sol ekstremitede grup 1, grup 2, grup 3'te anlamlı artış saptandı. Sol ekstremitede grup 1'de %23, grup 2'de %41, grup 3'de %33, grup 4'te %7 artış gösterdi. İzokinetik grubu ve kombine grupta kontrol grubuna göre daha belirgin artış saptandı. 180°/sn açısal hızda hamstring PT sağ ekstremitede izokinetik uygulaması içeren her grupta anlamlı artış gösterdi. Sağ ekstremitede grup 1'de %26, grup 2'de %37, grup 3'te %31, grup 4'te %19 artış saptandı. Gruplar arasında anlamlı farklılık saptanmadı. 180°/sn açısal hızda hamstring PT sol ekstremitede grup 1, grup 2, grup 3'te anlamlı artış saptandı. Sol ekstremitede grup 1'de %27, grup 2'de %28, grup 3'de %38, grup 4'te %10 artış gösterdi. İzokinetik uygulaması içeren gruplarda kontrol grubuna göre daha belirgin olarak olumlu fark saptandı. H/Q oranı grupların hiçbirinde değişiklik göstermedi.

Spinoso ve ark (138)'nın diz OA'lı hastalarda yürüme paternini analiz etmek ve yürüme değişkenlerinin diz ekstansör kas gücüyle ilişkisini belirlemek amacıyla yaptıkları çalışmada diz OA'lı hastalarda sağlıklı kontrol grubuna göre salınım fazı %30 daha düşük, yürüme hızı %10 daha düşük, ÇDF %33 daha uzun, kuadriceps PT %34 daha düşük saptanmıştır. Diz ekstansör kas zayıflığının salınım fazının daha kısa olmasına neden olduğu, destek zamanı ve adım süresinin uzamasındaki amacın sağlam ekstremiteye daha fazla yük

dağılımı oluşturmak olduğu düşünülmüştür. Kean ve ark (139)'na göre diz ekstansör kas güçsüzlüğü yürüme sırasında diz eklemine maksimum yük oluşturur. Zemin temas öncesi darbeyi azaltmak için alt ekstremitede yavaşlama fonksiyonu ile adaptasyon mekanizması sağlanır. Yürüme paterni değişikliği diz ağrısı ve diz ekstansör kas gücü ile ilişkilidir. Kas gücü destek zamanı ve adım zamanı ile negatif korelasyon gösterir ve kas gücünün azalması yürüme hızının azalmasına yol açar (140). Bizim çalışmamızda AR ve AG'de tedavi sonrasında tedavi öncesine göre anlamlı farklılık olmadı. AZ ve ÇAS her grupta kısaldı. AU sağ ekstremitte grup 2 hariç tüm gruplarda, sol ekstremitde ise tüm gruplarda arttı. ÇAU tüm gruplarda tedavi öncesine göre artış gösterdi. Gruplar arasında fark değişiminde anlamlılık saptanmadı. Hız ve kadans tüm gruplarda artış gösterdi. Basma fazı sağda grup 1 ve grup 4, solda tüm gruplarda kısaldı. Salınım fazı sağ ekstremitte grup 1 ve grup 4'te sol ekstremitde ise tüm gruplarda artış gösterdi. Basma fazı gruplarda azalmasına rağmen basma fazı alt parametresi olan TDF sağda grup 1, grup 2 ve grup 3'te; solda ise grup 1 ve grup 4'te artış gösterdi. ÇDF ise tüm gruplarda kısaldı ve gruplar arasında anlamlı farklılık saptanmadı. Gruplardaki bu değişikliklerin diz eklem kas gücünün artmasına bağlı olduğunu düşünmekteyiz.

Kean ve ark (139) kuadriiceps kasını güçlendirmenin dizdeki yüklenme parametrelerine etkisini değerlendirdikleri çalışmada diz OA hastalarını 12 haftalık kuadriiceps güçlendirme programına almışlardır. Çalışmada yürüme analizi ile YTK ve yürüme hızları belirlenmiş ve kuadriiceps pik tork değerleri ölçülmüştür. Egzersiz yapılan grupta kuadriiceps gücünde belirgin artış varken yüklenme değişkenlerinde değişiklik saptanmamıştır. Ağrı ve yürüme hızı parametrelerinde ise belirgin değişiklik saptanmıştır. Kuadriiceps gücündeki değişiklik yer tepkime kuvvetindeki değişime sebep olmamıştır. Jafarnezhadgero ve ark (141) düzeltici egzersizin genu valguslu yaşlı erişkinlerde YTK ve alt ekstremitte kinematiği üzerine etkilerini tanımlamayı amaçladıkları çalışmada egzersiz yapılan grupta tedavi sonrasında tedavi öncesine göre daha düşük YTK bileşenleri saptamışlardır. Yazarlar bu çalışmada egzersiz programlarının genu valguslu erişkinlerde YTK ve alt ekstremitte kinematiğini iyileştirmek için uygun bir müdahale olduğunu öne sürmektedirler. Oliveira Silva ve ark (142) patellofemoral ağrılı bireylerde YTK ile ağrı ve fonksiyon arasındaki ilişkiyi belirlemeyi amaçladıkları çalışmada diz ağrılı ve diz ağrısız kadın sporcular merdiven çıkarken 3 boyutlu yürüme analizi ile değerlendirilmiştir. Bu çalışmada F_{1max} ve yüklenme hızı ile ağrı ve fonksiyon kısıtlılığı arasında ilişki saptanmıştır. Bulgular YTK'yı düzeltmeyi amaçlayan rehabilitasyon stratejilerinin, patellofemoral ağrılı kadınlarda diz ağrısı seviyesini

ve kendi kendine bildirilen diz fonksiyonlarını iyileştirebileceğini göstermektedir. Esculier ve ark (143)'nın patellofemoral ağrı sendromu olan koşucularda alt ekstremitte güçlendirme ve motor kontrol egzersizi içeren rehabilitasyon programlarının güç, semptom, YTK ve diz biyomekaniğine etkisini değerlendirmek amacıyla yaptıkları çalışmada, 21 patellofemoral ağrılı koşucuya 8 haftalık alt ekstremitte ve kor güçlendirme, motor kontrol egzersizleri uygulanmıştır. Hastaların alt ekstremitte izometrik güçleri, VAS ile semptom süreleri ve yürüme analizi ile koşu sırasındaki YTK parametreleri belirlenmiştir. Hastaların VAS skorlarında iyileşme saptanmışken, izometrik güç değerlerinde değişiklik gözlenmemiştir. YTK vektörü egzersiz sonrası düşüş göstermiştir. Sonuç olarak patellofemoral ağrı sendromlu kişilerde egzersiz programları ağrının azalmasını, fonksiyonların iyileşmesini sağlamıştır. Bizim çalışmamızda ise tedavi sonrası tedavi öncesine göre $F1_{max}$ solda grup 2 ve grup 4'te anlamlı düzeyde artış gösterdi. $F2_{max}$ sağda grup 4'te; solda ise grup 3 ve grup 4'te arttı. $T1_{max}$ sağda tedavi sonrası tüm gruplarda istatistiksel olarak kısaldı. Solda ise tüm gruplarda azalmasına rağmen grup 1 ve grup 4'te istatistiksel olarak anlamlıydı. $T2_{max}$ ise sağda grup 1'de; solda grup 1 ve grup 4'te istatistiksel olarak anlamlı düzeyde azaldı. Sonuçlarımızda görüldüğü gibi kas kuvvetlendirmeye ulaşım süresi daha kısa olmakla birlikte bunun yüklenme parametrelerine etkisi zaman almaktadır. Kean ve ark (139) yapmış oldukları çalışmada da 12 haftalık sürede egzersizin etkisinin yüklenmeye yansması gözlemlenmemiştir. Oliveira Silva ve ark (142) 'nın vurguladığı ağrı ve yüklenme arasındaki ilişki göz önünde bulundurulduğunda, kuvvetlendirmenin ağrı üzerine yapacağı baskının uzun zaman sürecinde yüklenmeye olumlu yansıyacağı düşüncesindeyiz.

Çalışmamızda kelebek diyagram verilerinden YÇU her grupta artış göstermesine rağmen sağda grup 2 ve grup 3'te, solda sadece grup 2'de artış istatistiksel olarak anlamlıydı. TDÇ sağda grup 1 ve grup 2'de, solda her grupta istatistiksel olarak anlamlı artış gösterdi. Literatürde diz OA hastalarında kelebek diyagramı ile ilgili çalışmalar yetersiz olduğundan konu ile ilgili elde ettiğimiz sonuçlar göz önüne alındığında daha fazla çalışmaya ihtiyaç olduğunu düşünmekteyiz.

Çalışmamızın hastaların kesitsel değerlendirilmesi ve hasta sayısının az olması gibi bazı kısıtlılıkları vardı. Hasta sayısının az olması nedeniyle bazı parametrelerde değişiklik olsa da istatistiksel olarak anlamlılık sağlanamamıştır. Çalışma planlanırken grupların belirli sayılarda tutulması demografik verilerin gruplar arasında küçük farklılıklar göstermesine sebep olmuştur. Bu farklılıklar çalışmanın ana parametrelerine etkisinin sınırlı düzeyde olduğu düşüncesindeyiz. Parametrelerin sadece tedavi sonrasında değerlendirilmesi ve

tedavilerin takipteki etkilerine bakılmaması çalışmamızın bir diğer kısıtlılığını oluşturmaktadır. Sonuçlarda bazı parametrelerde değişiklik olmaması tedavi süresi ile ilgili olabilir. Bu durum bir kısıtlılık değil, tedavi süresinin daha uzun olması açısından bir öneri olarak düşünülebilir.

Sonuç olarak yaptığımız çalışmada kuadriceps güçlendirmeye yönelik uygulanan farklı tedavi seçenekleriyle ağrı, fonksiyonel durum, yürüme parametrelerinde iyileşmeler saptandı. Özellikle biyomekaniğe destek veren farmakolojik olmayan tedavilerin hastanın fonksiyonel durum ve ağrısına olumlu etkileri olduğu bilinmektedir. Uygulanacak tedavi seçiminde yaş, kognitif fonksiyonlar, komorbiditeler, alt ekstremitte patolojileri gibi durumlar dikkate alınmalıdır.



SONUÇLAR

Trakya Üniversitesi Tıp Fakültesi Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon kliniğimizde yaptığımız bu tez çalışmasında NMES ve izokinetik egzersizin tek başına ve kombine olarak ağrı, fonksiyonel durum ve yürüme parametreleri üzerine etkilerini belirlemeyi ve karşılaştırmayı amaçladık.

Bu amaçla hazırladığımız çalışmanın sonucunda:

1- Tüm gruplarda istirahat ve aktivite sırasındaki ağrı anlamlı şekilde iyileşti. İzokinetik uygulaması içeren gruplarda aktivite VAS değişimi daha belirgindi. Tedavi sonrasında diz EHA fleksiyon yönünde tüm gruplarda artış gösterdi.

2- Tedavi sonrasında tüm gruplarda ZKYT anlamlı düzeyde iyileşme gösterdi. TAD süresi sağ ekstremitede tüm gruplarda, sol ekstremitede NMES grubu (grup 1) ve NMES + izokinetik grubunda (grup 3) artış gösterdi.

3- Tedavi sonrasında tedavi öncesine göre grupların tümünde WOMAC skorlarında anlamlı iyileşme saptandı. WOMAC-B, WOMAC-C, WOMAC-total skorlarındaki değişim izokinetik içeren gruplarda (grup 2, grup 3) kontrol grubuna göre daha fazlaydı.

4- Yaşam kalitesini değerlendirmek için yapılan SF-36 alt parametrelerinden SF36-PF NMES grubu (grup 1) dışındaki tüm gruplarda, SF36-SF sadece NMES + izokinetik (grup 3) grubunda anlamlı iyileşme gösterdi. SF36-GH izokinetik içeren gruplarda (grup 2, grup 3), SF36-VT kontrol grubu dışındaki tüm gruplarda iyileşme gösterdi. SF36-PF fark değişimi izokinetik içeren gruplarda (grup 2, grup 3) NMES grubuna göre (grup 1) daha belirgindi.

5- Kuadriceps PT değerleri 60°/sn açısal hızda tüm gruplarda artış gösterdi. 180°/sn açısal hızda sağda izokinetik içeren gruplarda (grup 2, grup 3), solda kontrol grubu dışındaki gruplarda artış gösterdi. Kuadriceps PT/vücut ağırlığı 60°/sn açısal hızda tüm gruplarda artış gösterdi. 180°/sn açısal hızda kontrol grubu dışındaki gruplarda artış gösterdi.

6- Hamstring PT değerleri 60°/sn açısal hızda tüm gruplarda artış gösterdi. 180°/sn açısal hızda kontrol grubu dışındaki gruplarda artış gösterdi. Hamstring PT/ vücut ağırlığı değerlerinde 60°/sn açısal hızda tüm gruplarda artış saptandı. 180°/sn açısal hızda sağ

ekstremitelerde tüm gruplarda, sol ekstremitelerde kontrol grubu dışındaki gruplarda artış tespit edilmiştir. H/Q oranı değişmeden kas gücü artışı saptandı. Tedavi sonrasında tedavi öncesine göre kuadriceps ve hamstring PT ve PT/vücut ağırlığı fark değişimi izokinetik uygulanan gruplarda (grup 2, grup 3) kontrol grubuna göre daha belirgindi.

7- Tedavi sonrasında hiçbir grupta AG ve AR değişiklik saptanmadı. AU sağda izokinetik grubu hariç diğer gruplarda, solda tüm gruplarda artış gösterdi. ÇAU'da tüm gruplarda artış saptandı. AZ ve ÇAS tüm gruplarda kısaldı. Hız ve kadans tüm gruplarda artış gösterdi.

8- Tedavi sonrasında tedavi öncesine göre TDF sağda kontrol grubu dışındaki gruplarda, solda NMES (grup 1) ve kontrol grubunda (grup 4) artış gösterdi. Basma fazı sağda NMES grubu (grup 1) ve kontrol grubunda (grup 4), solda kontrol grubu dışındaki gruplarda azaldı. Salınım fazı tedavi sonrasında tedavi öncesine göre sağda NMES grubu (grup 1) ve kontrol grubunda (grup 4), solda kontrol grubu dışındaki gruplarda artış gösterdi.

9- Tedavi sonrasında kelebek diyagramı verilerinden YÇU sağda izokinetik içeren gruplara (grup 2, grup 3), solda izokinetik grubunda (grup 2) artış gösterdi. TDÇ değerlerinde sağda NMES grubu (grup 1) ve izokinetik grubunda (grup 2), solda tüm gruplarda artış saptandı.

10- Tedavi sonrasında diz eklemine yüklenme parametrelerinde ($F1_{max}$, $F2_{max}$) azalma saptanmadı. $F1_{max}$ solda izokinetik grubu (grup 2) ve kontrol grubunda (grup 4) artış gösterdi. $F2_{max}$ sağda kontrol grubunda (grup 4), solda kombine grup (grup 3) ve kontrol grubunda (grup 4) artış gösterdi. $T1_{max}$ sağda her grupta, solda NMES grubu (grup 1) ve kontrol grubunda (grup 4) kısaldı. $T2_{max}$ değerinde sağda NMES grubunda (grup 1), solda NMES grubunda (grup 1) ve kontrol grubunda (grup 4) kısıalma saptandı.

ÖZET

Osteoartrit yaşam kalitesini etkileyen en önemli kas iskelet sistemi patolojisinden biridir. Diz osteoartriti ağrı, tutukluk, kas güçsüzlüğü ile karakterizedir. Bu durum fiziksel dizabiliteye ve hastalığın ilerlemesine neden olur. Tedavisinde amaç ağrının azaltılması ve fonksiyonun iyileştirilmesidir. Bunun için farmakolojik ve farmakolojik olmayan tedavi yöntemleri uygulanır. Çalışmamızda diz osteoartrit hastalarına uygulanan farmakolojik olmayan tedavi seçeneklerinden nöromüsküler elektrik stimülasyonu ve izokinetik egzersizin ağrı, fonksiyon, kuadriceps kas gücü ve yürüme parametrelerine etkisini karşılaştırmayı amaçladık.

Çalışmaya bilateral diz osteoartritli yetmiş altı hasta dahil edildi. Her hastaya ev egzersiz programı verildi. Hastalar nöromüsküler elektrik stimülasyon grubu, izokinetik egzersiz grubu, nöromüsküler elektrik stimülasyonu ve izokinetik egzersiz grubu, kontrol grubu olarak 4 gruba randomize edildi. Başlangıçta ve 6 haftalık tedavi sonrasında hastalar vizüel analog skala, eklem hareket açıklığı, tek ayak üzerinde durma testi ve zamanlı kalk yürü testi ile değerlendirildi. Western Ontario and McMaster Universities Osteoarthritis Index, Short Form 36 skorları, diz ekstansör ve fleksör kas gruplarının maksimum kas güçleri belirlendi. Hastalar yürüme analizi ile değerlendirildi.

Tüm gruplar ağrı, fonksiyonel durum, kas gücü, eklem hareket açıklığı ve yaşam kalitesi açısından düzelme gösterdi. Kas gücü izokinetik uygulaması içeren gruplarda daha belirgin arttı. Grupların yürüme parametrelerinden adım uzunluğu, hız ve kadans skorlarında iyileşme gözlemlendi. Salınım fazı ve basma fazında değişiklikler saptandı. Yüklenme değerlerinde anlamlı değişiklik gözlenmedi.

Diz kaslarını güçlendirmeye yönelik tedavi seçenekleri klinik düzelme sağlar. Hastaların klinik özelliklerine göre tedavi alternatiflerinin araştırıldığı daha büyük popülasyonlarda yapılan çalışmalara ihtiyaç vardır.

Anahtar kelimeler: Diz osteoartriti, izokinetik egzersiz, nöromusküler elektrik stimölasyonu, yürüme analizi



COMPARISON OF NEUROMUSCULAR ELECTRIC STIMULATION (NMES) AND ISOKINETIC EXERCISE ON GAIT ANALYSIS IN PATIENTS WITH KNEE OSTEOARTHRITIS

SUMMARY

Osteoarthritis is one of the most important musculoskeletal pathology affecting quality of life. Knee osteoarthritis is characterized by pain, stiffness, muscle weakness. This causes physical disability and disease progression. The aim of treatment is to reduce pain and improve function. For this, pharmacological and non-pharmacological treatment methods are applied. In this study, we aimed to compare the effect of neuromuscular electrical stimulation and isokinetic exercise on pain, function, quadriceps muscle strength and gait parameters.

Seventy-six patients with bilateral knee osteoarthritis were included in the study. Each patient was given a home exercise program. The patients were randomized into 4 groups as neuromuscular electrical stimulation group, isokinetic exercise group, neuromuscular electrical stimulation and isokinetic exercise group and control group. At baseline and after 6 weeks of treatment, the patients were evaluated by visual analog scale, range of motion, single leg standing test and timed up to go test. Western Ontario and McMasters Universities Osteoarthritis Index, Short Form 36 scores, maximal strength of knee extensor and flexor muscle groups were determined. The patients were evaluated by gait analysis.

All groups showed improvement in pain, functional status, muscle strength, range of motion and quality of life. Muscle strength increased significantly in the groups containing isokinetic administration. Improvement in stride length, velocity and cadence scores was observed. Changes in swing phase and stance phase were detected. No significant changes were observed in the loading values.

Treatment options for strengthening the knee muscles provide clinical improvement.

Further studies are needed in larger populations in which treatment alternatives are investigated according to the clinical characteristics of patients.

Key words: Knee osteoarthritis, isokinetic exercise, neuromuscular electric stimulation, gait analysis



KAYNAKLAR

1. Zhang Z, Wang L, Hu K, Liu Y. Characteristics of Plantar Loads During Walking in Patients with Knee Osteoarthritis. *Med Sci Monit* 2017;23:5714.
2. Bennell KL, Hinman RS. A review of the clinical evidence for exercise in osteoarthritis of the hip and knee. *J Sci Med Sport* 2011;14(1):4-9.
3. Tuncer T, Çay HF, Kaçar C, Altan L, Atik AŞ, Aydın AT ve ark. Diz osteoartrit tedavisinde kanıta dayalı öneriler: *Turk J Rheumatol* 2012;27(1):1-17.
4. Külçü GD, Yanık B, Gülşen G, Gökmen D. Osteoartritinde Nöromüsküler Elektrik Stimülasyonunun Ağrı ve Fonksiyonel Parametrelere Etkisi. *Turk Fiz Tıp Derg* 2009;55(3):111-5
5. Lange AK, Vanwanseele B, Fiatarone Singh MA. Strength training for treatment of osteoarthritis of the knee: a systematic review. *Arthritis Care Res* 2008;59:1488–94.
6. O'Reilly SC, Jones A, Muir KR, Doherty M. Quadriceps weakness in knee osteoarthritis: the effect on pain and disability. *Ann Rheum Dis* 1998;57(10):588-94.
7. Sallı A, Uğurlu H, Emlik D. Diz Osteoartritinde Konsantrik, Kombine Konsantrik-Eksantrik ve İzometrik Egzersizlerin Semptomlar ve Fonksiyonel Kapasite Üzerine Etkisinin Karşılaştırılması. *Turk Fiz Tıp Derg* 2006;52(2):61-7.
8. Maurer BT, Stern AG, Kinossian B, Cook KD, Schumacher HR. Osteoarthritis of the knee: isokinetic quadriceps exercise versus an educational intervention. *Arch Phys Med Rehabil* 1999;80:1293–9.
9. Dehkordi SN, Talebian S, Olyaei G, Montazeri A. Reliability of isokinetic normalized peak torque assessments for knee muscles in post-stroke hemiparesis. *Gait & posture* 2008;27(4):715-8.
10. Durmuş D, Alaylı G, Cantürk F. Effects of quadriceps electrical stimulation program on clinical parameters in the patients with knee osteoarthritis. *Clin Rheumatol* 2007;26(5):674-8.
11. Sun J, Liu Y, Yan S, Cao G, Wang S, Lester DK, et al. Clinical gait evaluation of patients with knee osteoarthritis. *Gait & posture* 2017;58:319-24.
12. Çalış M, Cüce İ, Akgül Ö. Dizlerde Görülen Ortopedik Sorunlar. In: Göksoy T (editor). *Ortopedik Rehabilitasyon*. İstanbul: Bilmedya Grup; 2017:149-50.
13. Da Silva JAP, Woolf AD. Regional Syndromes the Knee. In: Da Silva JAP, Woolf AD (Eds). *Rheumatology in Practice*. London: Springer-Verlag; 2010: 221-40.

14. Mühür H. Alt Ekstremit  Kinezyolojisi ve Yürüme. In: OĞuz H (editor). Tıbbi Rehabilitasyon. İstanbul: Nobel Tıp Kitabevleri; 2015:122-7.
15. Yavuz S. Alt Ekstremit  Biyomekaniği ve Kinezyolojisi. In: Beyazova M, Kutsal YG (editorler). Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon. Ankara: Güneş Tıp Kitabevleri; 2016:143-5.
16. Yavuz F, Tařkaynatan MA. Lokomotor Sistem Anatomisi ve Fizyolojisi. In: Göksoy T (editor). Ortopedik Rehabilitasyon. İstanbul: İstanbul Tıp Kitabevi; 2017:1-14.
17. imen A. Anatomi. Bursa: UludaĖ Üniversitesi Basımevi; 1987:81-83
18. Walker PS, Erkman MJ. The role of the menisci in force transmission across the knee. Clin Orthop 1975;109:185-193.
19. Snell RS (eviri: M. Yıldıırım). Klinik anatomi. İstanbul: Nobel&Yce; 1998:507-630.
20. Arıncı K, Elhan A. Anatomi. Ankara: Gneř Tıp Kitabevleri; 2006: 204-10
21. Mossberg KA, Smith LK. Axial rotation of the knee in women. J Orthop Sports Phys Ther 1983;4(4):236-40.
22. Houghlum PA, Bertoti DB. Brunnstrom's Clinical Kinesiology. Philadelphia: FADavis Co; 2011
23. Li G, Rudy TW, Sakane M, Kanamori A, Ma CB, Woo SLY. The importance of quadriceps and hamstring muscle loading on knee kinematics and in-situ forces in the ACL. J Biomech 1999;32(4):395-400.
24. Messner K, Gao J. The menisci of the knee joint. Anatomical and functional characteristics, and a rationale for clinical treatment. J Anat 1998;193(2):161-78.
25. Seedhom BB, Dowson D, Wright V. Proceedings: Functions of the menisci. A preliminary study. Ann Rheum Dis 1974;33(1):111.
26. Horton MG, Hall TL. Quadriceps femoris muscle angle: normal values and relationships with gender and selected skeletal measures. Phys Ther 1989;69(11):897-901.
27. Kuru İ, Haberal B, Avcı . Patellofemoral biyomekanik. TOTBİD 2012;11:274-80.
28. Smith LK, Weiss EL, DonLehmkuhl L. Brunnstorm's Clinical Kinesiology. Philadelphia: FADavis Co; 1996.
29. Felson DT. Developments in the clinical understanding of osteoarthritis. Arthritis Res Ther 2009;11(1):203.
30. Felson DT, Zhang Y. An update on the epidemiology of knee and hip osteoarthritis with a view to prevention. Arthritis Rheum 1998;41(8):1343-55.
31. Arden N, Nevitt MC. Osteoarthritis: epidemiology. Best Pract Res Clin Rheumatol 2006;20(1):3-25.
32. Garstang SV, Stitik TP. Osteoarthritis:epidemiology, risk factors, and pathophysiology. Am J Phys Med Rehabil 2006;85(11):2-11.

33. Zhai G, Hart DJ, Kato BS, MacGregor A. Genetic influence on the progression of radiographic knee osteoarthritis: a longitudinal twin study. *Osteoarthritis Cartilage* 2007;15(2):222-5.
34. Abramson SB, Attur M. Developments in the scientific understanding of osteoarthritis. *Arthritis Res Ther* 2009;11(3):227.
35. Holderbaum D, Haqqi TM, Moskowitz RW. Genetics and osteoarthritis: exposing the iceberg. *Arthritis Rheum* 1999;42(3):397-405.
36. Mier RJ, Holderbaum D, Ferguson R, Moskowitz R. Osteoarthritis in children associated with a mutation in the type II procollagen gene (COL2A1). *Mol Genet Metab* 2001;74(3):338-41.
37. Reginato AM, Olsen BR. The role of structural genes in the pathogenesis of osteoarthritic disorders. *Arthritis Res Ther* 2002;4(6):337.
38. Martin JA, Buckwalter JA. Aging, articular cartilage chondrocyte senescence and osteoarthritis. *Biogerontology* 2002;3(5):257-64.
39. Petersson IF, Jacobsson LTH. Osteoarthritis of the peripheral joints. *Best Pract Res Clin Rheumatol* 2002;16(5):741-60.
40. Wluka AE, Cicuttini FM, Spector TDJM. Menopause, oestrogens and arthritis. *Maturitas* 2000;35(3):183-99.
41. Zhang Y, Jordan JM. Epidemiology of osteoarthritis. *Clin Geriatr Med* 2010;26(3):355-69
42. Frei B. Reactive oxygen species and antioxidant vitamins: mechanisms of action. *Am J Phys Med Rehabil* 1994;97(3):S5-S13.
43. Madry H, Luyten FP, Facchini A. Biological aspects of early osteoarthritis. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2012;20(3):407-22.
44. Rossignol M, Leclerc A, Hilliquin P, Allaert FA, Rozenberg S, Valat JP, et al. Primary osteoarthritis and occupations: a national cross sectional survey of 10 412 symptomatic patients. *Occup Environ Med* 2003;60(11):882-6.
45. Felson DT, Nevitt MC. Epidemiologic studies for osteoarthritis: new versus conventional study design approaches. *Rheum Dis Clin N Am* 2004;30(4):783-97.
46. Slemenda C, Brandt KD, Heilman DK, Mazucca S, Braunstein EM, Katz BP, et al. Quadriceps weakness and osteoarthritis of the knee. *Ann Intern Med* 1997;127(2):97-104.
47. Ettinger WH, Burns R, Messier SP, Applegate W, Rejeski WJ, Morgan T, et al. A randomized trial comparing aerobic exercise and resistance exercise with a health education program in older adults with knee osteoarthritis: the Fitness Arthritis and Seniors Trial (FAST). *JAMA* 1997;277(1):25-31.
48. Fenton A, Panay N. Estrogen, menopause and joints. *Climacteric* 2016;19:107–108
49. Peat G, Thomas E, Duncan R, Wood L, Hay E, Croft P. Clinical classification criteria for knee osteoarthritis: performance in the general population and primary care. *Ann Rheum Dis* 2006;65(10):1363-7.

50. Ofluoğlu D. Osteoartrit. In: Beyazova M, Kutsal YG (editorler). Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon. Ankara: Güneş Tıp Kitabevleri; 2016:2067-84.
51. Yoshihara Y, Nakamura H, Obata Ki, Yamada H, Hayakawa T, Fujikawa K, et al. Matrix metalloproteinases and tissue inhibitors of metalloproteinases in synovial fluids from patients with rheumatoid arthritis or osteoarthritis. *Ann Rheum Dis* 2000;59(6):455-61.
52. Man GS, Mologhianu G. Osteoarthritis pathogenesis—a complex process that involves the entire joint. *J Med Life* 2014;7(1):37-41.
53. Wieland HA, Michaelis M, Kirschbaum BJ, Rudolphi KA. Osteoarthritis—an untreatable disease? *Nat Rev Drug Discov* 2005;4(4):331-344.
54. Goldring MB, Goldring SR. Articular cartilage and subchondral bone in the pathogenesis of osteoarthritis. *Ann. NY Acad. Sci.* 2010;1192(1):230-7.
55. Chiba K, Ito M, Osaki M, Uetani M, Shindo H. In vivo structural analysis of subchondral trabecular bone in osteoarthritis of the hip using multi-detector row CT. *Osteoarthritis Cartilage* 2011;19(2):180-5.
56. Radin EL, Paul IL, Tolkoﬀ MJ. Subchondral bone changes in patients with early degenerative joint disease. *Arthritis Rheum* 1970;13(4):400-5
57. Doral MN, Dönmez G, Atay ÖA, Bozkurt M, Leblebicioğlu G, Üzümcügil A, ve ark. Dejeneratif eklem hastalıkları. *TOTBİD* 2007;6:56-65
58. İrdesel J. Sekonder Osteoartrit. In: Sarıdoğan M (editor). Tanıdan Tedaviye Osteoartrit. İstanbul: Nobel Tıp Kitabevleri; 2007:191-6.
59. Sindel D. Osteoartritte Görüntüleme Yöntemleri. In: Sarıdoğan M (editor). Tanıdan Tedaviye Osteoartrit. İstanbul: Nobel Tıp Kitabevleri; 2007: 95-109.
60. Altman R, Asch E, Bloch D, Bole G, Borenstein D, Brandt K, et al. Development of criteria for the classification and reporting of osteoarthritis: classification of osteoarthritis of the knee. *Arthritis Rheum* 1986;29(8):1039-49.
61. Altman RD. Criteria for classification of clinical osteoarthritis. *J Rheumatol* 1991;27:10-2.
62. Ergin S. Osteoartritte Klinik Bulgular ve Fonksiyonel Değerlendirme. In: Sarıdoğan M (editor). Tanıdan Tedaviye Osteoartrit. İstanbul: Nobel Tıp Kitabevleri; 2007:73-80.
63. Kutsal YG, Kara M. Diz Osteoartriti. In: Sarıdoğan M (editor). Tanıdan Tedaviye Osteoartrit. İstanbul: Nobel Tıp Kitabevleri; 2007:149-61.
64. Kellgren JH, Lawrence JS. Radiological assessment of osteo-arthritis. *Ann Rheum Dis* 1957;16(4):494.
65. Jordan KM, Arden NK, Doherty M, Bannwarth B, Bijlsma JWJ, Dieppe P, et al. EULAR Recommendations 2003: an evidence based approach to the management of knee osteoarthritis: Report of a Task Force of the Standing Committee for International Clinical Studies Including Therapeutic Trials (ESCISIT). *Ann Rheum Dis* 2003;62(12):1145-55.

66. Messier SP, Loeser RF, Miller GD, Morgan TM, Rejeski WJ, Sevick MA, et al. Exercise and dietary weight loss in overweight and obese older adults with knee osteoarthritis: the Arthritis, Diet, and Activity Promotion Trial. *Arthritis Rheum* 2004;50(5):1501-10.
67. Kılıç G, Özgöçmen S. Romatizmal Hastalıkların Rehabilitasyonu. In: Oğuz H (editor). *Tıbbi Rehabilitasyon*. İstanbul: Nobel Tıp Kitabevleri; 2015:871-4.
68. Dursun H. Tedavi Edici Egzersizler. In: Oğuz H (editor). *Tıbbi Rehabilitasyon*. İstanbul: Nobel Tıp Kitabevleri; 2015:319-50.
69. Çidem M, Koyuncu H. Temel Elektroterapi. In: Oğuz H (editor). *Tıbbi Rehabilitasyon*. İstanbul: Nobel tıp Kitabevleri; 2015:259-80.
70. Vrbová G, Hudlicka O, Centofanti KS. Electrical stimulation as a therapeutic tool to restore motor function. *Application of Muscle/Nerve Stimulation in Health and Disease*: Springer; 2008;55-67.
71. Bax L, Staes F, Verhagen A. Does neuromuscular electrical stimulation strengthen the quadriceps femoris? *Sports Med* 2005;35(3):191-212.
72. Elboim-Gabyzon M, Rozen N, Laufer Y. Does neuromuscular electrical stimulation enhance the effectiveness of an exercise programme in subjects with knee osteoarthritis? A randomized controlled trial. *Clin Rehabil* 2013;27(3):246-57.
73. McAlindon TE, Bannuru RR, Sullivan MC, Arden NK, Berenbaum F, Bierma-Zeinstra SM, et al. OARSI guidelines for the non-surgical management of knee osteoarthritis. *Osteoarthritis Cartilage* 2014;22(3):363-88.
74. Kielly J, Davis EM, Marra C. Practice guidelines for pharmacists: The management of osteoarthritis. *Can Pharm J (Ott)* 2017;150(3):156-68.
75. Lussier A, Cividino AA, McFarlane CA, Olszynski WP, Potashner WJ, De Medicis R. Viscosupplementation with hylan for the treatment of osteoarthritis: findings from clinical practice in Canada. *J Rheumatol* 1996;23(9):1579-85.
76. Sharma L. Osteoarthritis C. treatment. In: *Primer on the Rheumatic Diseases*. Thirteenth Ed. Springer New York; 2008:235-40.
77. Chan KM, Maffulli N, Korkia P, Li RCT. Principles and practice of isokinetics in sports medicine and rehabilitation. *Williams & Wilkins Hong Kong*; 1996.
78. Tuncer S. İzokinetik Egzersizlerin Rehabilitasyonda Kullanımı. In: Beyazova M, Kutsal YG (editor). *Fiziksel Tıp Ve Rehabilitasyon*. Ankara: Güneş Tıp Kitabevleri; 2016:957-61.
79. K TA. Spor Yaralanmalarında Rehabilitasyon. In: Oğuz H (editor). *Tıbbi Rehabilitasyon*. İstanbul: Nobel Tıp Kitabevleri; 2015: 799-813.
80. Brown LE. Isokinetics in human performance. In Brown LE (Ed.). *Human Kinetics*. Florida: 2000.
81. Şahin Ö. Rehabilitasyonda izokinetik değerlendirmeler. *Cumhuriyet Medical Journal* 2010;32(4):386-96.

82. Tuncer S. Fonksiyonel Değerlendirmede İzokinetik Sistem Kullanımı. In: Beyazova M, Kutsal YG (editor). Fiziksel Tıp Ve Rehabilitasyon. Ankara: Güneş Tıp Kitabevleri; 2016: 551-7.
83. Osternig LR. Isokinetic dynamometry: implications for muscle testing and rehabilitation. Exerc Sport Sci Rev 1986;14:45-80.
84. Silver-Bernstein C. Principles and Practice of Isokinetics in Sports Medicine and Rehabilitation. Phys Ther 1997;77(11):1671.
85. Mysiw WJ, Jackson RD. Electrical Stimulation. In: Braddom RL (Ed.). Physical Medicine and Rehabilitation. Philadelphia: WB Saunders Company; 2000:459-87.
86. Callaghan MJ, Oldham JA. Electric muscle stimulation of the quadriceps in the treatment of patellofemoral pain. Arch Phys Med Rehabil 2004;85(6):956-62.
87. Gaines JM, Metter EJ, Talbot LA. The effect of neuromuscular electrical stimulation on arthritis knee pain in older adults with osteoarthritis of the knee. Appl Nurs Res 2004;17(3):201-6.
88. Laufer Y, Ries JD, Leininger PM, Alon G. Quadriceps femoris muscle torques and fatigue generated by neuromuscular electrical stimulation with three different waveforms. Phys Ther 2001;81(7):1307-16.
89. Selkowitz DM. Improvement in isometric strength of the quadriceps femoris muscle after training with electrical stimulation. Phys Ther 1985;65(2):186-96.
90. Romero JA, Sanford TL, Schroeder RV, Fahey TD. The effects of electrical stimulation of normal quadriceps on strength and girth. Med Sci Sports Ex 1982;14(3):194-7.
91. Balaban B. Yürüme Analizi: Temel Kavramlar Ve Uygulama. In: Beyazova M, Kutsal YG (editorler). Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon. Ankara: Güneş Tıp Kitabevleri; 2016: 291-302.
92. Perry J, Davids JR. Gait analysis: normal and pathological function. Thorofare, NJ: Slack Inc; 1992;12(6):815.
93. Özaras N, Yalçın S. Yürüme Analizi. İstanbul: Avrupa Tıp Kitapçılık Ltd. Şti Yayınları; 2001:1-65.
94. Murray MP. Gait as a total pattern of movement: Including a bibliography on gait. Am J Phys Med Rehabil 1967;46(1):290-333.
95. Yavuzer MG. Yürüme ve Bozuklukları. In: Beyazova M, Kutsal YG (editorler). Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon. Ankara: Güneş Tıp Kitabevleri; 2016: 303-16.
96. Begg RK, Wyth R, Major RE. Instrumentation used in clinical gait studies: a review. J Med Eng Technol 1989;13(6):290-5.
97. Harris GF, Wertsch JJ. Procedures for gait analysis. Arch Phys Med Rehabil 1994;75(2):216-25.
98. Gage JR, Deluca PA, Renshaw TS. Gait analysis: principles and applications. J Bone Surg Am 1995;77(10):1607-23.

99. Chambers HG, Sutherland DH. A practical guide to gait analysis. *J Am Acad Orthop Surg* 2002;10(3):222-31.
100. Myles PS, Troedel S, Boquest M, Reeves M. The pain visual analog scale: is it linear or nonlinear? *Anesth Analg* 1999;87(6):1517.
101. Tüzün EH, Eker L, Aytar A, Daşkapan A, Bayramoğlu M. Acceptability, reliability, validity and responsiveness of the Turkish version of WOMAC osteoarthritis index. *Osteoarthritis Cartilage* 2005;13(1):28-33.
102. Jenkinson C, Wright L, Coulter A. Criterion validity and reliability of the SF-36 in a population sample. *Qual Life Res* 1994;3(1):7-12.
103. Ware JE. SF-36 health survey update. *Spine* 2000;25(24):3130-9.
104. Vellas BJ, Wayne SJ, Romero L, Baumgartner RN, Rubenstein LZ, Garry PJ. One-leg balance is an important predictor of injurious falls in older persons. *J Am Geriatr Soc* 1997;45(6):735-8.
105. Alghadir A, Anwer S, Brismée J-M. The reliability and minimal detectable change of Timed Up and Go test in individuals with grade 1–3 knee osteoarthritis. *BMC Musculoskelet Disord* 2015;16(1):174.
106. Podsiadlo D, Richardson S. The timed “Up & Go”: a test of basic functional mobility for frail elderly persons. *J Am Geriatr Soc* 1991;39(2):142-8.
107. Baker R, Esquenazi A, Benedetti MG, Desloovere K. Gait analysis: clinical facts. *Eur J Phys Rehabil Med* 2016;52(4):560-74.
108. Zebris FDM Software User Manuel. Isny im Allgau Germany 2015:44-127.
109. Kalron A, Frid L. The “butterfly diagram”: a gait marker for neurological and cerebellar impairment in people with multiple sclerosis. *J Neurol Sci* 2015; 358(1-2):92-100.
110. Watkins J.. Structure and function of the foot. In: Mathieson I (ed.). *The Pocket Podiatry Guide: Functional Anatomy*: Elsevier Ltd; 2009: 227-301.
111. Collins JJ, Whittle MW. Impulsive forces during walking and their clinical implications. *Clin Biomech* 1989;4(3):179-87.
112. Ewers BJ, Jayaraman VM, Banglmaier RF, Haut RC. Rate of blunt impact loading affects changes in retropatellar cartilage and underlying bone in the rabbit patella. *J Biomech* 2002;35(6):747-55.
113. Radin EL, Yang KH, Riegger C, Kish VL, O'Connor JJ. Relationship between lower limb dynamics and knee joint pain. *J Orthop Res* 1991;9(3):398-405.
114. Svoboda Z, Bizovska L, Janura M, Kubonova E, Janurova K, Vuillerme N. Variability of spatial temporal gait parameters and center of pressure displacements during gait in elderly fallers and nonfallers: A 6-month prospective study. *PLoS ONE* 2017;12(2):e0171997.
115. Reed LF, Urry SR, Wearing SC. Reliability of spatiotemporal and kinetic gait parameters determined by a new instrumented treadmill system. *BMC Musculoskelet Disord* 2013;14(1):249.

116. McAlindon T, Cooper C, Kirwan JR, Dieppe PA. Determinants of disability in osteoarthritis of the knee. *Ann Rheum Dis* 1993;52(4):258-62.
117. Hassan B, Mockett S, Doherty M. Static postural sway, proprioception, and maximal voluntary quadriceps contraction in patients with knee osteoarthritis and normal control subjects. *Ann Rheum Dis* 2001;60(6):612-8.
118. Clermont CA, Barden JM. Accelerometer-based determination of gait variability in older adults with knee osteoarthritis. *Gait & posture* 2016;50:126-30.
119. Kierkegaard S, Jørgensen PB, Dalgas U, Søballe K, Mechlenburg I. Pelvic movement strategies and leg extension power in patients with end-stage medial compartment knee osteoarthritis: a cross-sectional study. *Arch Orthop Trauma Surg* 2015;135(9):1217-26.
120. Jahn K, Zwergal A, Schniepp R. Gait disturbances in old age: classification, diagnosis, and treatment from a neurological perspective. *Dtsch Arztebl Int* 2010;107(17):306.
121. Zhang W, Moskowitz RW, Nuki G, Abramson S, Altman RD, Arden N, et al. OARSI recommendations for the management of hip and knee osteoarthritis, part I: critical appraisal of existing treatment guidelines and systematic review of current research evidence. *Osteoarthritis Cartilage* 2007;15(9):981-1000.
122. Zhang W, Moskowitz R, Nuki G, Abramson S, Altman RD, Arden N, et al. OARSI recommendations for the management of hip and knee osteoarthritis, Part II: OARSI evidence-based, expert consensus guidelines. *Osteoarthritis Cartilage* 2008;16(2):137-62.
123. Gür H, Çakın N, Akova B, Okay E, Küçüköğlu S. Concentric versus combined concentric-eccentric isokinetic training: effects on functional capacity and symptoms in patients with osteoarthrosis of the knee. *Arch Phys Med Rehabil* 2002;83(3):308-16.
124. Hasan S. Quadriceps Femoris Strength Training: effect of Neuromuscular Electrical Stimulation Vs Isometric Exercise in Osteoarthritis of Knee. *Indian J Physiother Occup Ther Int J* 2015;9(3):129.
125. Sluka KA, Walsh D. Transcutaneous electrical nerve stimulation: basic science mechanisms and clinical effectiveness. *Pain* 2003;4(3):109-21.
126. Wipfli BM, Rethorst CD, Landers DM. The anxiolytic effects of exercise: a meta-analysis of randomized trials and dose-response analysis. *J Sport Exerc Psychol* 2008;30(4):392-410.
127. Rosa UH, Tlapanco JV, Maya CL, Ríos EV, González LM, Daza ERV, et al. Comparison of the effectiveness of isokinetic vs isometric therapeutic exercise in patients with osteoarthritis of knee. *Rheum Clin* 2012;8(1):10-4.
128. Kocaman Ö, Koyuncu H, Dinç A, Toros H, Karamehmetoğlu FS. The Comparison of the Effects of Electrical Stimulation and Exercise in the Treatment of Knee Osteoarthritis. *Türk Fiz Tıp Reh Derg* 2008;54(2).
129. Hunt MA, McManus FJ, Hinman RS, Bennell KL. Predictors of single-leg standing balance in individuals with medial knee osteoarthritis. *Arthritis Care Res* 2010;62(4):496-500.

- 130.Laufer Y, Shtraker H, Gabizon ME. The effects of exercise and neuromuscular electrical stimulation in subjects with knee osteoarthritis: a 3-month follow-up study. *Clin Interv Aging* 2014;9:1153.
- 131.Gkrilias P, Tsepis E, Kokkalis Z, Panagiotopoulos E, Megas P. The relationship between isokinetic strength and functional performance tests in patients with knee osteoarthritis. *J Phys Ther Sci* 2018;30(6):888-91.
- 132.Imoto A, Peccin S, da Silva K, Teixeira L, Abrahao M, Trevisani V. Effects of neuromuscular electrical stimulation combined with exercises versus an exercise program on the pain and the function in patients with knee osteoarthritis: a randomized controlled trial. *Biomed Res Int* 2013;2013:272018.
- 133.Bruce-Brand RA, Walls RJ, Ong JC, Emerson BS, O'Byrne JM, Moyna NM. Effects of home-based resistance training and neuromuscular electrical stimulation in knee osteoarthritis: a randomized controlled trial. *BMC Musculoskelet Disord* 2012;13(1):118.
- 134.Sallı A, Uğurlu H, Emlik D. Diz osteoartritinde konsantrik, kombine konsantrik-eksantrik ve izometrik egzersizlerin semptomlar ve fonksiyonel kapasite üzerine etkinliğinin karşılaştırılması. *Türk Fiz Tıp Reh Derg* 2006;52:61-7.
- 135.Küçük EB, Taşkiran ÖÖ, Tokgöz N, Meray J. Effects of isokinetic, isometric, and aerobic exercises on clinical variables and knee cartilage volume using magnetic resonance imaging in patients with osteoarthritis. *Turk J Phys Med Rehab* 2018;64(1).
- 136.Malas FÜ, Özçakar L, Kaymak B, Ulaşlı A, Güner S, Kara M, et al. Effects of different strength training on muscle architecture: clinical and ultrasonographic evaluation in knee osteoarthritis. *PM R* 2013;5(8):655-62.
- 137.Huang MH, Lin YS, Yang RC, Lee CL. A comparison of various therapeutic exercises on the functional status of patients with knee osteoarthritis. *Semin Arthritis Rheum* 2003;32:398–406.
- 138.Spinoso DH, Bellei NC, Marques NR, Navega MT. Quadriceps muscle weakness influences the gait pattern in women with knee osteoarthritis. *Adv Rheumatol Lond Engl* 2018;58(1):26.
- 139.Kean CO, Hinman RS, Wrigley TV, Lim BW, Bennell KL. Impact loading following quadriceps strength training in individuals with medial knee osteoarthritis and varus alignment. *Clin Biomech* 2017;42:20-4.
- 140.Park SK, Kobsar D, Ferber R. Relationship between lower limb muscle strength, self-reported pain and function, and frontal plane gait kinematics in knee osteoarthritis. *Clin Biomech* 2016;38:68-74.
- 141.Jafarnezhadgero AA, Madadi-Shad M, McCrum C, Karamanidis K. Effects of Corrective Training on Drop Landing Ground Reaction Force Characteristics and Lower Limb Kinematics in Older Adults With Genu Valgus: A Randomized Controlled Trial. *J Aging Phys Act* 2019;27(1):9-17.
- 142.de Oliveira Silva D, Briani R, Pazzinatto MF, Ferrari D, Aragão F, Azevedo F. Vertical ground reaction forces are associated with pain and self-reported functional status in recreational athletes with patellofemoral pain. *J App Biomech* 2015;31(6):409-14.

143. Esculier JF, Bouyer LJ, Roy JS. The effects of a multimodal rehabilitation program on symptoms and Ground-Reaction forces in runners with patellofemoral pain syndrome. *J Sport Rehabil* 2016;25(1):23-30.



EKLER



Ek 1

TRAKYA ÜNİVERSİTESİ TIP FAKÜLTESİ DEKANLIĞI BİLİMSEL ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU Edirne, Türkiye

ARAŞTIRMA BAŞVURUSU ONAYIBAŞVURU BİLGİLERİ	PROTOKOL KODU	TÜTF-BAEK 2018/426	
	PROTOKOL ADI	Diz Osteoartritli Hastalarda Nöromusküler Elektrik Stimulasyonu (NMES) ve İzokinetik Egzersizin Yürüme Analizine Etkisinin Karşılaştırılması	
	SORUMLU ARAŞTIRICI ÜNVANI / ADI	Prof. Dr. Nurettin TAŞTEKİN	
	ARAŞTIRMA MERKEZİ		
	DESTEKLEYİCİ		
	ARAŞTIRMAYA KATILAN MERKEZLER	Tek Merkez Ulusal	Çok Merkez Uluslararası
KARAR BİLGİLERİ	Karar No:12/01		Tarih:01.07.2019
	Fakültemiz Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Anabilim Dalı Öğretim Üyesi Prof. Dr. Nurettin TAŞTEKİN'in sorumluluğunda yapılması planlanan ve yukarıda başvuru bilgileri verilen Araş. Gör. Dr. Buket SÜSLÜ'nün tez çalışmasının araştırma başvuru dosyası ve ilgili belgeler araştırmanın gerekçe, amaç, yaklaşım ve yöntemleri dikkate alınarak incelenmiş; araştırmaya ilişkin giderlerin gönüllüye ve/veya bağlı bulunduğu sosyal güvenlik kurumuna ödenilmediği koşullarda ve veri toplanacak yerlerden gerekli izinler alındıktan sonra gerçekleştirilmesinde etik bilimsel standartlar açısından sakınca bulunmadığına mevcudun oy birliği ile karar verilmiştir.		
ETİK KURUL BİLGİLERİ			
ÇALIŞMA ESASI		Helsinki Bildirgesi, İyi Klinik Uygulamalar Kılavuzu, TÜTF-BAEK Yönergesi	

ÜYELER

Ünvan/Ad/ Soyadı	Uzmanlık Dalı	Kurumu	Cinsiyeti	İlişki(*)	Katılım (**)	İmza
Prof. Dr. Ülfet VATANSEVER ÖZBEK Başkan	Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları	T.Ü.T.F Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları A.D	K	E H	E H	
Doç. Dr. Rugül KOSE ÇINAR Başkan Yardımcısı	Ruh Sağlığı ve Hastalıkları	T.Ü.T.F. Ruh Sağ. ve Has. A.D.	K	E H	E H	
Dr. Öğr.Üyesi Ruhan Deniz TOPUZ Üye	Tıbbi Farmakoloji.	T.Ü.T.F Tıbbi Farmakoloji A.D	K	E H	E H	Mazeretli
Doç. Dr. F. Nesrin TURAN Üye	Biyoistatistik	T.Ü.T.F. Biyoistatistik A.D.	K	E H	E H	Mazeretli
Doç. Dr. Hakan GÜRKAN Üye	Tıbbi Genetik	T.Ü.T.F. Tıbbi Genetik A.D.	E	E H	E H	
Prof. Dr. Hasan ÜMIT Üye	İç Hastalıkları	T.Ü.T.F. İç Hastalıkları A.D.	E	E H	E H	
Dr. Öğr. Üyesi Oktay KAYA Üye	Fizyoloji	T.Ü.T.F. Fizyoloji A.D.	E	E H	E H	
Doç. Dr. Cafer Sadık ZORKUN Üye	Kardiyoloji	T.Ü.T.F. Kardiyoloji A.D.	E	E H	E H	Mazeretli
Prof. Dr. Galip EKUKLU Üye	Halk Sağlığı	T.Ü.T.F. Halk Sağlığı A.D.	E	E H	E H	
Öğr. Gör. Dr. Sinan ATEŞ Üye	Kadın Hastalıkları ve Doğum	T.Ü.T.F. Kadın Hastalıkları ve Doğum A.D.	E	E H	E H	Mazeretli
Prof. Dr. Sevtap HEKİMOĞLU ŞAHİN Üye	Anestezi ve Reanimasyon	T.Ü.T.F. Anestezi ve Reanimasyon A.D.	K	E H	E H	
Prof. Dr. Atakan SEZER Üye	Genel Cerrahi	T.Ü.T.F. Genel Cerrahi A.D.	E	E H	E H	Mazeretli
Avukat Emine NURLU Üye		T.Ü. Rektörlüğü	K	E H	E H	
Emekli Öğretmen Sinan SEÇKİN Üye		Serbest Üye	E	E H	E H	

*Araştırma ile ilişki
**Toplantıda Bulunma

Prof. Dr. Ahmet TEZEL

Dekan a.
Dekan Yrd.

TRAKYA ÜNİVERSİTESİ TIP FAKÜLTESİ DEKANLIĞI
BİLİMSEL ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU Edirne, Türkiye

ARAŞTIRMA BAŞVURUSU ONAYIBAŞVURU BİLGİLERİ	PROTOKOL KODU		TÜTF-BAEK 2018/426	
	PROTOKOL ADI		Diz Osteoartritli Hastalarda Nöromusküler Elektrik Stimulasyonu (NMES) ve İzokinetik Egzersizin Yürüme Analizine Etkisinin Karşılaştırılması	
	SORUMLU ARAŞTIRICI ÜNVANI / ADI		Prof. Dr. Nurettin TAŞTEKİN	
	ARAŞTIRMA MERKEZİ			
	DESTEKLEYİCİ			
	ARAŞTIRMAYA KATILAN MERKEZLER		Tek Merkez Ulusal	Çok Merkez Uluslararası
KARAR BİLGİLERİ	Karar No: 21/05			
	Tarih: 24.12.2018			
Fakültemiz Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Anabilim Dalı Öğretim Üyesi Prof. Dr. Nurettin TAŞTEKİN'in sorumluluğunda yapılması planlanan ve yukarıda başvuru bilgileri verilen Araş.Gör. Dr. Buket SÜSLÜ'nün tez çalışmasının araştırma başvuru dosyası ve ilgili belgeler araştırmanın gerekçe, amaç, yaklaşım ve yöntemleri dikkate alınarak incelenmiş; araştırmaya ilişkin giderlerin gönüllüye ve/veya bağlı bulunduğu sosyal güvenlik kurumuna ödenilmediği koşullarda ve veri toplanacak yerlerden gerekli izinler alındıktan sonra gerçekleştirilmesinde etik bilimsel standartlar açısından sakınca bulunmadığına mevcudun oy birliği ile karar verilmiştir.				
ETİK KURUL BİLGİLERİ				
ÇALIŞMA ESASI		Helsinki Bildirgesi, İyi Klinik Uygulamalar Kılavuzu, TÜTF-BAEK Yönergesi		

ÜYELER

Ünvan/Ad/ Soyadı	Uzmanlık Dalı	Kurumu	Cinsiyeti	İlişki(*)	Katılım (**)	İmza
Prof. Dr. Ülfet VATANSEVER ÖZBEK Başkan	Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları	T.Ü.T.F Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları A.D.	K	E (H)	(E) H	
Doç. Dr. Rugül KÖSE ÇINAR Başkan Yardımcısı	Ruh Sağlığı ve Hastalıkları	T.Ü.T.F. Ruh Sağ. ve Has. A.D.	K	E (H)	(E) H	
Dr. Öğr. Üyesi Ruhan Deniz TOPUZ Üye	Tıbbi Farmakoloji	T.Ü.T.F Tıbbi Farmakoloji A.D.	K	E H	E H	
Doç. Dr. F. Nesrin TURAN Üye	Biyoistatistik	T.Ü.T.F. Biyoistatistik A.D.	K	E (H)	(E) H	
Doç. Dr. Hakan GÜRKAN Üye	Tıbbi Genetik	T.Ü.T.F. Tıbbi Genetik A.D.	E	E (H)	(E) H	
Prof. Dr. Hasan ÜMİT Üye	İç Hastalıkları	T.Ü.T.F. İç Hastalıkları A.D.	E	E H	E H	
Dr. Öğr. Üyesi Oktay KAYA Üye	Fizyoloji	T.Ü.T.F. Fizyoloji A.D.	E	E (H)	(E) H	
Doç. Dr. Cafer Sadık ZORKUN Üye	Kardiyoloji	T.Ü.T.F. Kardiyoloji A.D.	E	E (H)	(E) H	
Prof. Dr. Galip EKUKLU Üye	Halk Sağlığı	T.Ü.T.F. Halk Sağlığı A.D.	E	E (H)	(E) H	
Prof. Dr. Niyazi Cenk SAYIN Üye	Kadın Hastalıkları ve Doğum	T.Ü.T.F. Kadın Hastalıkları ve Doğum A.D.	E	E H	E H	
Prof. Dr. Sevtap HEKİMOĞLU ŞAHİN Üye	Anestezi ve Reanimasyon	T.Ü.T.F. Anestezi ve Reanimasyon A.D.	K	E (H)	(E) H	
Prof. Dr. Atakan SEZER Üye	Genel Cerrahi	T.Ü.T.F. Genel Cerrahi A.D.	E	E H	E H	
Avukat Emine NURLU Üye		T.Ü. Rektörlüğü	K	E H	E H	
Emekli Öğretim Senan SEÇKİN Üye		Serbest Üye	E	E H	E H	

*Araştırma ile ilişki
**Toplantıda Bulunma

Prof. Dr. Ahmet TEZEL
Dekan'a.
Dekan Yrd.

Ek 2

TRAKYA ÜNİVERSİTESİ TIP FAKÜLTESİ BİLİMSEL ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU BİLGİLENDİRİLMİŞ GÖNÜLLÜ OLUR FORMU

Bir araştırma projesine davet edilmektesiniz. Bu araştırmanın yürütülmesi, Trakya Üniversitesi Tıp Fakültesi Bilimsel Araştırmalar Etik Kurulu'nun 24.12.2018 tarih ve 21/05 sayılı kararı ile onaylanmıştır.

Araştırmaya katılmaya karar vermeden önce araştırmanın neden ve nasıl yapılacağını anlamanız çok önemlidir.

Araştırmaya katılım tamamen gönüllülük ilkesine bağlı olup katılmayı reddetmeniz herhangi bir cezaya ya da elde edilecek herhangi bir yararın kaybedilmesine kesinlikle yol açmayacaktır.

Aynı şekilde araştırmaya katılmayı kabul ettikten sonra da araştırmanın herhangi bir yerinde hiçbir neden göstermeksizin herhangi bir zarar ya da elde edilmesi beklenen bir yarar kaybına yol açmadan araştırmadan çekilebilirsiniz.

Araştırma kapsamında yapılan işlemlerin mali giderleri araştırmacılar ya da destekleyici (AÇIK AD) tarafından karşılanacak olup size ya da sosyal güvenlik kurumunuza hiçbir mali yük getirmeyecektir.

Aşağıdaki bilgileri dikkatlice okuyun ve araştırmaya katılmak isteyip istemediğinize karar vermek için lütfen biraz düşünün.

- **Araştırmanın bilimsel adı:** Diz osteoartritli hastalarda nöromusküler elektrik stimülasyonu (NMES) ve izokinetik egzersizin yürüme analizine etkisinin karşılaştırılması
- **Araştırmanın anlaşılabilir basit adı:** Diz kireçlenmesi olan hastalarda uygulanan tedavilerin yürüme üzerine etkisinin karşılaştırılması
- **Sorumlu Araştırmacının adı ve görev yeri:** Nurettin Taştekin-Trakya Üniversitesi Tıp Fakültesi Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon AD
- **Araştırmanın amacı:** Diz osteoartritli hastalarda nöromusküler elektrik stimülasyonu ile izokinetik egzersizin (ayrı ayrı ve birlikte) yürüme analizine etkisini kontrol grubu ile karşılaştırmaktır.
- **Araştırmanın niteliği (klinik, laboratuvar, epidemiyolojik, tez çalışması vb.):** Tez çalışması
- **Araştırmanın başlama tarihi ve öngörülen süresi:** 15 Ocak 2019, 9 ay
- **Araştırmaya katılması beklenen gönüllü sayısı:** 80
- **Araştırma sırasında uygulanacak olan invaziv yöntemler dahil olmak üzere gönüllüye uygulanacak yöntem, girişim ve tedavilerin tümü:** Hastalara nöromusküler elektrik stimülasyonu (NMES), izokinetik egzersiz, hamstring ve quadriceps güçlendirme egzersizi uygulanacaktır. Tedavi öncesi ve sonrası yürüme analizi ile adım uzunluğu, adım genişliği, adım sayısı, zemin tepkime kuvveti, yürüme hızı belirlenecek, izokinetik cihaz ile kuvvet ölçümleri yapılacak ve visual analog ağrı skalası (VAS), eklem hareket açıklığı (EHA) gonyometrik ölçüm, WOMAC osteoartrit indeksi, tek ayak üzeri durma dengesi, zamanlı kalk ve yürü testi uygulanacaktır.
- **Araştırmanın deneysel kısımları:** (-)

Trakya Üniversitesi Tıp Fakültesi Bilimsel Araştırmalar Etik Kurulu (TÜ_BAEK)
Bilgilendirilmiş Gönüllü Olur Formu
09 Ağustos 2018 v.1.0

Gönüllünün/Vasisinin imzası:

Sayfa 1/4

TRAKYA ÜNİVERSİTESİ TIP FAKÜLTESİ
BİLİMSEL ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU
BİLGİLENDİRİLMİŞ GÖNÜLLÜ OLUR FORMU

- Farklı uygulama ve girişimler için gönüllülerin araştırma gruplarına rastgele atanma olasılığı:
- Katılımcının araştırmaya dahil edilme nedeni: Diz kireçlenmesi nedeniyle diz ağrısı olması
- Araştırmadan doğrudan gönüllü için beklenen yarar: Tedavi sonrasında hastaların şikayetlerinin azalması beklenmektedir. Elde edilecek sonuçlara göre ayakkabı modifikasyonu yapılabilecektir.
- Gönüllünün sorumlulukları: 6 haftalık tedavi sürecini tamamlamak, ev egzersiz programına uyum sağlamak.
- Gönüllünün (araştırma hamilelerde veya lohusalarda yapılacaksa ise embriyo, fetüs veya süt çocuklarının da) maruz kalabilecekleri riskler veya rahatsızlıklar: (-)
- Risklere karşı alınan önlemler: Herhangi bir risk bulunmamaktadır.
- Gönüllüye alternatif olarak uygulanabilecek olan diğer yöntemler ve bunların olası yarar ve zararları: (-)
- Araştırmaya bağlı olarak bir zarar oluştuğunda verilecek tazminat ve sağlanacak tedaviler: (-)
- Gönüllülere yapılacak ulaşım, yemek gibi masraflara ilişkin ödemeler: (-)
- Gönüllünün araştırmaya katılımının sona erdirilmesini gerektirecek durumlar veya nedenler: Tıbbi rahatsızlık durumunda katılım sona erdirilecektir.
- Araştırma sonunda gönüllülere bilgi verilecek mi? Evet
- Gönüllülerin araştırma hakkında, kendileri hakkında ya da araştırmayla ilgili herhangi bir beklenmedik olay hakkında daha fazla bilgi edinebilmesi için temasa geçebileceği kişi ve kendisine günün 24 saatinde erişebileceği telefon numarası: 05375024088
- Gönüllülerden elde edilecek olan biyolojik materyallerin hangi amaçlarla kullanılacağı: (-)

TRAKYA ÜNİVERSİTESİ TIP FAKÜLTESİ
BİLİMSEL ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU
BİLGİLENDİRİLMİŞ GÖNÜLLÜ OLUR FORMU

Yukarıda açıkça tanımlanan çalışmanın ne amaçla, kimler tarafından ve nasıl gerçekleştirileceği anlayabileceğim bir ifade ile bana anlatıldı.

Bu araştırmadan elde edilen bilgilerin bana ve başka insanlara sağlayacağı yararlar bana anlatıldı.

Araştırma sırasında meydana gelebilecek riskler ve rahatsızlıklar bana anlayabileceğim bir dille anlatıldı.

Araştırma sırasında oluşabilecek zarar durumunda gerçekleştirilecek işlemler bana anlatıldı.

Araştırmanın yürütülmesi sırasında olası yan etkiler, riskler ve zararlar ve haklarım konusunda 24 saat bilgi alabileceğim bir yetkilinin adı ve telefonu bana verildi.

Araştırma kapsamındaki bütün muayene, tetkik ve testler ile tıbbi bakım hizmetleri için benden ya da bağlı bulunduğum sosyal güvenlik kuruluşundan hiçbir ücret istenmeyeceği bana anlatıldı.

Araştırmaya hiçbir baskı ve zorlama altında olmaksızın gönüllü olarak katılıyorum.

Araştırmaya katılmayı reddetme hakkına sahip olduğum bana bildirildi.

Sorumlu araştırmacı / hekime haber vermek kaydıyla, hiçbir gerekçe göstermeksizin istediğim anda bu çalışmadan çekilebileceğimin bilincindeyim.

Bu çalışmaya katılmayı reddetmem ya da sonradan çekilmem halinde hiçbir sorumluluk altına girmediyimi ve bu durumun şimdi ya da gelecekte gereksinim duyduğum tıbbi bakımı hiçbir biçimde etkilemeyeceğini biliyorum.

Çalışmanın yürütücüsü olan araştırmacı / hekim ya da destekleyen kuruluş, çalışma programının gereklerini yerine getirmedeki ihmali nedeniyle, benim onayımı almadan beni çalışma kapsamından çıkarabileceğini biliyorum.

Trakya Üniversitesi Tıp Fakültesi Bilimsel Araştırmalar Etik Kurulu'nun gerekli gördüğünde, gizliliğimin korunması ilkesine uygun olarak, araştırma konusuyla ilişkili orijinal tıbbi kayıtlarıma doğrudan erişimde bulunabileceğini biliyorum

İlgili yasal düzenlemeler gereğince kimliğimi ortaya çıkaracak kayıtların gizli tutulacağı, kamuoyuna açıklanmayacağı; araştırma sonuçlarının bilimsel toplantılarda sunulabileceği ya da yayınlanabileceği, ancak, bu tür durumlarda kimliğimin kesin olarak gizli tutulacağı bana açıklandı.

Araştırma konusuyla ilgili olarak, çalışmaya devam etme isteğimi etkileyebilecek yeni bilgiler elde edildiğinde bana ya da yasal temsilcime zamanında bilgilendirme yapılacağı bana açıklandı.

Yukarıda yer alan ve araştırmadan önce gönüllüye verilmesi gereken bilgileri gösteren Bilgilendirilmiş Gönüllü Olur Formu adlı metni kendi anadilimde okudum.

Aklıma gelen bütün soruları sorma olanağı tanındı ve sorularıma doyurucu cevaplar aldım.

Yukarıda konusu belirtilen araştırma ile ilgili yazılı ve sözlü açıklama aşağıda adı belirtilen araştırmacı tarafından yapıldı.

Bu koşullarla, söz konusu araştırmaya hiçbir baskı ve zorlama olmaksızın gönüllü olarak katılmayı kabul ediyorum.

TRAKYA ÜNİVERSİTESİ TIP FAKÜLTESİ
BİLİMSEL ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU
BİLGİLENDİRİLMİŞ GÖNÜLLÜ OLUR FORMU

Bilgilendirilmiş Gönüllü Olur Formu'nun tam imzalı bir kopyasını aldım.

- **Gönüllünün; (El yazısı ile)**

Adı- Soyadı:

İmzası:

Adresi (varsa telefon ve/veya faks numarası):

.....

.....

Tarih:

- **Velayet ya da vesayet altında bulunanlar için; (El yazısı ile)**

Veli ya da Vasinin Adı- Soyadı:

İmzası:

Tarih:

Adresi (varsa telefon ve/veya faks numarası):

.....

.....

Tarih:

- **Açıklamaları yapan araştırmacının**

Unvanı, Adı- Soyadı: (El yazısı ile)

Görev yaptığı bölüm:

İmzası:

Tarih:

Ek 3

WOMAC (Western Ontario and McMaster Universities) Osteoartrit indeksi

	Yok (0)	Hafif (1)	Orta (2)	Şiddetli (3)	Çok şiddetli (4)
Ağrı					
Yürümekle					
Merdivende					
Gece yatakta					
İstirahatte					
Ayakta durmakla					
Sertlik/ tutukluk					
Sabah ilk yürüme sırasında					
Gün içinde uzanma, istirahat sonrasında					
Fiziksel fonksiyon					
Merdiven inme					
Merdiven çıkma					
Oturduğı yerden kalkma					
Ayakta durma					
Çömelme					
Düz zeminde yürüme					
Arabaya binme , inme					
Alışverişe gitme					
Çorap giyme					
Yataktan kalkma					
Çorap çıkarma					
Yatakta yatarken					
Banyoya girip çıkarken					
Otururken					
Tuvalete girip çıkarken					
Ağır ev işleri yaparken					
Hafif ev işleri yaparken					
Toplam skor					

Ek 4

SF-36 (Short Form 36)

Adınız Soyadınız: _____

Hasta # _____

Aşağıdaki sorular sizin kendi sağlığınıza hakkındaki görüşünüzü, kendinizi nasıl hissettiğinizi ve günlük aktivitelerinizi ne kadar yerine getirebildiğinizi öğrenmek amacıyla. Her hangi bir sorunun yanıtı hakkında emin değilseniz bile size en uygun yanıtı verin. Ayrıca 10 uncu sorudan sonraki boşluğa yorumlarınızı yazabilirsiniz.

1-Genel sağlık durumunuz hakkında aşağıdaki tanımlardan hangisi doğrudur? Lütfen tek bir yanıt veriniz.

Mükemmel ☐

Çok iyi ☐

İyi ☐

Orta (fena değil) ☐

Kötü ☐

2-Bir yıl öncesi ile karşılaştırdığınızda genel sağlık durumunuzu nasıl değerlendirirsiniz?

Bir yıl öncesinden çok daha iyi ☐

Bir yıl öncesinden biraz iyi ☐

Hemen hemen aynı ☐

Bir yıl öncesinden biraz daha kötü ☐

Bir yıl öncesinden çok daha kötü ☐

SAĞLIK VE GÜNLÜK AKTİVİTELER

3-Aşağıdaki sorular bir gün içinde yapabileceğiniz işlerle (aktivitelerle) ilgilidir.

Sağlığınıza bu aktiviteleri kısıtlıyor mu? Eğer kısıtlıyorsa, ne kadar?

	Evet, çok kısıtlı	Evet, biraz kısıtlı	Hayır, hiç kısıtlı değil
a)Zorlu aktiviteler; örneğin koşma, ağır eşyaları kaldırma, zor sporlara katılma vb	☐	☐	☐
b)Orta derecede aktiviteler; örneğin bir masayı kaldırma, elektrikli süpürgeyi itme, hafif sporlara katılma vb	☐	☐	☐
c)Ağır kaldırma ve yük taşıma	☐	☐	☐
d)Çok sayıda merdiven basamağını çıkma	☐	☐	☐
e)Tek bir merdiven basamağını çıkma	☐	☐	☐
f)Öne eğime, çömelme veya diz çökme	☐	☐	☐
g)İki kilometreden çok yürütme	☐	☐	☐
h)Bir kilometre yürütme	☐	☐	☐
i)100 metre yürütme	☐	☐	☐
j)Kendi başına banyo yapma ve giyinme	☐	☐	☐

4-Son 4 hafta içinde çalışma sırasında veya günlük aktiviteleriniz sırasında aşağıdaki problemlerden herhangi birini yaşadınız mı?

Her bir soruya evet veya hayır yanıtı verin.

	Evet	Hayır
a)Çalışma yaşamınızda veya diğer aktivitelerinizde geçirdiğiniz zamanı kısalttınız mı?	☐	☐
b)Arzu ettiğinizden daha az şey mi yaptınız?	☐	☐
c)Çalışma veya diğer yaptığınız işlerin çeşidinde kısıtlama yaptınız mı?	☐	☐
d)Çalışma yaşamınızda veya diğer aktivitelerinizi yapmakta güçlük çektiniz mi? (aşırı efor gösterdiniz mi?)	☐	☐

5-Son 4 hafta içinde çalışma sırasında veya günlük aktiviteleriniz sırasında duygusal sorunlar nedeniyle (depresyon veya sıkıntı gibi nedenlerle) aşağıdaki problemlerden herhangi birini yaşadınız mı?

Her bir soruya evet veya hayır yanıtı verin.

	Evet	Hayır
a)Çalışma yaşamınızda veya diğer aktivitelerinizde geçirdiğiniz zamanı kısalttınız mı?	☐	☐
b)Arzu ettiğinizden daha az şey mi yaptınız?	☐	☐
c)Çalışma veya diğer aktivitelerinizi her zamanki gibi dikkatlice yapabildiniz mi?	☐	☐

6-Son 4 hafta içinde fizik sağlığınız veya duygusal sorunlarınız sizin ailenizle, arkadaşlarınızla, komşularınızla olan sosyal ilişkilerinizi ne ölçüde etkiledi?

Lütfen tek bir yanıt veriniz.

Hiç etkilemedi ☐

Çok az ☐

Orta derecede ☐

Epeyce ☐

Çok fazla ☐

7-Son 4 hafta içinde ne kadar ağrınız oldu?

Lütfen tek bir yanıt veriniz.

Hiç olmadı ☐

Çok az ☐

Az ☐

Orta derecede ☐

Çok ☐

Pek çok ☐

8-Son 4 hafta içinde ağrınız sizin normal çalışmanızı ne kadar etkiledi (hem ev dışında, hem de ev işi olarak)?

Lütfen tek bir yanıt veriniz.

Hiç etkilemedi ☐

Biraz etkiledi ☐

Orta derecede etkiledi ☐

Epey etkiledi ☐

Çok etkiledi ☐

GENEL SAĞLIK

9-Aşağıdaki cümlelerin sizin için ne kadar doğru veya yanlış olduğunu belirtiniz.

Her bir soruya tek bir yanıt veriniz.

	Kesinlikle doğru	Çoğunluk la doğru	Emin değilim	Çoğunluk la yanlış	Kesinlikle yanlış
a)Ben diğer insanlara göre daha kolay hastalanıyorum	☐	☐	☐	☐	☐
b)Tanıdığım kişiler kadar sağlıklıyım	☐	☐	☐	☐	☐
c)Sağlığımın kötüleşmekte olduğunu sanıyorum	☐	☐	☐	☐	☐
d)Sağlığım mükemmel	☐	☐	☐	☐	☐

DUYGULARINIZ

10-Aşağıdaki sorular duygularınızı ve son bir ay içinde nasıl olduğunuzu anlamak için düzenlenmiştir. Her bir soru için lütfen size en uygun tek bir yanıtı işaretleyin.

	Sürekli	Çoğu zaman	Epey zaman	Bazen	Ara sıra	Hiç bir zaman
a)Kendinizi yaşam dolu olarak mı hissediyorsunuz?	☐	☐	☐	☐	☐	☐
b)Çok sınırlı biri mi oldunuz?	☐	☐	☐	☐	☐	☐
c)Kendinizi lağım çukuruna düşmüş gibi hissettiğiniz ve hiçbir şeyin moralinizi düzeltemeyeceğini düşündüğünüz oldu mu?	☐	☐	☐	☐	☐	☐
d)Kendinizi sakin ve barışçı hissettiniz mi?	☐	☐	☐	☐	☐	☐
e)Çok enerjik oldunuz mu?	☐	☐	☐	☐	☐	☐
f)Kendinizi kalbi kırık ve üzgün hissettiniz mi?	☐	☐	☐	☐	☐	☐
g)Kendinizi yıpranmış hissettiniz mi?	☐	☐	☐	☐	☐	☐
h)Mutlu bir insan oldunuz mu?	☐	☐	☐	☐	☐	☐
i)Yorgunluk hissettiniz mi?	☐	☐	☐	☐	☐	☐
j)Sağlığınız sosyal aktivitelerinizi sınırladı mı? (arkadaşları veya yakın akrabaları ziyaret etmek gibi)	☐	☐	☐	☐	☐	☐

Yorum: