



T.C.

İSTANBUL MEDİPOL ÜNİVERSİTESİ

SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

DOKTORA TEZİ

**DİZ OSTEOARTRİTİNDE KAN AKIŞINI KISITLAYICI
EGZERSİZİN KONSERVATİF EGZERSİZLER İLE
KARŞILAŞTIRILMASI**

GİZEM ERGEZEN

FİZYOTERAPİ VE REHABİLİTASYON ANABİLİM DALI

DANIŞMAN

Prof. Dr. Z. CANDAN ALGUN

İSTANBUL – 2022

TEZ ONAY FORMU

Kurum : İstanbul Medipol Üniversitesi
Programın Seviyesi : Yüksek Lisans () Doktora (X)
Anabilim Dalı : Fizyoterapi ve Rehabilitasyon
Tez Sahibi : GİZEM ERGEZEN
Tez Başlığı : Diz Osteoartritinde Kan Akışını Kısıtlayıcı Egzersizin
Konservatif Egzersizler ile Karşılaştırılması: Randomize
Kontrollü Tek Kör Çakışma
Sınav Yeri : İstanbul Medipol Üniversitesi Güney Yerleşkesi
Sınav Tarihi : 07.01.2022

Tez tarafımızdan okunmuş, kapsam ve nitelik yönünden Doktora Tezi olarak kabul edilmiştir.

<u>Danışman</u>	<u>Kurumu</u>	<u>İmza</u>
Prof.Dr. Zeliha Candan ALGUN	İstanbul Medipol Üniversitesi	

Sınav Jüri Üyeleri

Doç.Dr. Esra ATILGAN	İstanbul Medipol Üniversitesi
Doç.Dr. Devrim TARAKCI	İstanbul Medipol Üniversitesi
Prof.Dr. Zübeyir SARI	Marmara Üniversitesi
Doç.Dr. İlkşan DEMİRBÜKEN	Marmara Üniversitesi

Yukarıdaki jüri kararıyla kabul edilen bu Doktora Tezi, Enstitü Yönetim Kurulu'nun
...../...../ tarih ve/..... - sayılı kararı ile şekil
yönünden Tez Yazım Kılavuzuna uygun olduğu onaylanmıştır.

Prof.Dr. Neslin EMEKLİ

Sağlık Bilimleri Enstitüsü Müdür Vekili

ETİK İLKE VE KURALLARA UYGUNLUK BEYANI

Bu tez çalışmasının kendi çalışmam olduğunu, tezin planlanmasından yazımına kadar bütün safhalarda etik dışı davranışımın olmadığını, bu tezdeki bütün bilgileri akademik ve etik kurallar içerisinde elde ettiğimi, bu tez çalışması ile elde edilmeyen bütün bilgi ve yorumlara kaynak gösterdiğimi ve bu kaynakları da kaynaklar listesine aldığımı, yine bu tez çalışması ve yazımı sırasında patent ve telif haklarını ihlal edici bir davranışımın olmadığını beyan ederim.

TEŞEKKÜR

Elimden tutup hayatıma şekil veren, geleceğimi aydınlık kılan, başta mesleki olmak üzere hayat görüşü, enerjisi ve hayata karşı dik duruşu ile bana her zaman örnek teşkil eden, saygıdeğer tez danışmanım ve rol modelim kıymetli hocam Prof. Dr. Z. Candan ALGUN'a,

Lisans eğitimimden başlayarak, her gün daha da gelişen ve geliştiren, yardım zilleri ile kapısını her çaldığımda elinden geleni ardına koymayan Doç. Dr. Devrim TARAKCI'ya,

Üniversitedeki ilk günümünden beri her türlü ilke imza atmamı sağlayan, anaçlığı ile sarıp sarmalayan, yanında evimdeymişim gibi hissettiren Doç. Dr. Esra ATILGAN'a,

Hayattaki en güzel başarılarımdan birini şekillendiren, emeğini üzerimden hiç eksiltmeyip, pes etmeden savaşıp kazanabileceğimizi gösteren, bir insanın gerçekten isterse her şeyi başarabildiğini kanıtlayan canım hocam Dr. Öğr. Üye. Mustafa ŞAHİN'e,

Bölümde her zaman elini omuzumda hissettiğim, her düştüğümde kaldırıp odaklanmamı sağlayan, veganlığıyla fark yaratan destekçim, hocam, Dr. Öğr. Üye. Farzin HAJEBRAHIMI'ye

Çocukluğumdan beri her okuduğum kitap ile iyi ya da kötü her hikayede farklı bir kahraman olabileceğimi gösteren, kitaba, ilime, bilime bağlanmamı sağlayıp, desteğini esirgemeyerek bana farklı yollarda ilerleyebilme gücünü veren değerli babam Nihat ERGEZEN'e,

Ve tüm bunların yaşanabilmesi için karnına düştüğüm andan itibaren öğretmenim, büyüğüm, arkadaşım, yol göstericim, dert ortağım olarak defalarca hayatımda fark yaratmamı sağlayan, fedakarlığın ne demek olduğunu öğrendiğim, her şeyin uzmanı canım annem Zübeyde ERGEZEN'e,

Yeri geldiğinde abim, yeri geldiğinde arkadaşım olan, saatlerce şımarabildiğim, yanında güven bulduğum, suç ortağım, paylaşmanın ne demek olduğunu öğreten, olmazsa olmayacağım, hayatta sahip olduğum en güzel şey, biricik kardeşim Erkin ERGEZEN'e

TEŞEKKÜRÜ BORÇ BİLİRİM...

İÇİNDEKİLER

TEZ ONAY FORMU.....	i
ETİK İLKE VE KURALLARA UYGUNLUK BEYANI.....	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
KISALTMALAR VE SİMGELER LİSTESİ.....	vii
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	ix
RESİMLER LİSTESİ.....	x
TABLolar LİSTESİ.....	xi
1. ÖZET.....	1
2. ABSTRACT	2
3. GİRİŞ VE AMAÇ	3
4. GENEL BİLGİLER.....	6
4.1. Diz Eklemi Anatomisi.....	6
4.1.1. Kemik yapılar.....	6
4.1.2. Eklem yüzeyleri	6
4.1.3. Yumuşak dokular	7
4.1.3.1. Eklem kapsülü	7
4.1.3.2. Synoviyum	7
4.1.3.3. Ligamentler	7
4.1.3.4. Diz çevresi bursaları.....	8
4.1.3.5. Diz eklemi arter ve sinirleri	8
4.1.3.6. Kaslar.....	9
4.1.3.6.1. Uyluk kasları	9
4.1.3.6.2. Diz kasları.....	11
4.2. Diz Ekleminin Hareketleri	13
4.2.1. Kassal fonksiyon	13
4.2.1.1. Kuadricepsin diz ekstansör mekanizması	14
4.3. Diz Eklem Kinematığı	15
4.4. Osteoartrit.....	15
4.4.1. Osteoartrit prevalansı	15
4.4.2. Osteoartrit risk faktörleri.....	16

4.4.3. Osteoartrit patogenezi	16
4.4.4. Osteoartritik ağrı	17
4.4.2. Diz osteoartriti.....	17
4.4.2.1. Diz osteoartrit prevalansı	17
4.4.2.2. Diz osteoartrit risk faktörleri.....	18
4.4.2.3. Diz osteoartriti tanı yöntemleri	18
4.4.2.4. Diz osteoartritinin yönetimi	19
4.4.2.4.1. Cerrahi tedaviler.....	20
4.4.2.4.2. Farmakolojik tedaviler.....	20
4.4.2.4.3. Non-farmakolojik tedaviler	20
4.4.2.4.4. Kanıta dayalı yaklaşımlar	21
4.4.2.4.5. Fizyoterapide konvansiyonel yaklaşım	22
4.5. Kan Akışını Kısıtlayıcı Egzersiz.....	22
4.5.1. BFR uygulaması.....	23
4.5.1.1. Manşet basıncının belirlenmesi.....	23
4.5.1.2. Egzersiz yükü, hacim, dinlenme periyotları, süre ve sıklık	24
5. MATERYAL ve METOT	25
5.1. Çalışmanın Yapıldığı Yer	25
5.2. Çalışma Yöntemi.....	25
5.3. Güç Analizi	25
5.4. Katılımcılar	25
5.5. Değerlendirme Yöntemleri.....	27
5.5.1. Sonuç ölçümleri	28
5.5.1.1. MRG analizleri.....	28
5.5.1.2. Ağrı şiddetinin değerlendirilmesi.....	29
5.5.1.3. Antropometrik ölçümler	30
5.5.1.4. Eklem hareket açıklığı.....	30
5.5.1.5. Fonksiyonel performansın değerlendirilmesi	31
5.5.1.6. İnflamatuar belirteç	32
5.5.1.7. Diz fonksiyonlarının değerlendirilmesi.....	32
5.5.1.8. Yaşam kalitesinin değerlendirilmesi	32
5.5.2. Fizibilite ve güvenlik	32

5.6. Tedavi Programları.....	33
5.6.1. Bir maksimum tekrarın hesaplanması	33
5.6.2. Isınma periyodu.....	34
5.6.3. Egzersizler.....	34
5.6.3.1. <i>Konvansiyonel egzersiz programı</i>	39
5.6.3.2. <i>Kan akışını kısıtlayıcı egzersiz programı</i>	39
5.7. İstatistiksel Analiz.....	40
6. BULGULAR.....	42
7. TARTIŞMA	55
8. SONUÇ.....	71
9. KAYNAKLAR	72
10. EKLER.....	90
11. ETİK KURUL ONAYI.....	102
12. ÖZGEÇMİŞ.....	106

KISALTMALAR ve SİMGELER LİSTESİ

- ACSM:** Amerikan Spor Hekimliği Koleji
AÇB: Arka çapraz bağ
AOP: Arteriyel oklüzyon basıncı
BFR: Kan akışını kısıtlama
BFR-AE: Kan akışını kısıtlayıcı aerobik egzersiz
BFR-RE: Kan akışını kısıtlayıcı direnç egzersizleri
BFRT: Kan akışını kısıtlayıcı eğitim
CPM: Sürekli pasif hareket
CSA: Kas enine kesit alanı
EHA: Eklem hareket açıklığı
EYY: Engellilikle yaşanan yıllar
ESWT: Ekstrakorporeal şok dalgası tedavisi
EXT: Ekstansiyon
FLEX: Fleksiyon
HI-RT: Yüksek şiddetli direnç egzersizi
hs-CRP: Yüksek duyarlı C-reaktif protein
IA: İntra-artiküler
IAHA: İntra-artiküler hyaluronik asit
KEG: Konvansiyonel egzersiz grubu
KV: Kuadriseps kas hacmi
LI-RT: Düşük şiddetli direnç egzersizi
LI-BFRT: Kan akışını kısıtlayıcı düşük şiddetli egzersiz eğitimi
LLLT: Düşük seviyeli lazer tedavisi
MRG: Manyetik rezonans görüntüleme
NPRS: Sayısal Ağrı Derecelendirme Ölçeği
NSAID'ler: Nonsteroidal antiinflamatuvar ilaçlar
OA: Osteoartrit
OKT: Otur kalk testi
ÖÇB: Ön çapraz bağ
P-BFR: Kan akışını kısıtlayıcı pasif egzersizsiz
PFE: Patellofemoral eklem

PRP: Trombositten zengin plazma

RM: Maksimum tekrar

TFE: Tibiofemoral eklem

TENS: Transkutanöz elektriksel sinir stimölasyonu

US: Ultrason

VAS: Görsel analog skala

VKI: Vücut kitle indeksi

WOMAC: Western Ontario ve McMaster Üniversiteleri Artrit İndeksi



ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 4.1. Diz eklemi kemik, ligament ve bağları.....	8
Şekil 5.4.1. Çalışma akış şeması.....	27
Şekil 5.5.1.1. Örnek bir hastanın MRG verisinin ölçümleri.....	29



RESİMLER LİSTESİ

Resim 5.5.1.3. Uyluk çevre ölçümü.....	30
Resim 5.5.1.4. Diz eklem hareket açıklığı ölçümü.....	31
Resim 5.5.1.5. Süreli otur kalk testi.....	31
Resim 5.6.2. Isınma periyodu uygulamaları.....	34
Resim 5.6.3.1. 90 derece fleksiyonda diz ekstansiyonu.....	35
Resim 5.6.3.2. Köprü egzersizi.....	36
Resim 5.6.3.3. Parmak ucunda yükselme.....	36
Resim 5.6.3.4. Mini squat (0-30 derece).....	37
Resim 5.6.3.5. Theraband ile leg press egzersizi.....	37
Resim 5.6.3.6. Basamak inme çıkma.....	38
Resim 5.6.3.7. Tek ayak üzerinde yükselme egzersizleri.....	38
Resim 5.6.3.8. Semi squat (0-60 derece).....	39

TABLULAR LİSTESİ

Tablo 6.1. Katılımcıların demografik özellikleri.....	43
Tablo 6.2. Başlangıç ölçümlerinin gruplar arası dağılımları	44
Tablo 6.3. Kuadriseps enine kesit alanı ve hacim ölçümlerinin ön ve son teste göre değişimlerinin grup içi karşılaştırılması.....	46
Tablo 6.4. İstirahat ağrı şiddeti, aktivite ile ağrı şiddeti ve gece ağrı şiddet düzeylerinin ön ve son teste göre grup içi değişimlerinin karşılaştırılması.....	47
Tablo 6.5. Patellanın üzerinden yapılan uyluk çevre ölçümlerinin ön ve son teste göre grup içi değişimlerinin karşılaştırılması.....	48
Tablo 6.6. Diz eklem hareket açıklıklarının ön ve son teste göre grup içi değişimlerinin karşılaştırılması.....	49
Tablo 6.7. Süreli otur kalk testi, hs-CRP ve CK düzeylerinin ön ve son teste göre grup içi değişimlerinin karşılaştırılması.....	50
Tablo 6.8. Western Ontario ve McMaster Üniversiteleri Artrit İndeks değerlerinin ön ve son teste göre değişimlerinin grup içi karşılaştırılması.....	51
Tablo 6.9. Lequesne indeksi genel skorları ve alt boyutlarına ait ölçümlerin ön ve son teste göre değişimlerinin grup içi karşılaştırılması.....	52
Tablo 6.10. SF-36 yaşam kalitesi ölçeği ve alt boyutlarına ait ölçüm puanlarının ön ve son teste göre değişimlerinin grup içi karşılaştırılması.....	53

1. ÖZET

DİZ OSTEOARTRİTİNDE KAN AKIŞINI KISITLAYICI EGZERSİZİN KONVANSİYONEL EGZERSİZLER İLE KARŞILAŞTIRILMASI

Çalışmamızın amacı, diz osteoartrit (OA) hastalarında kan akışını kısıtlayıcı egzersiz (BFRT) eğitiminin, konvansiyonel eğitime kıyasla oluşturduğu kuadriseps hipertrofisi, ağrı şiddeti, fonksiyonel seviye ve yaşam kalitesine etkisini araştırmaktır. Otuz sekiz katılımcının tamamladığı çalışmamızda, bireyler konvansiyonel egzersiz grubu (KEG) ve BFRT grubuna randomize edildi. KEG egzersizleri 1RM'nin %70-80'i dirençle, BFRT ise 1RM'nin %20-30'una denk gelen dirençle tamamladı. BFRT grubundaki katılımcılar uyluk proksimaline yerleştirilen pnömatik manşon ile arteriyel oklüzyon basıncının %80'inde kan akışı kısıtlanarak egzersiz gerçekleştirdi. Tüm katılımcılara 8 hafta, 24 seanslık aynı programdan oluşan supervize egzersiz eğitimi verildi. Çalışma başlangıcı ve sonunda katılımcılar kuadriseps enine kesit alanı (CSA) ve kuadriseps hacmi (KV), ağrı şiddeti, fonksiyonellik, inflamatuvar progresyon ve yaşam kalitesi açısından değerlendirildi. Ayrıca uyluk çevresi antropometrik ölçümleri, diz eklem hareket açıklığı (EHA), kreatin kinaz (CK) ölçümleri yapıldı. CSA, KV, ağrı şiddetleri, EHA, fonksiyonellik ve yaşam kalitesi değerleri tedavi sonunda başlangıca göre grup içi anlamlı farklılık gösterdi ($p<0,05$). CSA, KV, fleksiyon EHA, fonksiyonellik ölçümlerinden süreli otur kalk testi, yaşam kalitesi anketinin genel sağlık parametresi etki büyüklüklerine göre BFRT lehine, CK ise KEG lehine anlamlıydı ($p<0,05$). Çalışmamız ile BFRT uygulamasının konvansiyonel rehabilitasyonda kullanılan yüksek şiddetli direnç egzersizlerine benzer düzeyde etki yarattığı, daha fazla kuadriseps hipertrofisi, EHA, fonksiyonellik, genel sağlıkta iyileşme ve ağrıda azalma sağladığı, diz OA rehabilitasyonunda güvenli bir yöntem olarak kullanılabilceği sonucuna varıldı.

Anahtar Kelimeler: BFRT, Diz, KAATSU, Kan akışını kısıtlayıcı egzersiz, Osteoartrit, Rehabilitasyon

2. ABSTRACT

COMPARISON OF BLOOD FLOW RESTRICTION EXERCISE WITH CONVENTIONAL EXERCISE IN KNEE OSTEOARTHRITIS

The aim of the study was to investigate the quadriceps hypertrophy, pain intensity, functional level and quality of life provided by blood flow restriction exercise (BFRT) in patients with knee osteoarthritis (OA) compared to conventional training. In this study, which was completed by 38 participants, individuals were randomized to the conventional exercise group (KEG) and BFRT group. KEG exercises were completed with resistance of 70-80% of 1RM, and BFRT with resistance corresponding to 20-30% of 1RM. Participants in the BFRT group exercised by restricting blood flow at 80% of arterial occlusion pressure with a pneumatic cuff placed on the proximal thigh. Supervised exercise training consisting of the same program of 8 weeks and 24 sessions was given to all participants. At the initial treatment session and end of the treatment, the participants were evaluated for quadriceps cross-sectional area (CSA), and quadriceps volume (KV), pain severity, functionality, inflammatory progression, and quality of life. In addition, thigh circumference anthropometric measurements, knee joint range of motion (ROM), creatine kinase (CK) measurements were made. CSA, KV, pain severity, ROM, functionality and quality of life values showed significant differences between the groups at the end of the treatment compared to the baseline ($p < 0.05$). According to the effect sizes of CSA, KV, flexion ROM, 30 seconds sit to stand test among functionality measurements, general health parameter of the quality of life questionnaire were significant between the groups in favor of BFRT. Only CK showed significant difference in favor of KEG ($p < 0.05$). In our study, it was concluded that BFRT technic has a similar effect to the high-intensity resistance exercises used in conventional rehabilitation, provides more quadriceps hypertrophy, ROM, functionality, improvement in general health and decrement in pain, and can be used as a safe method in knee OA rehabilitation.

Keywords: Blod flow restricted training, BFRT, Knee, KAATSU, Osteoarthritis, Rehabilitation

3. GİRİŞ VE AMAÇ

Diz osteoartriti (OA), dünya çapında çok sık görülen, engellilik, inaktivite ve ağrıya sebep olan major eklem hastalıklarındandır (1,2). Diz OA'nın patogenezi, mekanik yüklenmeye bağlı eklem kıkırdak hasarı ve sonucundaki eksik onarım mekanizmasına bağlı olarak meydana gelen ilerleyici eklem dejenerasyonudur. Bu da kronik diz ağrısı ve diz eklem mobilitesinde ilerleyici kısıtlamalara yol açar (3,4). Yaş, kilo, cinsiyet, dizde geçirilmiş travma varlığı ve aile öyküsü bağımsız olarak OA gelişimini ve progresyonunu etkiler (4). Diz OA'nın yönetiminde egzersiz, fazla kilolu veya obez hastalarda kilo verme, öz yeterlilik ve öz yönetim programları, ortez kullanımı, topikal ve oral nonsteroid antiinflatuar ilaçlar, intraartiküler enjeksiyonlar, radyofrekans ablasyon, terapatik egzersiz ve cerrahi yöntemler kullanılır (5). Tüm OA türlerinde birincil tedavi, egzersiz terapisi ve eğitim gibi rehabilitasyon kapsamına giren uygulamalardır (6). Terapatik egzersiz osteoartritte birinci basamak tedavilerden olup, diz ekstansörlerini kuvvetlendirme, ağrıyı ve engelliliği azaltma ve fonksiyonelliği iyileştirmede güvenilirliği kanıtlanmış anahtar bir uygulamadır (7,8). Diz eklemine yüklenme veya kompresyon, hastalığın progresyonu açısından değiştirilebilen bir faktördür (9). Diz eklemine medial bölmesi üzerindeki bu kompresif kuvvetlerin biyomekanik bir ölçüsü, diz ağrısının yoğunluğu, hastalık şiddeti ve ilerleme ile ilişkili olan diz valgus momentidir (10–12). Bu nedenle, diz OA'lı kişilerin konservatif yönetimi, diz eklemine mekanik yükleri azaltan güçlendirme uygulamalarına odaklanır. Bu hastalarda, fiziksel aktivite seviyelerindeki azalma ve ağrı inhibisyonunun bir sonucu olarak kuadriseps ve hamstringlerin dikkat çekici güçsüzlüğü ve atrofisi yaygın bir sorundur (13–17). Kuadriseps, diz eklemine etki eden en büyük kas grubudur ve dizde kuvvet oluşturma ve absorbe etme konusunda en büyük potansiyele sahiptir. Bununla beraber, zayıflığı da diz OA'nın ana risk faktörü ve ilerlemesinin önemli bir göstergesi olarak kabul edilir (18,19) ve kuadriseps kuvvetindeki artış daha az semptomla ilişkilidir (20). Atrofisi olan hastalarda yüksek direnç yükleriyle yapılan eğitim, kuadriseps güç ve kas kütlelerini artırır, diz eklemine binen yükü absorbe eder ve eklem kıkırdağının korunmasına yardımcı olur (21–23). Birçok klinik çalışma, antrenmandan sonra diz ekstansiyon kuvvetinde anlamlı gelişmelerin yanı sıra diz OA'sı olan kişilerde ağrı ve fiziksel

engellilikte azalma olduğunu göstermiştir(24,25). Bununla birlikte, belirli bir kuvvet antrenmanı yönteminin diğerlerinden üstün olduğu belirlenmemiştir (25).

Amerikan Spor Hekimliği Koleji (ACSM), güç kazanmak için 1 maksimum tekrarın (1-RM) %70-% 85'i, kas hipertrofisi elde etmek için ise 1-RM'nin %60-%70'indeki minimum direnç yükünü önerir (26). Bu yüksek yüklerle egzersiz yapmak mümkün olmayabilir veya ağırlı artritlik dizlere zarar verebilir. Bununla birlikte, OA ile dizde yüksek yük taşıyan hareketler ağrıyı, ödem ve inflamasyonu şiddetlendirebilir (17,27). Yüksek şiddetli direnç eğitimini tolere edemeyen kişilerde 1-RM'nin %30'u gibi düşük dirençli yüklerle kan akışını kısıtlayıcı eğitimin (BFRT) kullanım etkileri son zamanlarda araştırılmaya başlanmıştır (28). Kaatsu eğitimi olarak da bilinen BFRT, güçlendirme egzersizleri sırasında hedef kasın proksimaline pnömatik bir manşetin yerleştirilmesini içerir. Manşet, arteriyel kan akışını ve venöz dönüşü kısıtlayarak sağlanan metabolik birikim ile stimulus sağlayarak normal koşullardan daha fazla kas yorgunluğuna neden olur (28,29). Sağlıklı katılımcılar, sporcular ve yaşlı bireylerden oluşan çalışmalarda BFRT'nin olumlu kazanımları gösterilmiştir (30,31). Kan akışını kısıtlama (BFR) egzersizleri, yüksek şiddetli direnç egzersizlerine (>1-RM'nin %60'ı) kıyasla antrenman seansları sırasında daha düşük ağrı seviyesi, algılanan efor, aşırı yüklenme ve eklem stresi ile ilişkili kuvvet kazanımları olasılığı nedeniyle diz OA tedavisinde faydalı olabilir (30–34).

Bu çalışmanın amacı, kronik diz osteoartritli bireylerde BFR egzersizlerinin konvansiyonel yüksek şiddetli direnç egzersizlerine kıyasla hipertrofi, fonksiyonellik, progresyon, ağrı ve yaşam kalitesine etkisini araştırmaktır.

H₀₁=Kan akışını kısıtlayıcı egzersiz konvansiyonel yüksek şiddetli egzersiz ile benzer seviyelerde hipertrofi ve fonksiyonellik sağlayarak ağrıyı azaltmada daha etkili değildir.

H₁₁=Kan akışını kısıtlayıcı egzersiz konvansiyonel yüksek şiddetli egzersiz ile benzer seviyelerde hipertrofi ve fonksiyonellik sağlayarak ağrıyı azaltmada daha etkilidir.

H₀₂=Kan akışını kısıtlayıcı egzersiz konvansiyonel yüksek şiddetli egzersizden daha fazla hipertrofi ve fonksiyonellik sağlarken ağrıyı azaltmada daha etkili değildir.

H₁₂=Kan akışını kısıtlayıcı egzersiz konvansiyonel yüksek şiddetli egzersizden daha fazla hipertrofi ve fonksiyonellik sağlarken ağrıyı azaltmada daha etkilidir.



4. GENEL BİLGİLER

4.1. Diz Eklemi Anatomisi

Diz, esas olarak fleksiyon ve ekstansiyona izin veren, menteşe tipi bir sinovyal eklemdir; ancak menteşe hareketleri, kayma-yuvarlanma ve rotasyon ile kombine edilir (37).

4.1.1. Kemik yapılar

Dizin kemik yapıları femur, tibia, fibula ve patelladan oluşmaktadır(35).

4.1.2. Eklem yüzeyleri

Diz eklemi, insan vücudundaki en uzun iki kemik arasında bir pivot görevi görürken, vücuttaki en güçlü kaslar (kuadriseps kasları) bunun üzerinde hareket eder(36). Diz eklemi, eklem yüzeyleri, büyüklükleri ve uyum şekilleri ile karakterize edilir ve üç eklemden oluşur:

-Tibiofemoral eklem (TFE); Artikülasyon femurun medial ve lateral kondilleri ve tibia kondilleri arasında gerçekleşir (35). Tibiofemoral eklem, küçük bir tibial rotasyon ile birlikte menteşe benzeri, sagittal düzlem eklem rotasyonu sağlarken, vücut ağırlığının femurdan tibiaya aktarılmasına izin verir(37).

-Patellofemoral eklem (PFE); Artikülasyon patella ve femoral troklear oluk arasında meydana gelir (36).

Tibiofibular Eklem: Tibia ve fibula superior tibiofibular eklem ve tibiofibular sindesmoz ile birbirine bağlanır. Ayrıca, iki kemiğin shaftı bir interosseöz zar ile birleşir. Proksimal eklemden hareket, distalde hareket olmadan imkansızdır bu sebeple diz eklemlerine dahil edilebilmektedir (36).

Diz eklemi stabilitesi şunlara bağlıdır:

-Diz eklemi çevreleyen kas ve tendonların gücü ve hareketi

-Femur ve tibiayı birbirine bağlayan bağların gücü

Bu desteklerden en önemlisi kaslardır, bu nedenle birçok yaralanma uygun kondisyon ve eğitim ile önlenir. Diz eklemi stabilize etmede en önemli kas kuadriseps femoris, özellikle de vastus medialis ve lateralis'in alt lifleridir (36).

4.1.3. Yumuşak dokular

4.1.3.1. Eklem kapsülü

Eklem kapsülü, bir dış fibröz kapsül ve eklem kıkırdağı ile eklem boşluğunun tüm iç yüzeylerini kaplayan sinoviyal iç zardan oluşur. Kapsül, intrinsik bağları oluşturan kalınlaşmış parçalara sahiptir, ancak çoğunlukla arka ve yan yüzeyleri incedir. Geniş sinoviyal membran, fibröz kapsülün iç kısmına doğru uzanır ve patellanın çevresine ve menisküs kenarlarına yapışır(36).

4.1.3.2. Sinoviyum

Sinoviyal membran ve sinoviyal sıvı birlikte sinoviyumu oluşturur. Sinoviyal sıvı, kıkırdak beslenmesinde çok önemli bir role sahiptir. Avasküler kıkırdak, sinoviyal sıvıyı bir besin kaynağı olarak kullanır.

Sinoviyositler, subintima'yı oluşturmak için kollajen salgılayan fibroblastlar ile vaskülarize gevşek bağ dokusu üzerinde uzanır. Sinoviyada klasik ve inflamatuvar benzeri makrofaj olmak üzere iki tip makrofaj bulunur (38).

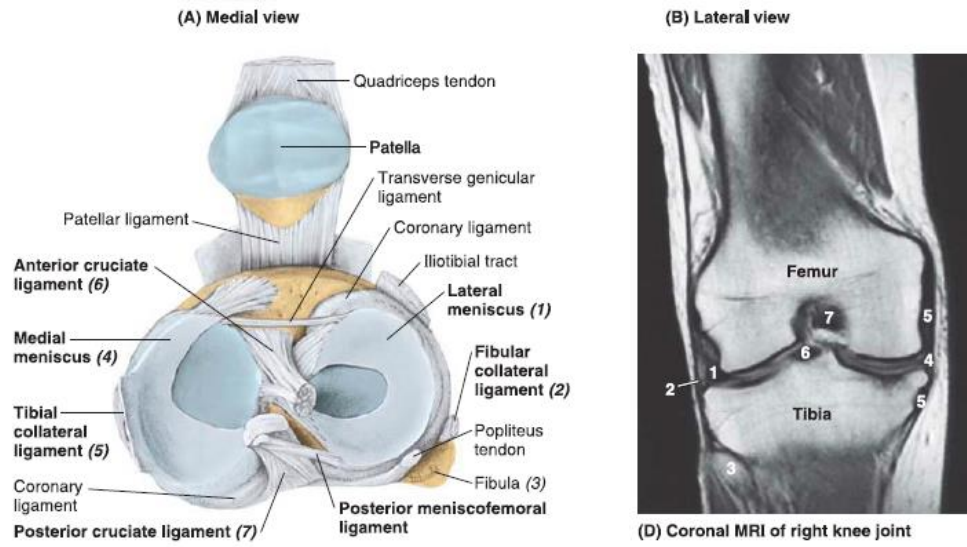
4.1.3.3. Ligamentler

Eklem kapsülü intrinsik patellar, tibial kollateral, oblik popliteal, arkuat popliteal ligament ve bir ekstrakapsüler fibular kollateral ligament ile güçlendirilir. Dizin kollateral ligamanları fibular/lateral kollateral bağ, tibial/medial kollateral bağlardır (Şekil 4.1).

Dizin eklem içi yapıları ise çapraz bağlar ve menisküslerdir. Ön çapraz bağlar (ÖÇB), tibia'nın ön interkondiler bölgesindeki medial menisküsün yapışma noktasının hemen arkasından başlar ve femur lateral kondilinin medial arka kısmına yapışır. ÖÇB nispeten zayıf bir kan akışına sahiptir. Fleksiyon sırasında, tibial plato da femoral kondillerin posterior yuvarlanmasını sınırlar ve ayrıca femurun tibia üzerinde posterioara yer değiştirmesini ve diz eklem hiperekstansiyonunu önler.

ÖÇB'den daha güçlü olan arka çapraz bağ (AÇB), tibia'nın posterior interkondiler bölgesinden başlar ve femur medial kondilinin lateral tara ön kısmına yapışır. AÇB, ekstansiyon sırasında femurun tibial plato üzerinde öne yuvarlanma hareketini sınırlar, femurun tibia üzerinde öne veya tibia'nın femur üzerinde arkaya yer değiştirmesini ve diz eklemine hiperfleksiyonunu önlemeye yardımcı olur(36).

Menisküsler, tibiannın eklem yüzeyinde yer alan, yüzeyi derinleştiren ve şok emiliminde rol oynayan hilal şeklinde fibrokartilaj plakalarıdır. Menisküsler uçlarından tibiannın interkondiler bölgesine ve dış kenarlarından diz eklem kapsülünün fibröz tabakasına sıkıca bağlıdır. Medial menisküs C şeklindedir ve arkada öne göre daha geniştir. Anterior ucu ÖÇB'nin önüne, posterior ucu ise AÇB'nin önüne yapışır. Lateral menisküs ise tibial kollateral ligamanın derin yüzeyine sıkıca tutunur. Lateral menisküs dairesel, daha küçük ve serbestçe hareket edebilen bir yapıdır(36).



Şekil 4.1. Diz eklemi kemik, ligament ve bağları (36)

4.1.3.4. Diz çevresi bursaları

Diz eklemi çevresinde yaklaşık 12 bursa vardır. Subkutan prepatellar ve infrapatellar bursalar, eklemde konveks yüzeyinde yer alır ve hareketler sırasında cildin serbestçe hareket etmesini sağlar(36).

4.1.3.5. Diz eklemi arter ve sinirleri

Diz çevresindeki peri-artiküler geniküler anastomozu oluşturan geniküler dallar, anterior, tibial ve sirkumfleks fibular arterlerin femoral, popliteal, anterior ve posterior reküran dallarındandır. Popliteal arterin orta geniküler dalları eklem kapsülünün fibröz dallarını penetre eder; çapraz bağlar, sinoviyal membran ve menisküslerin perifer kenarlarını besler (36).

Dizin artiküler sinirleri n. femoralis, n. tibialis ve n. fibularis sinirlerin dalları ile n. obturatorius ve n. safenusdur. Dizin duyusal innervasyonu primer olarak L3-L5 sinir kökleri tarafından sağlanır (39).

4.1.3.6. Kaslar

Diz eklemine etki eden kaslar uyluk ve diz kasları olarak gruplanır(42).

4.1.3.6.1. Uyluk kasları

Diz eklemine hareketlerine etki eden kaslar şu şekildedir: M. biceps femoris, m. semitendinosus, m. semimembranosus, m. gastrocnemius, m. gracilis, m. kuadriseps femoris, m. sartorius, m. tensor fasya lata, m. popliteus, m. plantaris(40).

Anterior kompartman kasları

M. sartorius: Anterior superior iliak kanat ve altındaki çentiğin üst yarısından tendon lifleri ile ortaya çıkar. Uyluğu medial tarafa oblik olarak geçer ve daha sonra dizin medial tarafına longitudinal olarak uzanır. Aponörozunu, m. gracilis ve m. semitendinosus önünde tibia medial yüzeyinin proksimal kısmına tutunur ve birlikte pes anserinus oluşturur. Femoral sinir, L2 ve L3 tarafından innerve edilir. M. sartorius, diz fleksiyonuna ve medial rotasyonuna yardımcı olur (42).

M. kuadriseps femoris: Bacağın büyük ekstansör kası olan kuadriseps femoris, femurun hemen hemen tüm ön ve yan tarafını kaplar. Her biri ayrı ayrı adlandırılmış dört bölümden oluşur. M. rektus femoris, iliumdan çıkar ve doğrudan uyluğun ortasından aşağıya doğru ilerler. Diğer üç bölüm femur shaftından çıkar ve femuru trokanterlerden kondillere kadar çevreler: m. vastus lateralis femurun lateralinde, m. vastus medialis medialinde ve m. vastus intermedius hemen önünde yer alır. M. rektus femoris hem kalça hem de diz eklemlerini, üç vastii ise sadece diz eklemine kateder. M. kuadriseps femorisin dört bileşenin tendonları, uyluğun alt kısmında birleşerek patellanın tabanına bağlı, tek bir güçlü tendon oluşturur ve bazı lifleri patellar ligament ile birleşir. Medial ve lateral patellar retinakulum, patellar ligament sınırlarından genişlemelerdir. M. kuadriseps femorisin arteriyel beslenmesi a. profunda femoris ya da a. lateral sirkumfleks femoral arterinin tek bir dalı olan "kuadriseps arteri" tarafından gerçekleştirilir. M. kuadriseps femoris, n. femoralis, L2, L3 ve L4 tarafından innerve edilir(42).

M. kuadriseps femoris dizi ekstansiyona alır. M. rektus femoris, uyluğun pelvis üzerinde fleksiyonuna eğer uyluk stabilse uyluk üzerindeki pelvisin fleksiyonuna yardımcı olur. M. rektus femoris kalçaya fleksiyon ve dize ekstansiyon yaptırır. Ayakta durma sırasında, diz mekanik olarak kilitliyse, m. kuadriseps femoris aktivitesi hiç yok veya yok denecek kadar azdır. M. rektus femoris, patellayı alt ekstremitenin

mekanik eksenini boyunca çeker. Diğer kaslar ise femur şaftına bağlıdır ve çekimleri lateral yönlerdedir. M. vastus medialis oblikusun önemli bir dinamik işlevi, diz ekstansiyonu sırasında patella üzerindeki bu lateral vektöre karşı koymaktır. M. rektus femoris ise patellayı alt ekstremitenin mekanik eksenini boyunca çeker. Bir grup olarak kuadriseps femoris çok az anatomik varyasyon gösterir(37, 42).

Adduktor kompartman kasları

M. gracilis: Pubis gövdesinin alt yarısı medial kenarlarından, alt pubik ramus boyunca ve iskiyal ramusa bitişik kısımdan ince bir aponöz ile ortaya çıkar. Lifler dikey olarak m. sartorius tendonunun posteriorundan femurun medial kondili etrafında kıvrılır ve tibia medial kondilin hemen altına ulaşarak pes anserinusun bir parçasını oluşturur. Tendonun alt kısmından birkaç lif, baldır derin fasyasına doğru devam eder. M. gracilis, n. obturatorius, L2 ve L3 tarafından innerve edilir. M. gracilis, bacağına fleksiyon ve medial rotasyon yaptırır. Ayrıca uyluk fleksiyonuna yardımcı olur. Ayak yerde sabitlendiğinde ise dizin medial tarafını stabilize eder bu nedenle dinamik bir tibial kollateral bağ olarak kabul edilebilir(42).

M. pektineus: Pubisin superior ramusundan başlayan kas fibrilleri femur pektineal çizgisinde sonlanır. Kalçaya adduksiyon ve iç rotasyon yaptırır. N. femoralis, L2, L3 ve L4, tarafından inerve edilir(42).

M. adduktor longus: Pubisin önüne bağlanan dar bir tendondan kaynaklanır. Posterolateral olarak ilerler ve bir aponöz ile femurun orta üçte birlik kısmındaki linea asperaya yapışır. N. obturatorius, L2, L3 ve L4 ön dalları tarafından innerve edilir(42).

M. adduktor brevis: Pubisin inferior ramusundan başlar. Pektineus ve adduktör longus derininde yer alır. Uyluğa adduksiyon yaptırırken, fleksiyon ve iç rotasyona da yardımcı olur. N. obturatorius, L2-L4, tarafından inerve edilir(42).

M. adduktor magnus: Tuberositas iskiadikumundan başlar, liflerin bir kısmı femurun linea asperasının üst kısmına bir kısmı ise linea asperanın mediali ile femur suprakondiler hattı boyunca yapışır. Fonksiyonu uyluğa adduksiyon yaptırmaktır. Kasın üst lifleri N. obturatorius, L2-L4, alttaki lifleri ise N. tibialis, L4-S3, tarafından inerve edilir(42).

Posterior kompartman kasları

M. biceps femoris: Uzun ve kısa başı olan geniş bir kastır. Uzun başı tuberositas iskiadikumdan, kısa başı ise femur linea asperasının dışından, lateral intermusküler septumdan

başlar ve birlikte popliteal fossanın lateral kenarında sonlanır. M. biceps femorisin uzun başı n. tibialis, L4-S3, kısa başı ise n. peroneus communis, L4-S3, tarafından inerve edilir(42,43).

M. semitendinosus: Tüberositas ishium medial altından başlar, dizde popliteal fossanın medial kenarını oluşturur ve pes anseriusun bir parçası olarak tibianın medial yüzeyine yapışır. N. tibialis, L4-S3, tarafından inerve edilir(42).

M. semimembranosus: Tüberositas ishiumdan başlar; tibianın medial kondilinde sonlanır. N. tibialis (L4-S3) tarafından inerve edilir(42).

Bu üç kas m.hamstring olarak adlandırılır. Yukarı lifleri kasılan kaslar dize fleksiyon yaptırırken alt liflerin kasılması kalça eklemine ekstansiyon yaptırarak, gövdeyi yerçekimi etkisine karşı dik duruşa çeker. Diz yarı fleksiyondayken, m. biceps femoris lateral rotator; m. semimembranosus ve m. semitendinosus ise uylukta alt bacağın medial rotatörleri olarak görev yapar. M. kuadriseps femoris, addüktörler ve gluteus maksimusta da görüldüğü gibi, hamstringler ayakta duruşta tipik olarak hareketsizdir (37, 42, 44).

4.1.3.6.2. Diz kasları

M. popliteus: Popliteal fossa tabanını oluşturan düz yapıda bir kastır ve femurun lateral kondil oluşunun ön ucunda güçlü bir tendon ile diz eklemi kapsülü içinde seyrederek. M. popliteus, lateral ve alt taraftan geçen popliteofibular ligament ile fibula başının medial yüzüne tutunur. Arteriyel kaynağı, esas olarak alt medial ve lateral geniküler arterlerdir. N. tibialisin dalı, L4, L5 ve S1, tarafından innerve edilir. M. popliteus, tibiaya femur üzerinde medial rotasyon veya tibia yere stabilken femura tibia üzerinde lateral rotasyon yaptırır. Genellikle tam ekstansiyondan diz fleksiyonuna geçişte eklem 'kilidini açan' kas olarak kabul edilir (40–42).

M. gastrokinemius: İki başı bulunan kas Achilles tendonu ile kalkaneusun mid-posterior yüzeyine yapışır. Medial baş, medial femoral kondilin non-artiküler yüzeyinin posteriorundan, lateral baş ise lateral femoral kondilin non-artiküler yüzeyinin posteriorundan başlar. M. soleus ile beraber hareket ederek ayağa plantar fleksiyon ve dize fleksiyon yaptırır. Innervasyonu n. tibialis, S1 ve S2, dalları tarafından yapılmaktadır (42).

M. tensor fasya lata: İliak krista lateralinden kaynaklanır ve iliotibial band boyunca ilerleyerek tibia lateral kondiline yapışır. Kasın kendisi esas olarak a. sirkumfleksa femoralis lateralis tarafından sağlanır. Kasın üst kısmı, üst gluteal

arterden dallar alır. Kasın etrafını saran fasya, yüzeysel sirkumfleks iliak arter ve lateral sirkumfleks femoral arter tarafından beslenir. N. glutealis superior, L4, L5 ve S1, tarafından innerve edilir. Fonksiyonu kalça fleksiyonu ve abduksiyonu yaptırmaktır. Kas aktivitesindeki enerji tüketimini en aza indirirken dik duruşun korunmasına yardımcı olur. Kişi ayaktayken femur başındaki pelvisi sabitler ve ekstansiyondaki dizin kilitli pozisyonunu sürdürmesine yardımcı olur. Kas, alt ekstremité üzerinde dururken, femur üzerinde pelvisin stabilizasyonunda gluteus mediusa yardımcı olur(37, 42-44).

Dizin fleksör-rotator kasları

M. gastrokinemius haricinde diz posteriorundan geçen tüm kaslar, dize fleksiyon ve internal/eksternal rotasyon yaptırır bu sebeple fleksör rotator kaslar olarak adlandırılır. Bu kaslar m. hamstring, m. sartorius, m. gracilis, m. popliteus'tur. Tüm bu kaslar femoral, obturator ve siyatik sinir tarafından innerve edilir. Kaslar proksimalde iskiyal tuberositas üzerine, distalde ise diz eklemine çaprazlayarak tibia ve fibulaya yapışır. Hamstring grubu kasları, m. biceps femorisin kısa başı hariç, diz ve kalça eklemine kateder bu sebeple pelvis ve gövdenin femur üzerindeki pozisyonunu kontrol ederler. Dize fleksiyon dışında, medial hamstringler dize internal rotasyon, biceps femorisler ise eksternal rotasyon yaptırır. Tam ekstansiyonda diz mekanik olarak kilitlendiği için rotasyonlar azalır.

M. sartorius ve m. gracilis proksimalde pelvisin farklı bölgelerine, distalde ise dizin medialinden geçerek m. semitendinosus yakınlarına, proksimal tibia shaftına yapışır. M. semitendinosus, m. sartorius ve m. gracilisin oluşturduğu konnektif dokuya "pes anserinus" adı verilir ve bu yapı, diz eklemi medial-lateral aksının hemen posterioruna lokalizedir. Böylelikle diz medialine dinamik stabilizasyon sağlar.

Fleksör-rotator kas grubunun en önemli işlevi yürüme veya koşma sırasında tibiayı hızlandırmak veya yavaşlatmaktır. Hamstring grubunun en önemli fonksiyonlarından biri ise yürümenin geç salınım fazında tibiayı yavaşlatmaktır. Eksentrik hareket sayesinde kas, tam diz ekstansiyonunun etkisini azaltmaya yardımcı olur(43). Sallanan bacağın ayak parmaklarının yerde sürüklenmemesi için yürüyüşün sallanma evresinde diz yaklaşık 70°'ye kadar fleksiyona gelir (36).

Maksimal efor diz fleksiyon torku genellikle diz tam ekstansiyona yakinken en büyüktür, ardından diz progresif fleksiyondayken sürekli olarak azalır. Hamstringlerin

en büyük intrinsik moment kolu yaklaşık 45 derece diz fleksiyonunda olmasına rağmen, kaslar en büyük diz fleksör torkunu tamamen ekstansiyondayken üretirler. Diz ve kalça 90 derece fleksiyondayken, dizdeki iç ve dış rotatörler yaklaşık 90 Nm pik tork üretir. Kalçalar ve dizler sadece yaklaşık 20 derece fleksiyondayken, tepe iç rotasyon torku, dış rotasyon torkunu yaklaşık %40 oranında aşar (43).

4.2. Diz Eklemine Hareketleri

Fleksiyon ve ekstansiyon dizin ana hareketleridir, diz fleksiyondayken bir miktar rotasyon da meydana gelir.

Ayak yerdeyken bacak tamamen ekstansiyon yaptığında, femurun tibia üzerindeki medial rotasyonu nedeniyle diz pasif olarak kilitlenir. Bu pozisyon, alt ekstremitayı sağlam bir kolon yapar ve ağırlık taşımaya daha uygun hale getirir. Diz kilitlendiğinde, uyluk ve bacak kasları kısa bir süre gevşeyebilir. Diz kilidini açmak için m. popliteus kasılır, femur tibial plato üzerinde yaklaşık 5 derecelik lateral rotasyon yapar, böylece dizde fleksiyon meydana gelebilir (36, 37). Patellanın arka yüzeyindeki superior, orta ve inferior faset, dizin fleksiyon ve ekstansiyonu sırasında femurun patellar yüzeyi ile art arda eklemlenir (44).

4.2.1. Kasal fonksiyon

Dizde ekstansör torkunun %80'ini m. kuadrisepsin vastus grubu oluştururken; m. rektus femoris %20'sini oluşturur. Kuadriseps kası ve tendonu, patella ve patellar ligament diz ekstansör mekanizması olarak adlandırılır. M. vastus intermediusun bazı lifleri distal femurun anterioru ve anterior kapsüle yapışarak, aktif diz ekstansiyonu sırasında sinoviyal membranı proksimale çeker. Patella fonksiyonel olarak kuadriseps tendonunu anteriora taşır bu da ekstansör mekanizmanın internal moment kolunu ve m. kuadrisepsin tork potansiyelini artırır. Bir çok aktivitede, dizdeki eksternal (fleksör) torku, hareket ettirilen yükün ekstansör eksternal moment kolu ile çarpımıdır. Buna karşılık internal (ekstansör) tork, kuadriseps kuvvetinin internal moment kolu ile çarpımıdır. Bu nedenle kuadriseps karşı oluşan eksternal tork, femur üzerinden tibia veya tibia üzerinde femur diz ekstansiyonu ile olabilir. En büyük eksternal tork tibia üzerinde femur ekstansiyonunun 90-45 derecesinde, femur üzerinde tibia ekstansiyonunun ise 45-0 derecesi aralığıdır(43). Bu bilgiler doğrultusunda PFE ağrısı

ya da ağırlı artritli olan bireylere egzersiz programı verilirken, egzersizin eklem ve bağ dokuda oluşturabileceği stresi göz önünde bulundurmak gerekir (45).

Maksimal diz ekstansiyon torku 45-60⁰ fleksiyon açılarında oluşurken, maksimum efor-diz ekstansiyon torku ise 80-30⁰ fleksiyon açıları arasında maksimumun yaklaşık %90'ını sürdürür. M. kuadrisepsin bu 50 derecelik yüksek tork potansiyeli, femurun tibia üzerindeki kinematiğine dayanan birçok aktivite sırasında kullanılır(43).

4.2.1.1. Kuadrisepsin diz ekstansör mekanizması

M. kuadrisepsin izometrik aktivasyonu dizi stabilize eder ve korunmasına yardımcı olur, eksantrik aktivasyon ile vücudun kütle merkezinin alçalma hızını kontrol eder ve şok emilimi sağlar. Yürümenin topuk teması fazında, yer reaksiyon kuvvetlerine yanıt olarak diz hafifçe esner ve m. kuadriseps fleksiyonu kontrol eder. Bir yay görevi gören kas, yükün eklem üzerindeki negatif etkilerini azaltmaya yardımcı olur. Bu koruma, özellikle zıplamadan yere inişte, koşma, yüksek bir basamaktan inme gibi yüksek darbeli aktiviteler sırasında kullanılır. Dizi tam ekstansiyonda olan veya eklem füzyonu yapılmış bir kişi, bu doğal şok emme mekanizmasından yoksundur. Bu kasın konsantrik kasılması ise zıt olarak vücudun kütle merkezinin yükselme hızının ayarlanmasında kullanılır. M. kuadrisepsin genel kuvvet çizgisi patellayı superior ve laterale çekme eğilimindedir ve bu çekme açısına Q açısı adı verilir. Q açısının artışı patellanın laterale kayma derecesini de artırır. M vastus medialis'in oblik liflerinin önemli bir işlevi, kuadriseps kasının bir bütün olarak patellayı lateral disloke etme eğilimine karşı koymaktır (43,46). Aktif diz ekstansiyonu sırasında, birkaç yapı patellayı femurun interkondiler oluğu boyunca hareket ettirir. Tek başına hareket eden her kassal yapı, patella oluk içinde kayarken medial veya lateral bir çekiş kuvveti uygular. Bu faktörler birbirini dengelediğinde, eklem yüzeylerine mümkün olduğunca az baskı uygulayarak patellayı olukta tutmak için işbirliği yaparlar. Bu hareketler sırasında lateral kuvvetler iliotal bant, m. kuadriseps, lateral patellar retinaküler lifler iken, medial yöndeki kuvvetler m. vastus medialisin oblik lifleri ve medial patellar retinaküler liflerdir. Anormal patellar yönlendirme nedeniyle artan stres, eklemde artrit sebebi olabilir (43).

4.3. Diz Eklem Kinematiki

Sagittal düzlemde femoral kondillerin dış hatları tibial platonun ön-arka boyutundan daha uzundur. Diz tam fleksiyona ulaşmadan önce femur tibial plato üzerinde yuvarlanır. Tam ekstansiyonda ise femur, tibial plato ile geniş temas alanına sahiptir ve menisküs boynuzlarını anteriora doğru iter. Diz fleksiyondayken temas noktası posterior menisküs boynuzlarına doğru hareket eder ve tibial plato ile temas alanı azalır (47).

Tibiofemoral eklemde tam ekstansiyonunda, PFE teması patellanın distal ucundadır, artan fleksiyon derecesi ile patella teması femoral troklear oluğa geçer ve fleksiyon artışıyla proksimale doğru hareket eder. Tam fleksiyonda ise temas sadece patellanın lateral ve medialindedir. Lateral faset, lateral femoral kondilin distali üzerinde eklemelenir ve medial faset, interkondiler çentiğinden medial femoral kondile temas eder. Diz fleksiyonu ile patellofemoral temas alanının artması, diz fleksiyonu ile sürekli artan eklem yükünü daha geniş bir alana yayarak stresi kontrol eden bir mekanizmadır (36).

PFE’de, diz ekstansiyona yaklaştıkça patellar tendon ve m. kuadrisepsin hareket hatları sagittal düzlemde hemen hemen paraleldir, böylelikle hareket küçük eklem kuvveti ile sonuçlanır. Ancak diz fleksiyonunda, PT geriliminin kuadrisepsin yaklaşık %70’i olduğu derecelerde, PT ve kuadriseps hareket çizgileri arasındaki açının azalmasıyla yaklaşık 70° diz fleksiyonuna kadar sürekli artan bir PFE kuvveti ile sonuçlanır (36).

4.4. Osteoartrit

En yaygın progresif kas-iskelet sistemi hastalığı olan osteoartrit, eklemleri tutan, yaşlılarda ağrı, fonksiyon kaybı ve engelliliğinden başlıca nedenidir. OA sıklıkla ağırlık taşıyan eklemler olan kalça ve dizde, bunlarla beraber eller ve omurgada görülmektedir (48–50).

4.4.1. Osteoartrit prevalansı

Prevalans, vakaların tanı şekline (patolojik, radyografik veya klinik OA), örneklenen popülasyona (gelişmiş veya gelişmekte olan ülkeler) ve eklem tutulumuna bağlı olduğundan, epidemiyolojik çalışmalarda bildirilen prevalans ve insidans oranları büyük ölçüde değişiklik göstermektedir (51). Gelişmiş ve gelişmekte olan

ülkelerde nüfusun giderek yaşlanması, obezite ve hareketsiz yaşam tarzı gibi OA'ya yol açan risk faktörlerindeki artış, OA görülme prevalansını arttırmaktadır. Literatürde, OA prevalansı %12,3 ile %21,6 arasında değişkenlik göstermektedir. Aynı zamanda asemptomatik OA da yüksek prevalans göstermektedir. Bu sebeple dünya çapında bu hastalıktan yakınan 250 milyon birey vardır ve engellilik sebeplerinin 11. sırasındadır (52–54). Özellikle yürüme, ayakta durma gibi fonksiyonel aktivitelerin kısıtlanmasından sorumlu olması sebebiyle yaşam kalitesini ve katılımı etkiler. OA'lı bireyler engellilik düzeylerinin ileri olması sebebiyle genel popülasyona göre mortaliteye neden olan, özellikle kardiyovasküler, hastalıklar açısından risk altındadır. OA'nın devletlere yükü fiziksel, psikolojik ve sosyoekonomik yönlerdedir (54).

4.4.2. Osteoartrit risk faktörleri

OA'nın risk faktörleri, yaş, cinsiyet, obezite, genetik ve diyet gibi kişisel faktörler ve yaralanma geçmişi, dizilim bozuklukları ve anormal yüklenme gibi eklem faktörleri olarak ayrılabilir.

4.4.3. Osteoartrit patogenezi

Daha öncelerde OA'nın basit bir "aşınma ve yıpranma" hastalığı olduğu düşünülmektedir. Eklem üzerindeki kronik aşırı yüklenme ve bozulmuş biyomekani, eklem kıkırdağının tahrip olmasına ve bunun sonucunda iltihaplanmaya yol açarak, daha sonra da sertlik, şişme ve hareket kaybına neden olduğu varsayılmaktaydı(55). Günümüzde artık OA'nın, inflamatuvar ve metabolik faktörlerden oluşan çok daha karmaşık bir süreç olduğu bilinmektedir (56). Aktif sinovit ve sistemik inflamasyonu içeren inflamatuvar süreçler OA patogenezinde anahtar rol oynar. Olası bir açıklama, bozulmuş kıkırdağın sinovyal hücreler içinde yabancı cisim reaksiyonunu indüklemesidir. Bu, metalloproteazların üretimine, sinovyal anjiyogenez ve daha fazla kıkırdak yıkımına yol açan inflamatuvar sitokinlerin artışına yol açabilir. Diğer teoriler ise OA'nın ilerlemesinde aktive edilmiş sinovyal makrofajların ve bağışıklık sisteminin merkezi bir rolü olduğunu öne sürer (57).

Sinoviyal inflamasyon ve kıkırdak yıkımından sorumlu proinflamatuvar sitokin OA'nın hem erken hem de geç evrelerinde eklem içinde bulunabilir (58). Sinoviyal membranda makrofaj birikimi, sinovitin ayırt edici özelliğidir (59). Hem inflamatuvar

hem de yıkıcı yanıtlar büyük ölçüde inflamatuvar mediatörler, büyüme faktörleri ve proteinaz indüksiyonu yoluyla OA patogenezinde kritik rol oynayan makrofajlara bağlıdır (60). OA hastalarının sinovyumunda, IL-12, IL-1p ve TNF-a dahil olmak üzere sitokinler artarken, IL-1a gibi sitokinler azalır. İnflamatuvar sinoviyumdan sitokin ve büyüme faktörlerinin aşırı üretimi, diğer pro- ve anti-inflamatuvar sitokinlerin üretimi, matris metalloproteinazların üretimi ve OA sinovyumunda agrekanazların ekspresyonu sebebiyle kıkırdak bozulmasını etkiler. Makrofaj polarizasyonu da OA'nın ilerlemesi üzerinde etkilidir (61).

4.4.4. Osteoartritik ağrı

OA hastalarında ağrı en belirgin semptomdur. OA'lı kişilerin ağrı deneyimi arka planda süreklilik gösteren bir ağrı veya aralıklı yoğun ağrı şeklinde ortaya çıkma eğilimindedir. OA'da ağrı yavaş ve sinsice ilerler, hastalığın başlarında tahmin edilebilir ve spesifik aktivitelerden kaynaklanır. Zamanla, ağrı ve diğer eklem semptomları daha az öngörülebilir ve sabit hale gelerek günlük aktiviteleri etkilemeye başlar. İleri evrelerde sürekli, donuk, belirli aktivitelerden kaçınmaya yol açan, öngörülemeyen, yoğun ve şiddetli bir ağrı eşlik eder. OA'lı hastalar, romatoid artrit farklı olarak 30 dakika içinde düzelen sabah tutukluğundan şikayet eder ve OA'nın ağrısı gün boyunca aktivite ile artar. Önceki ağrı deneyimleri, tedavi beklentileri, psikolojik faktörler ve sosyokültürel çevre gibi unsurların tümü, bireyin ağrı deneyiminde potansiyel olarak rol oynar(62,63).

4.4.2. Diz osteoartriti

4.4.2.1. Diz osteoartrit prevalansı

Engellilikle yaşanan yıllar (EYY), bir hastalığın düzelmeden veya ölüme yol açmadan önce yaşam kalitesi üzerindeki etkisini yansıtan bir ölçüdür. Diz osteoartriti, 2019'da global olarak 11,5 milyon küresel EYY ile sonuçlanmış ve toplam küresel EYY'lerin %1,3'ünden sorumlu olmuştur. Diz osteoartriti ise OA'nın tüm bölgelerdeki yükünün %60,8'ini oluşturur(64). Bununla beraber EYY hesaplamasında, yaşlı popülasyonda bel ağrısından sonra gelmektedir ve dünya OA ekonomik yükünün %85'ini diz OA oluşturmaktadır(65). Prevalansı 60 yaş üzeri erkeklerde %10, kadınlarda %13'tür (66). Kadınlardaki anatomik farklar, kinematikleri değiştirerek kadınları diz OA'ya yatkınlaştırır (67).

4.4.2.2. Diz osteoartrit risk faktörleri

Yaş, obezite, geçirilmiş diz yaralanması, bozulmuş eklem dizilimi ve instabilite diz üzerindeki mekanik stresi arttırarak, tekrarlı hareket ve sportif aktiviteler kartilaj defektine neden olarak, fiziksel inaktivite ise instabilite, güçsüz ve zayıf diz ekstansörlerine yol açarak diz OA'ya sebep olur (67,68).

4.4.2.3. Diz osteoartriti tanı yöntemleri

OA patolojik, radyografik ve klinik olarak tanılanabilir. Öncelikle klinik olarak tanlanan OA'da radyografi, tanıyı doğrulamada ve diğer patolojileri ekarte etmede yardımcıdır (69). Manyetik rezonans görüntüleme (MRG) ve bilgisayarlı tomografiye ise daha nadir ihtiyaç duyulur. OA'ya özgü bazı radyografik bulgular şu şekildedir: Eklem aralığında daralma, osteofit oluşumu, subkondral skleroz ve kist varlığı (69).

OA'da kullanılan en yaygın derecelendirme şemalarından biri Kellgren-Lawrence sınıflandırma sistemidir. Bu kriterler, epidemiyolojik çalışmalarda radyografik OA'yı tanımlamak için Dünya Sağlık Örgütü tarafından benimsenmiştir. Ancak OA'da semptomlar ve görülen radyografik değişiklikler arasında zayıf bir korelasyon bulunmaktadır (70).

Kellgren-Lawrence sınıflama sistemine göre OA 5 dereceye ayrılır (72).

Evre 0: Eklem boşluğu daralması veya reaktif değişiklik yok.

Evre 1: Şüpheli eklem aralığı daralması, osteofitik gelişme.

Evre 2: Kesin osteofitler, eklem aralığı daralması.

Evre 3: Orta derecede osteofitler, kesin eklem aralığı daralması ve olası kemik sınırı deformitesi.

Evre 4: Büyük osteofitler, belirgin eklem aralığı daralması, şiddetli skleroz, kesin kemik sınırı deformitesi (71).

Erken kondral hasarı tespit etmede radyografi yerine MRG, kıkırdağın boyutu ve yapısal bütünlüğü hakkında daha fazla bilgi sağlar, menisküs ve ÖÇB yaralanmaları gibi OA için predispozan faktörleri belirler (72,73).

Klinik OA, hastalık öyküsü ve fiziksel muayene ile tanımlanır. Klinik OA tanısı için çeşitli standartlar önerilmesinin yanı sıra en sık bilinen ve kullanılan Amerikan Romatoloji Koleji'nin kriterleridir(51).

Radyografik bulgular ve klinik semptomlar arasında güçlü bir ayrım vardır: örneğin, orta derecede radyografik diz OA'si olan hastaların sadece %40'ı ve şiddetli diz OA'si olan hastaların %60'ı semptomatiktir (54).

Erken tanı için değerlendirme; ağrı, şişkinlik, eklem sertliği, fonksiyon ve yaşam kalitesi gibi hasta tarafından bildirilen, eklem hassasiyeti ve krepitus gibi klinik bulgular, fiziksel aktivitenin nesnel ölçümlerini ve manyetik rezonans görüntüleme gibi çeşitli görüntüleme yöntemlerini kullanarak ve biyokimyasal belirteçlerle birlikte tarayarak yapılabilir (74).

4.4.2.4. Diz osteoartritinin yönetimi

OA patogenezi hem biyomekanik hem de biyokimyasal faktörleri içerir, bu da OA'nın etkili tedavisi için zorluk teşkil etmektedir(75). Ağrının en baskın semptom olduğu kronik bir hastalık olarak, ağrı yönetimi ve yaşam tarzı değişikliğinin yetersiz olması sebebiyle OA tedavisi zor olmaya devam etmektedir.

Temel tedaviler, hemen hemen her senaryoda hastaların çoğunluğu tarafından kullanılması uygun görülen ve birinci basamak ve ikinci basamak tedavilerle birlikte kullanımı güvenli kabul edilen tedavilerdir. OA tedavisi için öneriler genellikle farmakolojik, non-farmakolojik ve cerrahi yöntemler olarak ayrılır ve ayrıca hastalık şiddeti ve eklem bölgesine göre sınıflandırılır (76). OA tedavisinde primer basamak olarak terapatik egzersizler kullanılmaktadır. Bunun yanı sıra geleneksel farmakolojik uygulamalar semptom yönetimine odaklanmıştır ve en yaygın olarak kullanılan ajanlar arasında oral ve topikal nonsteroidal antiinflamatuvar ilaçlar (NSAID'ler), asetaminofen ve opioidler bulunur(77). Eklem replasman cerrahisi, geleneksel semptomatik tedavinin tatmin edici sonuçlar vermediği durumlarda yaşam kalitesini artırmak için son evrede geriye kalan tek seçenektir. Bununla birlikte, ikincil koruma ve kortikosteroid enjeksiyonlarının eklem içi uygulamaları, hyaluronik asit enjeksiyonları, trombositten zengin plazma (PRP) veya stromal vasküler fraksiyonlu otolog mikro parçalı yağ dokusunun eklem içi uygulanması ve vezikül uygulaması dahil olmak üzere son terapötik önlemler mevcut durumu yavaşlatabilir. Diz OA'nın cerrahi tedavisinde eklem replasman cerrahisi hala altın standarttır(74).

OA için bir tedavi henüz mevcut olmadığından, OA prevalansındaki artışları azaltmak için değiştirilebilir çevresel faktörleri hedefleyen önleme stratejilerine ihtiyaç vardır (67).

4.4.2.4.1. Cerrahi tedaviler

Diz artroskopisi ve total diz artroplastisi diz osteoartritindeki cerrahi yaklaşımlardandır (78).

4.4.2.4.2. Farmakolojik tedaviler

Glukozamin ve kondroitin sülfat, parasetamol, NSAID'ler, opioidler; enjekte edilebilen: intra-artiküler (IA) kortikosteroidler ve hyaluronik asit (IAHA), trombositten zengin plazma (PRP), kök hücre tedavisi farmakolojik tedavi seçeneklerindedir (78). Topikal NSAID'lerin diz OA hastalarında 12 aylık kullanımı şiddetle tavsiye edilmiştir. Komorbid durumları olmayan diz OA'lı bireylerin oral NSAID'leri kullanması önerilir. NSAID kullanımını artmış kardiyovasküler (KV) riskle ilişkilendiren kanıtlar nedeniyle, kardiyovasküler komorbiditeleri olan ve osteoporotik hastalara herhangi bir sınıftan NSAID'ler önerilmez (78,79).

4.4.2.4.3. Non-farmakolojik tedaviler

Yapılandırılmış egzersiz programı, hasta eğitimi ve diyet ile birlikte kilo kontrolü farmakolojik olmayan, diz OA'da sıklıkla tercih edilen güvenli ve etkili yaklaşımlardır (78).

Maliyet-etkililik analizinde, konservatif tedavi aşamasında uygulanan egzersiz tedavisinin, egzersiz tedavisinin sunulmadığı zamana göre yatırılan para birimi başına daha fazla sağlık kazancıyla sonuçlandığını gösterilmiştir.

Özel ve genel egzersizler kişiselleştirilmiş bir egzersiz ve fiziksel aktivite planında birleştirilmeli ve bireysel hedef, ihtiyaç ve tercihlere göre uyarlanmalıdır(80,81).

Egzersiz dışı terapatik uygulamalar:

Masaj terapisi, transkutanöz elektriksel sinir stimülasyonu (TENS), sürekli pasif hareket (CPM), darbeli elektromanyetik alan tedavisi, düşük seviyeli lazer tedavisi (LLLT), pasif mobilizasyon, şok dalgası tedavisi, bantlama, ultrason ve termoterapi uygulanabilecek modaliteler olup, kanıt seviyeleri düşük yöntemlerdir. Diz OA'sı olan hastalarda TENS tedavisi, şiddetli ağrı nedeniyle engellenen egzersiz programını desteklemek için kısa süreli bir uygulama olarak düşünülebilir(81). Manuel terapi diz OA hastalarında ağrı, tutukluk ve fiziksel işlevi iyileştirmede etkili ve güvenli olabilir ve tamamlayıcı ve alternatif seçenekler olarak tedaviye eklenebilir(82).

4.4.2.4.4. Kanıta dayalı yaklaşımlar

Amerikan Ortopedik Cerrahlar Akademisi'nin 2021 yılında diz OA için oluşturduğu kanıta dayalı klinik uygulama kılavuzunda; topikal tedavi, denetimli egzersiz, bireysel yönetim, hasta eğitimi, oral NSAID kullanımı, oral asetaminofen ve narkotiklerin kontrendike olmadığı durumlarda diz OA tedavisinde fonksiyon, ağrı ve yaşam kalitesini iyileştirmek için kullanımını güçlü kanıtlarla destekler. Nöromüsküler eğitim ile konvansiyonel egzersiz kombinasyonu, diz osteoartritinin tedavisi için performans dayalı fonksiyon ve yürüme hızını iyileştirmek için kullanılabilir yöntemlerdendir. Eklem içi kortikosteroidler, dizde semptomatik osteoartriti olan hastalarda kısa süreli rahatlama için önerilebilirken, IAHA orta derecede kanıtlar sunarak rutin için önerilmez. Baston ve breys kullanımı, obez hastalarda kilo kontrolü, kısmi menisektomi semptomatik osteoartriti hastalar için kısa süreli rahatlama sağlayabileceği için uygun durumlarda önerilmektedir. Besin takviyeleri, manuel terapi, masaj, lazer tedavisi, akupunktur, TENS, perkütan elektriksel sinir stimülasyonu/pulsu elektromanyetik alan tedavisi, Ekstrakorporeal Şok Dalgası Tedavisi (ESWT), PRP ve denervasyon tedavisi sınırlı kanıt kalitesi ile önerilebilir. Tibial osteotomi ağrıyı azaltmak için tek kompartmanlı diz osteoartriti olan hastalarda fonksiyonu iyileştirmek için düşük kanıt kalitesine rağmen tercih edilebilir. Kuru iğneleme ve interpozisyon cihazlarının OA'da uygulanabilirliği güvenilir kanıtların yokluğu sebebiyle ek kanıt gerektirir(83). Amerikan Romatoloji Derneği bu önerilerin yanı sıra denge egzersizleri, yoga, bilişsel davranışçı terapi, akupunktur, termal yöntemler gibi terapatik uygulamalar ve radyofrekans ablasyon ve topikal kapsaisin kullanımının koşullu olarak uygulanabileceğini öne sürmüştür(5).

NSAID'lerin gastrointestinal, renal ve kardiyovasküler yan etki riskini artırdığı ve cerrahi yaklaşımların derin ven trombozu, enfeksiyon gibi tıbbi komplikasyon riskleri düşünüldüğünde, egzersiz ve kilo kaybı, uzun süreli tedavi için hem güvenli hem de etkilidir ve bunlar tüm diz OA hastalarında kullanılması önerilmektedir(78). Egzersizler, ACSM önerisine göre kuvvet egzersizi, aerobik egzersiz veya esneklik/nöromotor beceri eğitimi olarak sınıflandırılır (84). Egzersizin etkisi, egzersizin tipine ve hedef sonuca göre değişmektedir. Osteoartritte aerobik egzersizler veya zihin-beden egzersizleri, ağrı ve fonksiyonları iyileştirmede en iyi yaklaşımken, güçlendirme ve esneklik/beceri egzersizleri ise birden fazla sonuç için tedavide

kullanılabilir. Kuvvetlendirme egzersizleri manuel veya mekanik dirençlerle yapılabildiği gibi izometrik olarak da çalışılabilir. Osteoartritte quadriseps kuvvetlendirme egzersizleri kıkırdak kaybını ve hastalığın progresyonunu geriletirken buna bağlı olarak ağrıyı azaltarak fonksiyonlarda artış sağlamaktadır(8). Su içi, proprioseptif ve aerobik egzersizler de diz OA'da sıklıkla tercih edilen fizyoterapi yöntemlerindedir. Hastalarda su içi kuvvetlendirme egzersizleri eklemlerdeki yüklenmeyi azaltarak egzersizle ortaya çıkan ağrıyı azaltır ve özellikle obez hastaların zorlanabileceği egzersizlerin ağrısız yapılabilmesine izin verir (85). Su içi egzersiz, ağrı ve fonksiyonun objektif ölçümleri üzerinde güçlü faydalar göstermesine rağmen, erişilebilirlik sorunları, finansal yük ve ayrıca alımla ilgili sorunlar nedeniyle koşullu bir öneri olarak yer almaktadır(78).

4.4.2.4.5. Fizyoterapide konvansiyonel yaklaşım

Diz osteoartrinde konvansiyonel fizyoterapi, elektroterapi yöntemi olarak TENS, ultrason (US) ve ayrıca egzersiz eğitiminden oluşmaktadır. TENS, frekansı 100Hz, dalga boyu 50–100µs olacak şekilde dizin medial ve lateral eklem sınırına 20 dakika boyunca uygulanır. US ise frekansı 1 MHz, şiddeti 1 W/cm² olacak şekilde dizin medial ve lateral bölmesine 5'er dakikalık uygulamaları içerir. Egzersiz eğitimi ısınma periyodu ile başlayarak m.quadriceps, m.hamstring, m.gluteus maximusu içeren germe ve izometrik-izotonik kuvvetlendirme egzersizlerinden oluşur (86,87).

4.5. Kan Akışını Kısıtlayıcı Egzersiz

Son zamanlarda, yüksek yük direnç eğitimini tolere edemeyen kişilerde 1-RM'nin %30'u gibi düşük dirençli yüklerle yapılan güçlendirme egzersizleri sırasında, hedef kasın proksimaline pnömatik bir manşet yerleşimi ile uygulanan BFRT'nin etkileri araştırılmaktadır (28). Manşet, arteriyel kan akışını ve venöz dönüşü kısıtlayarak metabolik birikim sonucunda stimulus sağlayarak normal koşullardan daha fazla kas yorgunluğuna neden olur (28,29). Uygulanan manşon basıncı, arteriyel akıma izin verip venöz çıkışı tamamen kısıtlayacak seviyedeki arteriyel oklüzyon basıncına göre ayarlanır. Venöz kan dönüşünün azalması, kısıtlanmış ekstremitelerdeki kılcal damarlarda kan göllenmesine neden olur ve genellikle görünür eritem ile yansır. Kanın birikim seviyesi, uygulanan basınç miktarından etkilenir. Buna ek olarak, BFR koşullarında kas kontraksiyonlarında, manşetin altında kalan kasın iç

basıncında da artış olur ve kan akışı daha fazla bozulur (88). Bu hipoksi durumu, kasların motor ünite aktivasyonunu artırır, protein sentezi ve kök hücre aktivasyonu sağlayarak kas hipertrofisine yol açar (89,90). BFR eğitimi sırasında, hızlı kasılan kas lifi ateşlenmesi, artan büyüme hormonu seviyeleri ve egzersiz sonrası hipotansiyon dahil olmak üzere bazı fizyolojik değişiklikler de gözlemlenir(91). Nöromusküler gelişme açısından diğer şiddetli egzersiz protokolleri ile karşılaştırılabilir bu sebeple bir çok yazar klinik uygulamada kullanılabilecek bir araç olarak BFRT'yi önerir (17,92,93). Kuvvetlendirme egzersizlerine ihtiyaç duyulan postoperatif durumlarda, kardiyak rehabilitasyon ve inflamatuvar hastalıklarda bu yöntem yüksek yoğunluklu egzersizlerin yerini alabilir (94). Bazı derlemeler, artan kan pıhtılaşması, damar tıkanıklığı/gerginliği, iskemi reperfüzyon hasarı, kas hasarı ve eforla rhadomyolizis gibi BFRT ile ilişkili potansiyel olumsuz yan etkileri bildirmiştir ancak bu olayların çoğu geleneksel egzersize kıyasla BFRT'nin ayrıca sunduğu riskler olmadığı sonucuna varılmıştır (94). BFRT kas-iskelet sistemi bozuklukları için ortalama derecede güvenli bir uygulamadır (95).

4.5.1. BFR uygulaması

BFR hem istemli direnç egzersizleri (BFR-RE) hem de aerobik egzersiz (BFR-AE) sırasında ve ayrıca pasif egzersizsiz (P-BFR) metodu olarak uygulanabilir (94)

Birçok sistematik inceleme ve meta-analiz, BFR-RE'nin sağlıklı genç ve yetişkin popülasyonda, ve ayrıca ağır eğitim yüklerinden zarar görebilecek bireylerde kas kuvveti ve hipertrofiyi etkili bir şekilde arttırdığını göstermiştir (28,31,92). İzotonik, izometrik ve izokinetik tüm kasılma tiplerinde kuvvet sağlamanın yanı sıra hız ve patlayıcı güç kapasitesini de geliştirmektedir (96). Çoğu çalışmada BFR-RE ile kas hipertrofisi ve kuvvet adaptasyonlarının, tek başına düşük yük direnç egzersizi ile elde edilenlerden daha büyük olduğu ve 1-3 hafta içerisinde adaptasyonların oluştuğu belirtilmiştir (91).

4.5.1.1. Manşet basıncının belirlenmesi

Bir uzuvdaki kan akışını durdurmak için gereken basınç miktarı arteriyel oklüzyon basıncı (AOP) olarak tanımlanır; turnike şekli, genişliği ve uzunluğu, ekstremitenin boyu veya bireyin kan basıncı ile ilişkilidir. Egzersiz sırasında

kullanılacak olan manşon basıncı AOP'a göre ayarlanır (97). Egzersiz sırasında kan akışının durduğu noktaya kadar (%100 AOP) manşon şişirilir ve basınç not edilir (98).

Literatürde brakial sistolik kan basıncına göre basınç uygulanan çalışmalar da bulunmaktadır. BFR egzersizi sırasında, AOP'nin %40-%80'i arasında ayarlanan basınçlar pozitif etkileri sağlar ancak AOP ölçümüne dayalı olarak basıncın bireysel ayarlanması önerilir (94). Egzersizde kullanılan basınçlar, 50 mmHg gibi düşük basınçlardan 300 mmHg'ye kadar yüksek basınçlar arasında değişkenlik gösterebilir (99,100). Geniş ölçüdeki BFR manşonları, dar BFR manşonlarından daha düşük bir basınçta arteriyel kan akışını kısıtlar (89).

4.5.1.2. Egzersiz yükü, hacim, dinlenme periyotları, süre ve sıklık

Bir maksimum tekrarının (1-RM) %20-40'ına karşılık gelen yüklerle BFR egzersizleri yapan bireyler kas hipertrofisi ve gücünü maksimum düzeye çıkarabilecek adaptasyonlar geliştirirler (94).

BFR-RE literatüründe, ilk sette 30 tekrar ve sonraki her sette 15 tekrar olmak üzere dört egzersiz setinde 75 tekrar içeren bir şema mevcuttur. Bu nedenle dört sette ulaşılan (30, 15, 15, 15) 75 tekrar çoğu insanda kazanımlara yol açmak için yeterli hacimdir önerilir. Başarısızlığa kadar süren tekrar sayısı da kazanımları teşvik etmek için kullanılabilir başka bir yöntemdir ancak her zaman uygulanamayabilir (94).

BFR-RE sırasında kullanılan setler arası dinlenme süreleri genellikle kısadır ve tipik olarak kan akışını kısıtlamaya bu süre boyunca devam edilir. Literatürde dinlenme süresinin 30-60 saniye olması önerilmektedir(94).

Haftada iki gün uygulanan BFR-RE ile kas hipertrofisi ve kuvvetinde artışlar bildirilmiştir. Artan kuvvet ve hipertrofi adaptasyonları için progresif yüklenme ile haftada 2-3 gün, 3 haftadan uzun zaman diliminde BFR-RE uygulaması uygun görülmektedir (94).

5. MATERYAL ve METOT

5.1. Çalışmanın Yapıldığı Yer

Bu çalışma İstanbul Medipol Üniversitesi Güney Kampüs Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Egzersiz Salonunda gerçekleştirildi. Diz osteoartritli bireyler ise Özel İstanbul Koşuyolu Medipol Hastanesi Ortopedi Kliniğinden tarafımıza yönlendirildi. Çalışmamız İstanbul Medipol Üniversitesi Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurulu tarafından 07.08.2020 tarihinde 10840098-772.02-E.34224 sayılı karar ile onaylandı ve <https://www.clinicaltrials.gov/> sitesi üzerinden 13.10.2020 tarihinde NCT04535596 numaralı clinical trial onayı alınarak kayıt durumu genele açıldı.

5.2. Çalışma Yöntemi

Prospektif randomize kontrollü tek kör çalışma olarak dizayn edilen araştırmamız 07.12.2020-03.08.2021 tarihleri arasında gerçekleşti.

5.3. Güç Analizi

Çalışmamızın örneklem büyüklüğü, G-Power® yazılımı (sürüm 3.1.2, Universitat Dusseldorf, Almanya) ile belirlendi (101,102). Eğitimsiz bireylerde haftada 2-3 gün süreyle uygulanan BFRT'nin MRG ile kas hipertrofisi üzerindeki etkilerini bildiren önceki bir meta-analizden elde edilen verilere dayanarak (etki büyüklüğü (ES)= 0.39 [%95 GA: 0.35, 0.43]) eğitimsiz diz OA hasta popülasyonumuzda kas hipertrofisi için %95 güce ($\alpha = 0.05$) ulaşma amacıyla grup başına 19 olmak üzere toplam 38 hastaya ihtiyaç duyulacağını belirlendi (103). Kas hipertrofisi birincil sonucumuz olduğundan, örneklem büyüklüğü hesaplaması bu parametreye dayandırıldı. Bu nedenle, %20'ye varan geri çekilme riski dikkate alınarak toplam 47 birey çalışmaya dahil edildi.

5.4. Katılımcılar

Çalışmaya Aralık 2020 – Ağustos 2021 tarihleri arasında İstanbul Koşuyolu Medipol Hastanesi Ortopedi polikliniğine başvuran 234 kişiden, Amerikan Romatoloji Koleji kriterlerine (104) göre primer diz osteoartriti tanısı alan ve dahil edilme kriterlerimize uyan 40-65 yaş aralığındaki 46 birey dahil edildi.

Çalışmaya dahil edilme kriterleri:

- Kellgren ve Lawrence radyografik sınıflamasına göre (105) Grade II ve Grade III OA'ya sahip olmak

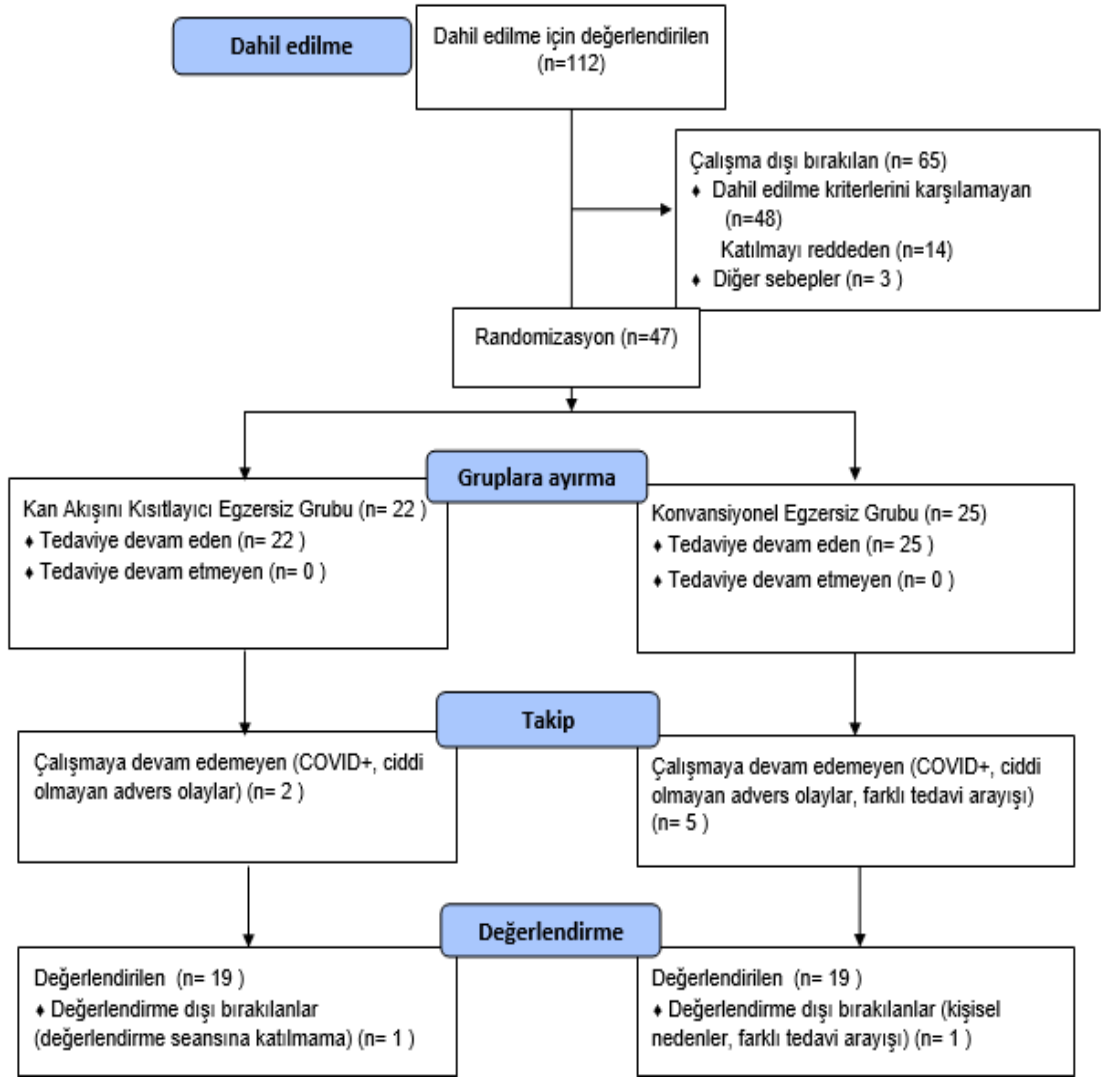
- VAS ile ölçülen diz ağrı şiddetinin 10 üzerinden en az 3, en fazla 8 olduğunu belirtmek
- 40-65 yaş aralığında olarn kadın veya erkek katılımcı olmak

Çalışmadan hariç tutma kriterleri:

- Patellar subluksasyon/dislokasyonu olmak
- Dizi ilgilendiren cerrahi veya son 6 ayda fizik tedavi/eklem içi enjeksiyon hikayesi
- Bursa, yağ yastığı, PT patolojisine bağlı diğer diz ağrısı kaynakları varlığı
- Venöz tromboz yönünden risk taşımak (son 6 ay içinde alt ekstremitte cerrahisi, yüksek tansiyon (>140/90) dahil kardiyovasküler durumlar),
- Diyabet, hamilelik, açıklanamayan göğüs ağrısı veya kalp rahatsızlığı, diğer inflamatuvar metabolik hastalık varlığı, antienflamatuvar kullanımı, fiziksel aktivite/egzersiz sırasında bayılma ve baş dönmesi gibi semptom göstermek.

Katılımcılardan 16 seans, 8 haftalık süreçte üst üste 2 seanstan fazla devamsızlık yapanlar ve COVID semptomu/pozitif test sonucu gösterenler çalışma dışı bırakıldı.

Kliniğimize başvuran 234 bireyden dahil etme kriterlerimize uyan 112 hasta değerlendirildi, 65'i çalışma dışı bırakıldı veya çalışmaya katılmayı kabul etmedi, son olarak toplamda 47 yetişkin dahil edildi ve bunlardan 9'u çalışmayı tamamlamadı. Randomizasyon kliniğe başvuru sırasına göre hastalara numaralar verilerek "rastgele sayı tablosu" metoduyla yapıldı. 38 katılımcı, 22 kişi kan akışını kısıtlayıcı egzersiz grubuna (BFRT) ve 25 kişi konvansiyonel egzersiz grubuna (KEG) randomize edildi. CONSORT çalışması akış şeması Şekil 1'de gösterildi (Şekil 5.4.1). Çalışmaya katılan bireyler çalışmanın amacı, süresi, avantajları, başvuru uygulamalar ve karşılaşılabilecek riskler ile ilgili bilgilendirilerek "Bilgilendirilmiş Gönüllü Olur Formu" ile onamları alındı (EK-1).



Şekil 5.4.1. Çalışma akış şeması

5.5. Değerlendirme Yöntemleri

Katılımcılara çalışma başında demografik tanı formu dolduruldu (Ek-2). Başlangıçta (pre) ve 8 haftalık eğitimden sonra (post): MRG üzerinden kuadriseps hipertrofisi kasın enine kesit alanı (CSA) ve kuadriseps kas hacmi (KV) ile, ağrı şiddeti görsel analog skala (VAS) ile, fonksiyonellik 30 saniye otur kalk testi (OKT), Western Ontario ve McMaster Üniversiteleri Artrit İndeksi (WOMAC), Lequesne diz indeksi ile, progresyon değerlendirmesi inflamatuvar belirteç olan yüksek duyarlı C-reaktif protein (hs-CRP) seviyesi ile ve yaşam kalitesi sağlık durumu anketi (SF-36) ile değerlendirildi. Ayrıca uyluk çevresi antropometrik ölçümleri, diz EHA ölçümleri yapıldı. Kastaki yıkımı görmek için yalnızca kreatin kinaz (CK) ölçümleri egzersiz

öncesinde ve egzersizden sonraki 2. günde yapıldı. Tedavinin sonunda başlangıca kıyasla diz sağlıklarını nasıl hissettiklerini değerlendiren bir soru yöneltildi.

5.5.1. Sonuç ölçümleri

Birincil sonuç ölçütü MRG ile ölçülen kuadriseps hipertrofisi iken, ikincil sonuç ölçümleri ise ağrı, antropometrik ölçümler, eklem hareket açıklığı ölçümleri, fonksiyonellik, yaşam kalitesi, kas yıkım seviyesi ve hastalık progresyonudur.

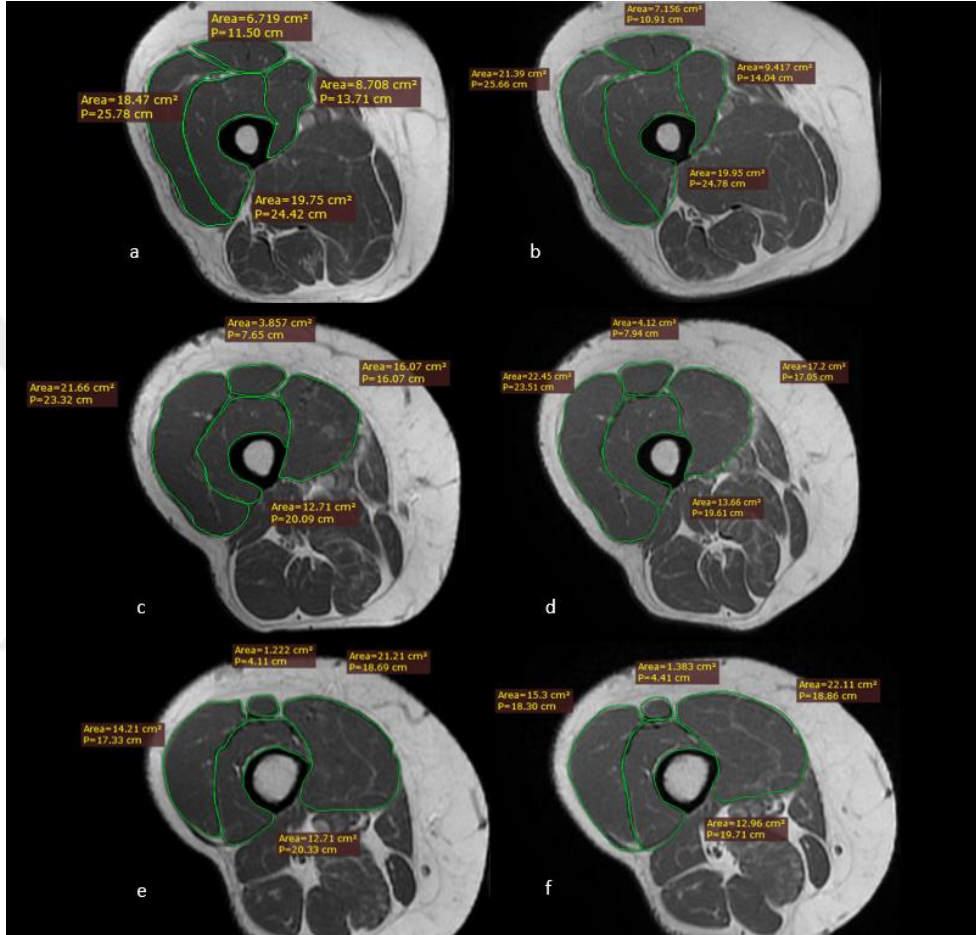
5.5.1.1. MRG analizleri

Kas hacminin değerlendirilmesi, kuvvet antrenmanı, şiddetli spor eğitimi, yaşlanma, immobilizasyon, uzay uçuşu veya nöromusküler patolojilerin neden olduğu kas hipertrofisi veya atrofisinin ölçülmesine yardımcıdır. Tracy ve arkadaşları (106), 42 bireyin her iki bacağına kuadriseps KV'sini ölçmek için 370 saatlik analiz süresinin gerekli olduğunu gözlemlemiştir. Bu nedenle birçok çalışma kas boyutunu değerlendirmek için tek bir CSA ölçümü yapmıştır (107,108), ancak tek bir CSA ölçümünün kuadriseps KV değişikliklerini tam olarak temsil etmediği de görülmektedir (106,109). Tracy ve arkadaşları 2, 4, 6, 8, 10 cm aralıklarla kesitler kullanarak kuadriseps KV'yi tahmin etmiş ve yaklaşık 4 cm'lik bir aralığı temsil eden 11-12 dilim elde etmenin, yaklaşık %99 doğrulukla bir hacim ölçümü sağladığı sonucuna varmışlardır (106). Bu sonuçlardan yola çıkarak zaman tasarrufu elde etmek amacıyla kanıtlanmış yöntemlerle 14 farklı kesimde CSA ölçümü MRG üzerinden yapıldı. Bu çalışmada, bilateral iliak omurlardan bilateral patellaya kesitsel görüntüler elde etmek için, General Electric Medical Systems (2017, Signa HD 1.5 Tesla) MRG tarayıcısı kullanıldı. Her iki uyluk kasının anatomik sınırlarını belirlemek için T1W FSE dizisi seçildi. Kuadriseps kasının tüm uzunluğunu içerecek şekilde entegre bir vücut RF bobini kullanıldı. T1W için kullanılan FSE dizi parametreleri şunlardır: tekrar süresi: 640 ms, eko süresi: 12,2 ms; görüş alanı: 440x440mm; dilim kalınlığı 1.5 mm, dilimler arası boşluk ile 8 mm idi. Kasın enine kesit alanı 14 farklı kesitte kasın yağlı kısımları çıkarılarak RadiAnt DICOM ViewerTM programı aracılığı ile hesaplandı (Şekil 5.5.1.1).

Nordez ve arkadaşları cavalieri yöntemini kullanarak %1'den daha düşük bir hacim hatası elde etmek için en az 9 dilim kullanılması gerektiğini bildirmiştir. Tahminde kullanılan dilim sayısının azaltılması, tüketilen süreyi 90dk'dan 15dk'ya

düşürür. Kasın mevcut dilimlerde ideal bir silindir şekline sahip olduğunu varsayarak kas hacmini hesaplayan Cavalieri formülü çalışmamızda kuadrisepsin hacmini hesaplamada kullanıldı (110).

$$\text{Cavalieri formülü: } KV = \sum_{i=1}^n e_i \times CSA_i$$



Şekil 5.5.1.1. Örnek bir CSA ölçümü,

- a. Egzersiz öncesi 17.kesit, b. Egzersiz sonrası 17.kesit, c. Egzersiz öncesi 23.kesit, d. Egzersiz sonrası 23.kesit, e. Egzersiz öncesi 27.kesit, f. Egzersiz sonrası 27.kesit.

5.5.1.2. Ağrı şiddetinin değerlendirilmesi

Katılımcılardan 100 mm Görsel Analog Skala (VAS) üzerinde, çömelme, merdiven çıkma, yürüme gibi günlük yaşam aktivitelerinden kaynaklanan aktivite ağrısı, gece istirahat ederken ağrıları son bir haftadaki en şiddetli ağrılarını işaretlemeleri istendi (111). Ayrıca sekiz haftalık eğitimin sonunda, katılımcılar kendi ağrılarını ve hastalık seviyelerini programa başladıkları zamana göre değerlendirip likert

üzerinde puanladılar (1- çok daha kötü, 2- daha kötü, 3- aynı, 4- daha iyi veya 5- çok daha iyi).

5.5.1.3. Antropometrik ölçümler

Uyluk çevre ölçümü patellanın 5 cm ve 10 cm üzerinden yere paralel olacak şekilde iki farklı yerden yapıldı (Resim 5.5.1.3).



Resim 5.5.1.3. Uyluk çevre ölçümleri

5.5.1.4. Eklem hareket açıklığı

Ağrılı dizin fleksiyon ve ekstansiyon eklem hareket açıklığı (EHA) "Universal Gonyometre" kullanılarak derece(°) cinsinden önceden belirlenen prosedürlere göre ölçülmüştür (112). Diz EHA, topuğu bir köpük rulo üzerinde yükseltilmiş olarak sırtüstü yatarken katılımcı ile bir gonyometre kullanılarak değerlendirildi. Diz ekstansiyonu (EXT), diz eklemine maksimum olarak uzatan katılımcılarla ölçüldü ve 0° ekstansiyondan fark olarak tanımlandı. Diz fleksiyonu (FLEX), hastalar dizlerini bükerek ve topuklarını mümkün olduğunca kalçalarına doğru kaldırırken ölçüldü. Gonyometrenin pivot noktası femur lateral kondiline, sabit kol ise bacak lateralinde femur orta hat doğrultusunda yerleştirildi, hareketli kol fibula hareketini takip edecek şekilde ölçüm yapıldı (113)(Resim 5.5.1.4).



Resim 5.5.1.4. Diz eklem hareket açıklığı ölçümleri

5.5.1.5. Fonksiyonel performansın değerlendirilmesi

Sürelili otur kalk testi (OKT), 30 s bacak gücü ve endüransını ölçmek için kullanılan bir testtir. Bireyden kolları önde çaprazlanmış, ayakları omuz genişliğinde açık olacak bir şekilde, 43-45 cm yüksekliğindeki kolçaksız sandalyeden destek almadan 30 saniyede olabildiğince çok oturup kalkması istendi ve ulaşılan sayı kaydedildi (114)(Resim 5.5.1.5).



Resim 5.5.1.5. Sürelili otur kalk testi

5.5.1.6. İnflamatuar belirteç

Rutin kontrollerde progresyonu belirlemek için hastaların hs-CRP($\mu\text{g/ml}$) değerleri ortopedist tarafından istenmektedir. Bu değerlendirme için gerekli olan kan alınmadan önce katılımcılar en az 5 dakika dinlendi ve kan örneği antekubital venden konvansiyonel klinik prosedürlerle yüksek duyarlı C-reactive protein (hs-CRP) seviyelerine bakılmak üzere alındı. Tüm numuneler Özel Medipol Hastanesi Laboratuvarında belirlenen prosedürler kullanılarak analiz edildi. Rutinde alınan kan örnekleri egzersizin OA progresyonuna olan inflamatuvar etkisini değerlendirmek amacıyla retrospektif olarak kullanıldı.

5.5.1.7. Diz fonksiyonlarının değerlendirilmesi

-Western Ontario ve McMaster Üniversiteleri Artrit İndeksi

WOMAC kalça ve diz osteoartritinin değerlendirilmesinde yaygın olarak kullanılan Türkçe geçerli ve güvenilir, osteoartrite özgü bir ölçektir (115,116). Ağrı, sertlik ve fiziksel fonksiyonu değerlendiren 24 maddeden oluşan, 0-100 arası puanların alınabildiği bir indekstir. WOMAC'ta yüksek puanlar artan ağrı, sertlik ve fiziksel fonksiyonda bozulmayı gösterir (117)(Ek-3).

-Lequesne İndeksi

Ağrı, mesafe ve fonksiyonla ilgili 10 sorudan oluşan bir değerlendirme aracıdır ve klinik sonuç çalışmalarında kullanılmaktadır. Puanların toplamı: Az (1-4), orta (5-7), şiddetli (8-10), çok şiddetli (11-13) ve aşırı şiddetli işlev bozukluğu (≥ 14) olarak sınıflandırılır (118)(Ek-4).

5.5.1.8. Yaşam kalitesinin değerlendirilmesi

Sağlıkla ilgili 36 soru içeren SF-36, genel sağlık metriklerinin özet bir profilini sunar ve daha yüksek toplam puanlar daha iyi sağlığı gösterir (119). Fiziksel fonksiyon, fiziksel rol güçlüğü, emosyonel rol güçlüğü, enerji/yorgunluk, emosyonel sağlık, sosyal fonksiyon, vücut ağrısı ve genel sağlık alt parametrelerinden oluşur(Ek-5).

5.5.2. Fizibilite ve güvenlik

Egzersizlerin fizibilitesi, 1 maksimum tekrardaki artışına bağlı olarak 2 haftalık kuvvet kazanım oranları ile incelendi. Güvenlik, egzersiz ile ilgili olumsuz olaylar açısından izlendi ve bunlarla sınırlı olmamak üzere şunlar dahil edildi: diz ağrısının

kötüleşmesi, düşmeler, diz eklem efüzyonu, diğer eklemlerde ağrı başlaması. Olumsuz olaylar, kayıt anından iki aylık çalışmanın tamamlanmasına kadar her katılımcı için belgelendi ve oluştukça çalışma ekibiyle aylık olarak gözden geçirildi.

5.6. Tedavi Programları

Katılımcılar randomize olarak ayrıldıkları KEG ve BFRT gruplarında aynı egzersizleri farklı şiddetlerde uyguladı. Tüm egzersizler fizyoterapist gözetiminde ilk hafta 2 seans, sonraki haftalarda 3 seans olacak şekilde, 8 hafta süresince gerçekleştirildi. Seanslar arasında toparlanma sağlanması için en az 2 gün ara verildi. Egzersiz programı oluşturulan bireye uygun direnç yükleri hesaplanarak tedavi bireyselleştirildi.

5.6.1. Bir maksimum tekrarın hesaplanması

OA'lı diz eklemi olan bireylerde diz ekstansiyonu ($r=0.94$) ve leg press ($r=0.98$) egzersizleri için maksimum gücü değerlendirmede tahmin denklemleri kullanıldı. Bu denklemler diz ekleminde ağrı ve şişmeyi indüklemek için daha az endişe ile kuadriseps kas gücünü değerlendirmenin bir yolunu sağlamaktadır (120). Çalışmamızda tolere edilebilecek direnç Brzycki formülü kullanılarak $1-RM=W/(1.0278-0.0278 \times R)$ tanımlandı. Bu formülde W tekrar için kullanılan ağırlığı, R ise testlemenin bırakıldığı tekrar sayısına işaret etmektedir (121). Bulunan direnç 10 RM için daha önce belirlenen 1.33 katsayısı ile çarpılarak leg press için geçerli olan 1-RM değerine ulaşıldı (120). Bireyin 10 tekrarda veya daha az kaldıracabileceğine inandığı bir yük seçildi. Bu yük 10'dan fazla tekrar yapabilenler durup 3 dakika dinlendirildi (122). Daha sonra deneğin algıladığı efor düzeyine göre yük yaklaşık %10 – 20 artırılarak test tekrarlandı. Literatürde daha yüksek tekrarlarla sonuçlanan yüklerin kuvvetten ziyade dayanıklılığına meydan okumasının daha muhtemel olduğu kabul edildiğinden 10 tekrarlık bir sınır seçilmiştir(123). Bu protokol egzersizlere başlamadan önce, 3. hafta ve 6. haftalarda tekrar gerçekleştirildi. Uygun yüzdeler hesaplanarak direnç belirlendi ve her katılımcı aynı egzersiz programını kendilerine uygun dirençlerle uyguladı. Tüm egzersizler az-orta ağrı sınırında gerçekleştirildi. Katılımcılardan egzersizler sırasında herhangi bir ağrı hissettiklerinde

bildirmeleri istendi. Yüksek şiddetli ağrı varlığında başlangıçtaki direnç %20 oranında azaltıldı.

5.6.2. Isınma periyodu

Her iki grup egzersiz öncesi yaralanma riskini azaltmak ve egzersize hazır olmak adına treadmill (DKN EcoRun) üzerinde 5-10 dakikalık submaksimal yoğunlukta yürüyüş ile seansa başladı, ardından tüm diz kaslarına germe ve patellar mobilizasyon yapıldı (Resim 5.6.2.1).



Resim 5.6.2.1. Isınma periyodu uygulamaları

5.6.3. Egzersizler

Tüm katılımcılar uzman fizyoterapist tarafından yürütülen seanslarda aşağıdaki egzersizleri progresif olarak uyguladı.

İlk hafta uygulanan egzersizler

- İzometrik quadiceps set
- Terminal diz ekstansiyonu
- 90 derece fleksiyonda diz ekstansiyonu (Resim 5.6.3.1)
- İzometrik gluteus maximus egzersizleri



Resim 5.6.3.1. 90 derece fleksiyonda diz ekstansiyonu

2. haftada eklenen egzersizler

- Dört yönlü düz bacak kaldırma egzersizleri
- Köprü egzersizi (Resim 5.6.3.2)
- Parmak ucunda yükselme (Resim 5.6.3.3)



Resim 5.6.3.2. Köprü egzersizi



Resim 5.6.3.3. Parmak ucunda yükselme

4. haftada eklenen egzersizler

- Mini squat (0-30 derece) (Resim 5.6.3.4)
- Sandalyeden desteksiz kalkma
- Theraband ile leg press egzersizi (Resim 5.6.3.5)



Resim 5.6.3.4. Mini squat (0-30 derece)



Resim 5.6.3.5. Theraband ile leg press egzersizi

6. haftada eklenen egzersizler

- Basamak inme çıkma (Resim 5.6.3.6)
- Tek ayak üzerinde yükselme egzersizleri (Resim 5.6.3.7)
- Semi squat (0-60 derece) (Resim 5.6.3.8)



Resim 5.6.3.6. Basamak inme çıkma



Resim 5.6.3.7. Tek ayak üzerinde yükselme egzersizleri



Resim 5.6.3.8. Semi squat (0-60 derece)

Egzersiz öncesinde hastalar egzersizi nasıl yapacakları ve dikkat edilmesi gerekenler konusunda bilgilendirildi. Kişi üzerinde bir deneme tekrarı yaptırıldı, başarılı tekrar sonrasında egzersiz setlerine başlandı. Seanslar sırasında egzersiz akışını ve hastanın konsantrasyonunu bozmadan egzersizden maksimum fayda sağlanması adına hasta ile diyalogta bulunulmadı, deneyimleri ve soruları ile ilgili paylaşım seans sonunda yapıldı.

Ayrıca egzersiz sırasında hastanın kardiyovasküler yanıtlarını dengede tutabilmek amacıyla hastaya normal solunum paterni öğretildi ve egzersizlerle senkronize olarak solunum paternlerini takip etmesi söylendi.

5.6.3.1. Konvansiyonel egzersiz programı

Bu gruptaki bireyler egzersizleri 1-RM'nin %60-%70 seviyesindeki direnç ile 3 set, 12-15 tekrarlı progresif dirençli olacak şekilde gerçekleştirdi. Setler arasında 30 saniyelik dinlenme periyodu verildi (124).

5.6.3.2. Kan akışını kısıtlayıcı egzersiz programı

BFR grubundaki katılımcılar, konvansiyonel egzersiz programını 1-RM'nin yaklaşık %20-30 direncinde uyguladı ancak kuvvetlendirme egzersizleri sırasında

uyuluk proksimalini çevreleyen oklüzyon manşonu (standard alt ekstremite sfigmomanometresi) kullandı. Yüz yetmiş beş milimetre genişliğinde ve 860 mm uzunluğundaki bu manşon (VBM Medizintechnik GmbH, Germany), alt ekstremitenin kan akışını orta derecede kısıtlamak için uyluğun en proksimal ucuna yerleştirerek uygulanan basınç aşağıdaki prosedür ile bireyselleştirildi (17). Egzersizler daha önce belirlenmiş olan 75 tekrarlı (30×15×15×15), 4 setlik bir protokolden oluştu (94). Setler arasında 30 saniyelik dinlenme periyotları verildi ve bu sırada manşon basıncı düşürülmedi. Eğitim protokolü sırasında kullanılan manşon basıncı, dinlenme durumundaki AOP'nin %60'ı olacak şekilde ayarlandı ve 2. sette %70'ine çıkarıldı.

Alt ekstremite arteriyel oklüzyon basıncının belirlenmesi

Hastalardan rahat bir şekilde istirahat ederken sırtüstü yatmaları istendi. Vasküler bir Doppler probu (*GE Logiq P6 Ultrasound Machine, Tampa, USA*) oskültasyon nabzını yakalamak için tibial arterin üzerine yerleştirildi. Tam kan akışı kısıtlaması için gerekli olan manşon basıncının belirlenmesi için hastanın uyluğuna bir hava manşonu takıldı ve daha sonra oskültuar nabzın kesintiye uğradığı noktaya kadar şişirildi. Bu basınç AOP olarak kaydedildi.

5.7. İstatistiksel Analiz

İstatistiksel hipotez testlerinin tamamı IBM SPSS(Statistical Package for Social Science) 26.0 programı kullanılarak yapıldı. Araştırmada istatistiksel hipotezleri değerlendirmek için güven düzeyi %95 olarak alındı.

Araştırma kapsamında elde edilen verilerin normal dağılıma uygunluğunun sınanmasında Shapiro-Wilk testi ve histogram grafiği kullanıldı. Normal dağılıma uyan ölçüm değerleri için, 2 bağımsız grup karşılaştırma testlerinden bağımsız örneklem t-testi, 2 bağımlı grup karşılaştırma testlerinde eşleştirilmiş t-testi uygun istatistiksel yöntem olarak belirlendi. Normal dağılıma uygun olmayan ölçüm değerleri için, 2 bağımsız grup karşılaştırma testlerinden Mann-Whitney U testi, 2 bağımlı grup karşılaştırma testlerinden Wilcoxon İşaretli Sıra testi kullanıldı. Hipotez bulguları değişkenlerin tanımlayıcı istatistikleri ile birlikte verildi. Tanımlayıcı istatistiklerden ortalama (\bar{X}), medyan, minimum (Min), maksimum (Maks) değerleri verildi. Demografik bulgular için de frekans analizleri yapıldı. Frekans analizlerinde gruplara ait frekans (n) ve yüzdelik (%) değerleri verildi.

Egzersiz terapisi sonrası veri sonuçlarının gruplar arasındaki klinik olarak anlamlı farklılığı araştırmak için “Cohen’s d” ile etki büyüklüğüne bakıldı. Etki büyüklüğü (d) “d” değerinin 0,2’den küçük ise zayıf, 0,5 olması durumunda orta ve 0,8’den büyük ise büyük etki, 1’den fazla olması durumunda çok büyük etki olarak yorumlanmaktadır.



6. BULGULAR

Çalışmamız, diz OA tanısı almış 47 birey ile başlayarak 38 kişi ile tamamlandı. BFRT ve KEG gruplarında sırasıyla 3 ve 6 kişi çalışmayı tamamlamadı. BFRT grubundaki hastalardan çalışma ile ilgili olmayan, yürüyüş şiddetini arttırması ile diz ekleminde oluşan ödem ile 1 kişi (%4,55), KEG grubunda artmış diz ağrısı ile 2 kişi (%9,10) ciddi olmayan advers olaylar yaşadı. Çalışmada şiddetli advers olay yaşayan hasta bulunmamaktaydı. BFRT grubunda 1 katılımcı (%4,55), KEG’de 2 katılımcı (%9,10) COVID+ tanısı alması sebebiyle ardarda 3 seansı kaçırdığı için çalışma dışı bırakıldı. Katılımcıların toplam %7,89’u ilgi kaybı, ulaşım sıkıntıları gibi “kişisel nedenlerle” takibe alınamadı. KEG grubunda 1 kişi çalışmayı durdurmak için kişisel nedenler gösterdi. BFRT grubundan 1 kişiye ulaşılamadı ve KEG grubundan 1 kişi enjeksiyon tedavisine başlamak istediği için çalışma dışı bırakıldı.

Diz OA tanılı bireyler İstanbul Medipol Üniversitesi Koşuyolu Medipol Hastanesi Ortopedi ve Travmatoloji Kliniğine başvuran diz ağrılı hastalar arasından seçildi. Bireyler konvansiyonel egzersiz grubu ve kan akışını kısıtlayıcı egzersiz grubu olarak iki gruba randomize edildi. Her iki gruba da aynı egzersiz eğitimi farklı şiddet ve yöntemler ile uygulandı. Bireyler kuadriseps hipertrofisi, ağrı şiddeti, antropometrik ölçümler, EHA, fonksiyonellik, yaşam kalitesi, kas yıkımı ve hastalığın inflamatuvar progresyonu açısından, egzersiz programı öncesinde ve 8 haftalık eğitim sonunda değerlendirildi. BFRT grubunda egzersiz eğitimi sırasında kan akışını kısıtlama için gerekli ortalama manşon basıncı $132,2 \pm 15,8$ mm Hg olarak bulundu.

Tablo 6.1’de araştırmaya katılan bireylerin demografik özelliklerine yönelik frekans analizi sonuçları gösterilmektedir (Tablo 6.1).

Tablo 6.1. Katılımcıların demografik özellikleri

Değişken	n	%	Değişken	n	%
Grup			Dominant Taraf		
BFRT	19	50	Sağ	37	97,4
KEG	19	50	Sol	1	2,6
Eğitim durumu			Ağrılı Taraf		
İlkokul	15	39,5	Sağ	24	63,2
Ortaokul	3	7,9	Sol	14	36,8
Lise	12	31,6	Bilinen Travma		
Lisans	6	15,8	ÖÇB yırtığı	5	13,2
Lisansüstü	2	5,3	Meniskal Yırtık	7	18,4
Meslek			Yok	26	68,4
Ekonomist	2	5,3	Cinsiyet		
Esnaf	1	2,6	Kadın	24	63,2
Ev Hanımı	14	36,8	Erkek	14	36,8
Kuaför	1	2,6	Yaş*	53,632 ± 8,178	
Müdür	1	2,6	Boy*	165,632 ± 10,278	
Mühendis	1	2,6	Kilo*	81,263 ± 12,176	
Öğrenci	2	5,3	VKI*	29,799 ± 4,956	
Öğretmen	2	5,3	Ağrı süresi (ay)*	26,395 ± 12,795	
Şoför	2	5,3	Genel Ağrı Şiddeti*	6,316 ± 1,646	
Yardımcı Personel	12	31,6	İyileşme*	4,842 ± 0,370	

*Ortalama ± standart sapma

Eğitim durumuna göre katılımcıların %39,5’i ilkokul, %7,9’u ortaokul, %31,6’sı lise, %15,8’i lisans, %5,3’ü lisansüstü mezunuydu. Günlük hayatta katılımcıların %97,4’ü sağ, %2,6’sı sol dominans göstermekteydi ve bunlardan %63,2’si sağ, %36,8’i sol diz ağrısından yakınmaktaydı. Dizde geçirilmiş travma olarak katılımcıların %13,2’si ÖÇB hasarı, ve %18,4’ü menisküs hasarı beyan etmişti. Ayrıca katılımcıların yaş ortalamaları 53,632 ± 8,178, boy ortalamaları 165,632 ± 10,278, kilo ortalamaları 81,263 ± 12,176, vücut kitle indeks ortalamaları 29,799 ± 4,956, ortalama ağrı süreleri 26,395 ± 12,795 ay, genel ağrı şiddeti ortalamaları 6,316 ± 1,646, iyileşme ortalamaları ise 4,842 ± 0,370 olarak bulundu.

Tablo 6.2. Başlangıç ölçümlerinin gruplar arası dağılımları

Değişken	Grup	X	Medyan	Min	Maks	Test ist	p
Yaş (yıl)	BFRT	53.263	54.000	42.000	72.000	0,322	0,751 ^M
	KEG	54.000	53.000	45.000	72.000		
Boy (cm)	BFRT	163.579	163.000	150.000	188.000	-1,240	0,223 ^T
	KEG	167.684	167.000	150.000	188.000		
Kilo (kg)	BFRT	83.842	83.000	70.000	106.000	1,319	0,198 ^T
	KEG	78.684	81.000	56.000	106.000		
VKİ (kg/m ²)	BFRT	31.495	31.239	24.163	40.000	2,218	0,033^T
	KEG	28.103	27.435	20.080	40.000		
Enine kesit alanı (cm ²)	BFRT	565,864	578,420	340,400	816,560	-2,424	0,014^M
	KEG	470,457	451,000	256,970	782,730		
Hacim (cm ³)	BFRT	1126,812	1166,090	714,840	1551,460	-2,584	0,009^M
	KEG	914,703	929,370	436,850	1628,080		
Ağrı							
Dinlenme	BFRT	2,526	2,000	0,000	6,000	0,623	0,563 ^M
	KEG	2,842	3,000	0,000	6,000		
Aktivite	BFRT	5,053	5,000	2,000	9,000	2,155	0,038^T
	KEG	3,895	4,000	0,000	6,000		
Gece	BFRT	1,842	2,000	0,000	3,000	0,156	0,885 ^M
	KEG	2,000	2,000	0,000	3,000		
Çevre Ölçümü							
5 cm	BFRT	41,816	42,500	37,000	47,300	-0,209	0,835 ^T
	KEG	42,026	42,000	37,000	48,000		
10 cm	BFRT	51,816	52,000	45,300	60,000	-0,015	1,000 ^M
	KEG	51,858	52,000	44,800	59,500		
Eklem Hareket Açıklığı							
Fleksiyon (°)	BFRT	127,316	130,000	70,000	140,000	0,090	0,931 ^M
	KEG	128,421	132,000	70,000	140,000		
Ekstansiyon (°)	BFRT	1,579	0,000	0,000	5,000	0,659	0,583 ^M
	KEG	1,895	0,000	0,000	5,000		
Sürekli Otur Kalk Testi							
	BFRT	12,632	13,000	10,000	15,000	-1,461	0,154 ^M
	KEG	11,895	12,000	10,000	14,000		
hs-CRP (µg/ml)							
	BFRT	4,430	2,800	0,770	12,700	-0,965	0,339 ^M
	KEG	3,351	2,200	0,100	12,700		
CK (U/L)							
	BFRT	133,579	118,000	60,000	281,000	-0,293	0,773 ^M
	KEG	152,000	118,000	60,000	463,000		
WOMAC İndeksi							
Toplam	BFRT	43,941	33,400	17,700	82,300	0,335	0,740 ^T
	KEG	42,026	39,000	17,700	82,300		
Ağrı	BFRT	10,368	9,000	2,000	16,000	0,358	0,729 ^M
	KEG	10,684	10,000	2,000	16,000		
Tutukluk	BFRT	4,105	4,000	1,000	7,000	0,651	0,519 ^T
	KEG	3,737	4,000	1,000	7,000		
Fonksiyon	BFRT	28,684	22,000	9,000	59,000	-0,490	0,644 ^M
	KEG	26,000	23,000	9,000	59,000		
Lequesne İndeksi							
Toplam	BFRT	12,421	11,000	9,000	16,000	-0,600	0,583 ^M
	KEG	11,947	11,000	9,000	15,000		

Ağrı	BFRT	5,000	5,000	4,000	7,000	-1,490	0,172 ^M
	KEG	4,474	4,000	3,000	6,000		
Mesafe	BFRT	2,421	2,000	1,000	5,000	-0,119	0,931 ^M
	KEG	2,316	2,000	1,000	4,000		
Fonksiyon	BFRT	5,000	5,000	3,000	7,000	0,334	0,751 ^M
	KEG	5,158	5,000	3,000	7,000		
SF-36 Yaşam Kalitesi İndeksi							
Fiziksel	BFRT	56,316	65,000	25,000	70,000	1,780	0,103 ^M
Fonksiyon	KEG	63,158	65,000	25,000	70,000		
Fiziksel	BFRT	26,316	25,000	0,000	100,000	0,384	0,773 ^M
Rol Güçlüğü	KEG	30,263	25,000	0,000	100,000		
Emosyonel	BFRT	59,647	100,000	0,000	100,000	-0,482	0,665 ^M
Rol Güçlüğü	KEG	52,632	66,700	0,000	100,000		
Enerji/ Yorgunluk	BFRT	55,526	50,000	25,000	80,000	1,349	0,201 ^M
Emosyonel	KEG	61,579	50,000	25,000	80,000		
Sağlık	BFRT	69,132	72,000	37,500	88,000	1,570	0,130 ^M
Sosyal	KEG	76,500	80,000	37,500	88,000		
Fonksiyon	BFRT	61,474	62,500	12,500	75,000	1,252	0,246 ^M
Vücut Ağrısı	KEG	69,026	75,000	56,000	100,000		
Genel sağlık	BFRT	52,126	55,000	10,000	77,600	1,165	0,258 ^M
	KEG	59,900	55,000	12,500	77,700		
	BFRT	62,632	70,000	35,000	75,000	1,066	0,311 ^M
	KEG	68,684	70,000	40,000	85,000		

X: Ortalama, Min: Minimum, Maks: Maksimum, M: Mann-Whitney U testi, T: Bağımsız örneklem t-testi, BFRT: Kan akışını kısıtlayıcı egzersiz grubu, KEG: konvansiyonel egzersiz grubu

VKI, CSA, MV ve gece ağrı seviyeleri gruplar arasında istatistiksel farklılık oluşturdu ($p < 0.05$). Bu bulgular, BFRT grubundaki katılımcıların VKI, CSA, MV ve gece ağrı seviyelerinin başlangıç değerlerinin KEG'e göre daha yüksek olduğunu gösterdi. Diğer parametrelerde ise anlamlı farklılık bulunmadı ($p > 0,05$) (Tablo 6.2).

Tablo 6.3. Kuadriseps enine kesit alanı ve hacim ölçümlerinin ön ve son teste göre değişimlerinin grup içi karşılaştırılması

Değişken	Grup	Zaman	X	Medyan	Min	Maks	Test	
							ist	p
CSA (cm ²)	BFRT	Ön	470,457	451,000	256,970	782,730	-	<0,001^E
		Son	517,462	502,000	261,000	816,260	4,543	
	KEG	Ön	556,864	578,420	340,400	816,560	-	<0,001^E
		Son	641,152	647,050	384,050	872,100	5,591	
KV (cm ³)	BFRT	Ön	1126,812	1166,090	714,840	1551,460	3,622	<0,001^W
		Son	1281,553	1318,390	784,050	1831,410		
	KEG	Ön	914,703	929,370	436,850	1628,080	2,616	0,009^W
		Son	973,228	933,910	508,950	1795,770		

X: Ortalama, Min: Minimum, Maks: Maksimum, E: Eşleştirilmiş t-testi, W: Wilcoxon İşaretli Sıra testi, CSA: Kuadriseps enine kesit alanı, KV: Kuadriseps hacmi, BFRT: Kan akışını kısıtlayıcı egzersiz grubu, KEG: konvansiyonel egzersiz grubu

Tablo 6.3'te BFRT ve konvansiyonel egzersiz gruplarında ölçülen kuadriseps CSA ve KV ölçümlerinin ön ve son test değişimleri eşleştirilmiş t-testi ve Wilcoxon İşaretli Sıra testi sonuçları ile gösterilmektedir. Test sonuçlarına göre, BFRT ve konvansiyonel egzersiz gruplarında kuadriseps CSA ve KV ölçümleri son testte, ön teste göre değişimi anlamlı düzeyde yüksekti ($p < 0.05$) (Tablo 6.3).

Kuadrisepsin CSA'sı için etki büyüklükleri, BFRT($d=1,610$) ve KEG($d=1,370$) ve KV için, BFRT($d=0,950$) ve KEG($d=0,680$) değerlendirildiğinde, ön test-son test karşılaştırmalarındaki ortalama artış, etki büyüklüklerine göre BFRT grubu lehineydi.

Tablo 6.4. İstirahat ağrı şiddeti, aktivite ile ağrı şiddeti ve gece ağrı şiddet düzeylerinin ön ve son teste göre grup içi değişimlerinin karşılaştırılması

Değişken	Grup	Zaman	X	Medyan	Min	Maks	Test ist	p
A-Ağrı Seviyesi	BFRT	Ön	5,894	6,000	3,000	8,000	-6,216	<0,001 ^E
		Son	2,526	2,000	0,000	6,000		
	KEG	Ön	6,632	7,000	4,000	8,000	-3,667	<0,001 ^W
		Son	2,842	3,000	0,000	6,000		
R-Ağrı Seviyesi	BFRT	Ön	5,053	5,000	2,000	9,000	-3,835	<0,001 ^W
		Son	0,053	0,000	0,000	1,000		
	KEG	Ön	3,895	4,000	0,000	6,000	-3,742	<0,001 ^W
		Son	0,263	0,000	0,000	1,000		
N-Ağrı Seviyesi	BFRT	Ön	1,842	2,000	0,000	3,000	-3,473	<0,001 ^W
		Son	0,526	0,000	0,000	1,000		
	KEG	Ön	2,000	2,000	0,000	3,000	-3,716	<0,001 ^W
		Son	0,158	0,000	0,000	1,000		

X: Ortalama, Min: Minimum, Maks: Maksimum, E: Eşleştirilmiş t-testi, W: Wilcoxon İşaretli Sıra testi, R-Ağrı: İstirahat ağrı şiddeti, A-Ağrı: Aktivite ile ağrı şiddeti, N-Ağrı: Gece ağrı şiddeti, BFRT: Kan akışını kısıtlayıcı egzersiz grubu, KEG: Konvansiyonel egzersiz grubu

Tablo 6.4'te istirahat ağrı şiddeti, aktivite ile ağrı şiddeti ve gece ağrı şiddet düzeylerinin ön ve son test değişimlerine göre eşleştirilmiş t-testi ve Wilcoxon İşaretli Sıra testi sonuçları BFRT ve KEG'e göre gösterilmektedir. Test sonuçları, istirahat ağrı şiddeti, aktivite ile ağrı şiddeti ve gece ağrı şiddet düzeylerinin son teste ön teste kıyasla anlamlı ölçüde istatistiksel olarak düşük olduğunu tespit etti ($p < 0,05$) (Tablo 6.4).

Aktivite ağrı şiddet düzeylerindeki ortalama artış etki büyüklüğüne göre BFRT grubu lehine bulundu (BFRT ($d=1,430$), KEG ($d=1,000$)). İstirahat ile ağrı şiddeti ve gece ağrı şiddeti düzeylerindeki ön test-son test karşılaştırmalarındaki ortalama artış ise, etki büyüklüğüne göre her iki grupta da birbirine yakındı (BFRT ($d=1,000$), KEG ($d=1,000$)).

Katılımcılara yöneltilen ağrı ve fonksiyonlarındaki iyileşme seviyesini sorgulayan sorunun cevapları değerlendirildiğinde 38 katılımcıdan %84,21'i ($n=32$) "5:Çok daha iyi", %15,79'u ($n=6$) "4: Daha iyi" cevabını vermişti. BFRT grubundaki

“5” yanıtı katılımcıların %89,47’sinden, “4” yanıtı ise %10,53’ünden gelmekteydi. KEG’de ise katılımcıların %78,95’i (n=15) “5” cevabını, %21,05’i (n=4) ise “4” cevabını vermişti.

Tablo 6.5. Patellanın 5 ve 10 cm üzerinden yapılan uyluk çevre ölçümlerinin ön ve son teste göre grup içi değişimlerinin karşılaştırılması

Değişken	Grup	Zaman	X	Medyan	Min	Maks	Test ist	p
Çevre 1 (cm)	BFRT	Ön	41,816	42,500	37,000	47,300	1,857	0,063 ^W
		Son	42,953	42,800	38,000	55,000		
	KEG	Ön	42,026	42,000	37,000	48,000	-1,568	0,134 ^E
		Son	43,184	42,700	38,000	55,000		
Çevre 2 (cm)	BFRT	Ön	51,726	52,000	45,700	60,300	0,616	0,538 ^W
		Son	51,816	52,000	42,300	60,000		
	KEG	Ön	51,858	52,000	44,800	59,500	-0,009	0,993 ^E
		Son	51,863	52,000	42,700	61,000		

X: Ortalama, Min: Minimum, Maks: Maksimum, E: Eşleştirilmiş t-testi, W: Wilcoxon İşaretli Sıra testi, Çevre 1: Patellanın 5 cm üzerinden çevre ölçümü, Çevre 2: Patellanın 10 cm üzerinden çevre ölçümü, BFRT: Kan akışını kısıtlayıcı egzersiz grubu, KEG: Konvansiyonel egzersiz grubu

Tablo 6.5’te çalışma grupları patellanın 5 ve 10 cm üzerinden ölçülen iki ayrı uyluk çevre ölçümlerindeki ön ve son test değişimlerine göre testlenmiştir. Sonuçlar, uyluk çevre ölçümleri açısından ön ve son testte grup içi istatistiksel bir fark göstermedi ($p>0,05$) ancak son test ölçümlerinin ortalaması ön teste göre yüksekti (Tablo 6.5).

Tablo 6.6. Diz eklem hareket açıklıklarının ön ve son teste göre grup içi değişimlerinin karşılaştırılması

Değişken	Grup	Zaman	X	Medyan	Min	Maks	Test ist	p
Flexiyon (⁰)	BFRT	Ön	127,316	130,000	70,000	140,000	-3,069	0,002^w
		Son	137,368	140,000	115,000	140,000		
	KEG	Ön	128,421	132,000	70,000	140,000	-2,278	0,023^w
		Son	133,316	140,000	40,000	140,000		
Ekstansiyon (⁰)	BFRT	Ön	5,263	5,000	0,000	15,000	-3,276	<0,001^w
		Son	1,579	0,000	0,000	5,000		
	KEG	Ön	5,737	5,000	0,000	12,000	-3,346	<0,001^w
		Son	1,895	0,000	0,000	5,000		

X: Ortalama, Min: Minimum, Maks: Maksimum, E: Eşleştirilmiş t-testi, W: Wilcoxon İşaretli Sıra testi, Flex: Dizin fleksiyon açısı, Ext: Dizin ekstansiyon açısı, BFRT: Kan akışını kısıtlayıcı egzersiz grubu, KEG: Konvansiyonel egzersiz grubu

Tablo 6.6’da gruplar bazında ölçülen dizin EHA ön ve son test değişimlerine göre eşleştirilmiş t-testi ve Wilcoxon İşaretli Sıra testi sonuçları gösterilmektedir. Test sonuçlarına göre, BFRT ve KEG bazında ölçülen dizin fleksiyon ve ekstansiyon açısı ön ve son teste göre değişimleri istatistiksel olarak anlamlı bulundu ($p < 0,05$). Son testte fleksiyon açıları artmış, ekstansiyon açıları azalmıştı (Tablo 6.6). Dizin fleksiyon açısı için BFRT ($d=1,000$), konvansiyonel egzersiz ($d=0,710$) grupları değerlendirildiğinde, ön test son test karşılaştırmalarındaki ortalama artış, etki büyüklüklerine göre BFRT grubu lehine bulundu. Dizin ekstansiyon açı düzeyleri için BFRT ($d=1,000$), KEG ($d=1,000$) grupları değerlendirildiğinde, ön test son test karşılaştırmalarındaki ortalama artış, etki büyüklüklerine göre BFRT ve KEG’de birbirine yakın bulundu.

Tablo 6.7. Süreli otur kalk testi, hs-CRP ve CK düzeylerinin ön ve son teste göre grup içi değişimlerinin karşılaştırılması

Değişken	Grup	Zaman	X	Medyan	Min	Maks	Test ist	p
OKT	BFRT	Ön	12,632	13,000	10,000	15,000	-7,519	<0,001 ^E
		Son	14,474	15,000	12,000	17,000		
	KEG	Ön	11,895	12,000	10,000	14,000	3,761	<0,001 ^W
		Son	14,211	14,000	12,000	17,000		
hs-CRP (µg/ml)	BFRT	Ön	4,430	2,800	0,770	12,700	-0,645	0,519 ^W
		Son	3,732	3,800	0,700	6,300		
	KEG	Ön	3,351	2,200	0,100	12,700	-0,121	0,904 ^W
		Son	2,837	2,500	0,900	6,200		
CK (U/L)	BFRT	Ön	101,26	82,000	58,000	272,00	-2,377	0,017 ^W
		Son	133,57	118,000	60,000	281,000		
	KEG	Ön	101,579	84,000	56,000	272,000	-2,701	0,007 ^W
		Son	152,000	118,000	60,000	463,000		

X: Ortalama, Min: Minimum, Maks: Maksimum, E: Eşleştirilmiş t-testi, W: Wilcoxon İşaretili Sıra testi, OKT: süreli otur kalk testi, hs-CRP: yüksek duyarlı C reaktif protein , CK:kreatin kinaz, BFRT: Kan akışımı kısıtlayıcı egzersiz grubu, KEG: konvansiyonel egzersiz grubu

Tablo 6.7’de gruplarda değerlendirilen 30 saniye otur kalk testi, inflamatuvar OA progresyonu ve kaslardaki hasar düzeylerinin ön-son test grup içi değişimlerinden, 30 saniye otur kalk testi ve CK düzeyleri yönünde istatistiksel olarak anlamlıydı ($p<0,05$). Kaslardaki hasar düzeyleri ön test düzeylerinden anlamlı ölçüde yüksekti (Tablo 6.7). Kaslardaki hasara yönelik CK düzeyleri karşılaştırıldığında ortalama artış, etki büyüklüklerine göre KEG grubu lehine bulundu (BFRT ($d=0,620$), KEG ($d=0,710$)).

Ayrıca son testte ölçülen süreli otur kalk testi skorlarının ön testten anlamlı ölçüde yüksek olduğu görüldü ($p<0,05$). Ön test-son test karşılaştırmalarındaki ortalama artış, etki büyüklüğüne göre BFRT grubu lehine bulundu (BFRT ($d=1,730$), KEG ($d=1,000$)).

Tablo 6.8. Western Ontario ve McMaster Üniversiteleri Artrit İndeks değerlerinin ön ve son teste göre değişimlerinin grup içi karşılaştırılması

Değişken	Grup	Zaman	X	Medyan	Min	Maks	Test ist	p
Genel	BFRT	Ön	43,941	33,400	17,700	82,300	-3,827	<0,001 ^W
		Son	16,919	18,750	4,160	25,000		
	KEG	Ön	42,026	39,000	17,700	82,300	-3,834	<0,001 ^W
		Son	16,651	18,750	4,160	25,000		
Ağrı	BFRT	Ön	10,368	9,000	2,000	16,000	-3,838	<0,001 ^W
		Son	4,000	4,000	0,000	9,000		
	KEG	Ön	10,684	10,000	2,000	16,000	-3,846	<0,001 ^W
		Son	4,421	4,000	0,000	9,000		
Tutukluk	BFRT	Ön	4,105	4,000	1,000	7,000	-3,592	<0,001 ^W
		Son	2,474	2,000	0,000	6,000		
	KEG	Ön	3,737	4,000	1,000	7,000	4,468	<0,001 ^E
		Son	2,000	2,000	0,000	4,000		
Fonksiyon	BFRT	Ön	28,684	22,000	9,000	59,000	-3,833	<0,001 ^W
		Son	9,684	11,000	2,000	13,000		
	KEG	Ön	26,000	23,000	9,000	59,000	-3,845	<0,001 ^W
		Son	9,526	11,000	2,000	13,000		

X: Ortalama, Min: Minimum, Maks: Maksimum, E: Eşleştirilmiş t-testi, W: Wilcoxon İşaretli Sıra testi, BFRT: Kan akışını kısıtlayıcı egzersiz grubu, KEG: Konvansiyonel egzersiz grubu

Tablo 6.8’de WOMAC skorlarının grup içi ön-son test değişimlerinin eşleştirilmiş t-testi ve Wilcoxon İşaret Sıra testi sonuçları gösterilmektedir. Test sonuçlarına göre, ön ve son teste göre WOMAC skor değişimleri istatistiksel olarak anlamlıydı ($p < 0,05$). Bu bulgular, son testteki WOMAC skorlarındaki anlamlı düşüşü göstermekteydi (Tablo 6.8). WOMAC genel skorları, ağrı, tutukluk ve fonksiyon alt boyut puanları için BFRT ($d=1,000$), KEG ($d=1,000$) grupları değerlendirildiğinde, ön test-son test karşılaştırmalarındaki ortalama artış, etki büyüklüğüne göre BFRT ve KEG’de birbirine yakın bulundu.

Tablo 6.9. Lequesne algofonksiyonel diz indeksi genel skorları ve alt boyutlarına ait ölçümlerin ön ve son teste göre değişimlerinin grup içi karşılaştırılması

Değişken	Grup	Zaman	X	Medyan	Min	Maks	Test ist	p
Toplam	BFRT	Ön	12,421	11,000	9,000	16,000	-3,846	<0,001 ^W
		Son	6,053	6,000	2,000	9,000		
	KEG	Ön	11,947	11,000	9,000	15,000	-3,852	<0,001 ^W
		Son	5,526	6,000	2,000	8,000		
Ağrı	BFRT	Ön	5,000	5,000	4,000	7,000	-3,868	<0,001 ^W
		Son	1,947	2,000	0,000	4,000		
	KEG	Ön	4,474	4,000	3,000	6,000	-3,948	<0,001 ^W
		Son	1,632	2,000	0,000	3,000		
Mesafe	BFRT	Ön	2,421	2,000	1,000	5,000	-2,754	0,006 ^W
		Son	1,737	2,000	1,000	2,000		
	KEG	Ön	2,316	2,000	1,000	4,000	-3,153	0,002 ^W
		Son	1,421	1,000	0,000	2,000		
Fonksiyon	BFRT	Ön	5,000	5,000	3,000	7,000	-3,880	<0,001 ^W
		Son	2,158	2,000	0,000	4,000		
	KEG	Ön	5,158	5,000	3,000	7,000	-3,941	<0,001 ^W
		Son	2,263	2,000	0,000	4,000		

X: Ortalama, Min: Minimum, Maks: Maksimum, W: Wilcoxon İşaretili Sıra testi, BFRT: Kan akışını kısıtlayıcı egzersiz grubu, KEG: Konvansiyonel egzersiz grubu

Lequesne algofonksiyonel diz indeksi, toplam skorları ve alt boyutlarına ait ölçümlerin grup içi değişimleri istatistiksel olarak anlamlılık göstermekteydi ($p < 0,05$) (Tablo 6.9). Gruplar bazında son testte ölçülen Lequesne anketi toplam puanları ve alt boyutlarına ait skorlar ön testten anlamlı düzeyde daha düşüktü (Tablo 6.9). Toplam ve alt boyut skorları değerlendirildiğinde, ön test son test grup içi karşılaştırmalarındaki ortalama artış, etki büyüklüklerine göre gruplar arasında fark oluşturmadı (BFRT ($d=1,000$), KEG ($d=1,000$)).

Tablo 6.10. SF-36 yaşam kalitesi ölçeği ve alt boyutlarına ait ölçüm puanlarının ön ve son teste göre değişimlerinin grup içi karşılaştırılması

Değişken	Grup	Zaman	X	Medyan	Min	Maks	Test ist	p
Fiziksel Fonksiyon	BFRT	Ön	56,316	65,000	25,000	70,000	3,861	<0,001^W
		Son	78,158	80,000	60,000	90,000		
	KEG	Ön	63,158	65,000	25,000	70,000	3,890	<0,001^W
		Son	82,368	80,000	70,000	90,000		
Fiziksel Güçlüğü	BFRT	Ön	26,316	25,000	0,000	100,000	3,140	0,002^W
		Son	53,947	50,000	0,000	100,000		
	KEG	Ön	30,263	25,000	0,000	100,000	2,887	0,004^W
		Son	55,263	75,000	25,000	100,000		
Emosyonel Güçlüğü	BFRT	Ön	59,647	100,000	0,000	100,000	2,530	0,011^W
		Son	92,984	100,000	33,300	100,000		
	KEG	Ön	52,632	66,700	0,000	100,000	2,887	0,004^W
		Son	96,495	100,000	66,700	100,000		
Enerji/Yorgunluk	BFRT	Ön	55,526	50,000	25,000	80,000	3,066	0,002^W
		Son	59,737	50,000	40,000	85,000		
	KEG	Ön	61,579	50,000	25,000	80,000	3,127	0,002^W
		Son	65,526	60,000	40,000	85,000		
Emosyonel Sağlık	BFRT	Ön	69,132	72,000	37,500	88,000	2,807	0,005^W
		Son	72,632	76,000	44,000	92,000		
	KEG	Ön	76,500	80,000	37,500	88,000	2,228	0,026^W
		Son	79,789	80,000	56,000	92,000		
Sosyal Fonksiyon	BFRT	Ön	61,474	62,500	12,500	75,000	1,123	0,221 ^W
		Son	67,116	75,000	37,500	87,500		
	KEG	Ön	69,026	75,000	56,000	100,000	0,405	0,685 ^W
		Son	69,084	75,000	37,500	87,500		
Vücut Ağrısı	BFRT	Ön	52,126	55,000	10,000	77,600	3,526	<0,001^W
		Son	78,558	77,500	47,500	100,000		
	KEG	Ön	59,900	55,000	12,500	77,700	3,424	0,001^W
		Son	82,368	77,500	55,000	100,000		
Genel sağlık	BFRT	Ön	62,632	70,000	35,000	75,000	2,333	0,020^W
		Son	64,737	70,000	35,000	75,000		
	KEG	Ön	68,684	70,000	40,000	85,000	2,165	0,030^W
		Son	71,842	75,000	50,000	80,000		

X: Ortalama, Min: Minimum, Maks: Maksimum, W: Wilcoxon İşaretli Sıra testi, BFRT: Kan akışını kısıtlayıcı egzersiz grubu, KEG: Konvansiyonel egzersiz grubu

BFRT ve konvansiyonel egzersiz grupları bazında değerlendirilen yaşam kalitesi alt boyutlarından fiziksel fonksiyon, fiziksel ve emosyonel rol güçlüğü, enerji/yorgunluk, emosyonel sağlık ve vücut ağrısı ölçüm puanlarının ön ve son teste göre değişimleri istatistiksel olarak anlamlıydı ($p < 0,05$) (Tablo 6.10). Bu bulgulara

göre, son testte ölçülen bu değişkenlerin puanlarının ön testte ölçülen skorlardan anlamlı düzeyde yüksek olduğu görüldü (Tablo 6.10). Fiziksel fonksiyon, fiziksel ve emosyonel rol güçlüğü, enerji/yorgunluk, emosyonel sağlık ve vücut ağrısı ölçüm puanları ön test son test karşılaştırmalarındaki ortalama artış, etki büyüklüğüne göre BFRT ve KEG birbirine yakın bulunmuştur (BFRT (d=1,000), KEG (d=1,000)). Ayrıca genel sağlık ölçüm puanlarındaki artış BFRT grubu lehineydi (BFRT(d=1,000), KEG (d=0,830)).



7. TARTIŞMA

Diz osteoartriti (OA), dünya çapında en sık görülen, engellilik, inaktivite ve ağrıya sebep olan major eklem hastalıklarındandır. Yüksek prevalansı sebebiyle dünya çapında bu hastalıktan yakınan 250 milyon birey vardır. Diz OA'nın primer semptomatik tedavisi terapatik egzersizdir ancak bazen yüksek ağrı şiddeti varlığı veya egzersiz ile artan ağrı şiddeti sebebiyle OA hastalarının egzersiz yapmaktan kaçındığı görülmektedir. Düşük direnç seviyelerinde kuvvetlendirme egzersizi yaptırmayı mümkün kılan BFR eğitimi diz OA hastalarında ağrıyı şiddetlendirmeden kazanımlar sağlayabilir ve konvansiyonel egzersizlere alternatif veya ek olarak uygulanabilir. Bu nedenle randomize kontrollü çalışma olarak dizayn ettiğimiz prospektif çalışmamızın amacı, kronik diz osteoartritli bireylerde kan akışını kısıtlayıcı egzersizin kuadriseps enine kesit alanı ve volümüne etkisini araştırmak idi. Hipotezimiz, kan akışını kısıtlayıcı egzersizin konvansiyonel yüksek şiddetli egzersizden daha fazla veya benzer hipertrofi ve fonksiyonellik sağlarken ağrıyı azaltmada daha etkin olacağı yönündedir.

Bu çalışmada diz OA tanısı alan kişilere konvansiyonel egzersiz ve kan akışını kısıtlayıcı egzersizler uygulandı. Bireyler MRG analizleri ile kas hipertrofisi, ağrı şiddeti, antropometrik ölçümler, EHA, fonksiyonellik düzeyleri ve yaşam kalitesi açısından değerlendirildi. Çalışma sonunda her iki grupta da kuadriseps kesit alanı ve volümünde artış görüldü. Aynı zamanda egzersiz sonrası grupların ağrı şiddeti, diz EHA, fonksiyonel düzey ve yaşam kalitesi skorları başlangıç değerlerine göre anlamlı gelişim gösterdi. İki grupta da çevre ölçümleri ve hs-CRP düzeyleri açısından tedavi sonrasında değişim bulunmadı. Kuadriseps kesit alanı, volüm, fleksiyon EHA, süreli otur kalk testi ve yaşam kalitesini değerlendiren SF-36'nın genel skorlarındaki değişim BFRT grubunda daha fazla etki göstermiştir. Aktivite ağrısı değerleri BFRT lehinedir ve aktivite ağrısı, ekstansiyon, WOMAC, Lequesne ve SF-36'nın alt parametreleri her iki grupta da benzer farklılıklara yol açmıştır. Hipotezimize uyumlu olarak, BFRT uygulamasının diz ağrısını azaltırken, konvansiyonel egzersiz grubuna benzer veya KEG'den daha iyi derecelerde gelişmelere yol açtığı gösterilmiştir.

Diz OA prevalansı 40 yaş ve üzeri bireylerde %22,9, kadınlarda %21,7 iken, erkeklerde %11,9'dur. Kadınlarda diz OA görülme prevalansı erkeklerden yaklaşık 1.69 kat fazladır (125). Çalışmamıza dahil edilen hastalar da cinsiyete göre OA

prevalansını karşılamaktadır. Dahil edilen katılımcıların ortalama yaşları 53,63 ve bunlardan %63,2'si kadın, %36,8'i erkek biyolojik cinsiyetindedir. Kadın erkek oranımız 1,72 ile genel popülasyon oranı olan 1,69'a yakın bir rakamdır. Çalışma için seçtiğimiz popülasyon, cinsiyet açısından genel popülasyona uygun gözükmektedir.

Literatüre bakıldığında günümüze kadar kan akışını kısıtlayıcı egzersizin sağlıklı genç, erişkin ve yaşlı bireylerde kullanımının yanı sıra üst ve alt ekstremitelerde problemleri, metabolik bozukluk, koroner arter hastalığı ve aerobik kapasiteyi artırmada kullanımına veya protokol çalışmalarına rastlanmıştır (126–131). Dizde postoperatif ön çapraz bağ rekonstrüksiyonu ve diz artroplastisi sonrasında, patellofemoral ağrı sendromu ve ön diz ağrısı olanlarda düşük yüklerle hipertrofi yaratmak amacıyla kan akışını kısıtlayıcı egzersiz yöntemi kullanılmıştır(132–137). Semptomatik diz OA riski olan kadın ve erkeklerde düşük yüklü BFRT egzersizlerinin faydalarını araştıran randomize kontrollü çalışmalar ve bunların yanı sıra spesifik BFRT yönteminin OA'lı yaşlı yetişkinlerde uygulanmasına ilişkin bir dizayn çalışması, diz OA'lı olan hastalarda çok düşük yük ve düşük hacim ile BFRT etkilerini araştırarak randomize bir çalışma için protokol çalışmalarının mevcudiyeti görülmüştür (17,138–141). Literatürde diz OA rehabilitasyon yöntemi olarak BFRT seanslarını uygulayan ve kasın volümetrik ölçümleri ile fonksiyon ve kandaki inflamatuvar progresyonu değerlendiren çalışmalara rastlanmamıştır.

Literatürde kan akışını kısıtlayıcı egzersizlerin 1-RM'nin %20 ile %40 arasında değişen düşük (17,136,142) ve 1-RM'nin %70'inde yüksek yoğunluktaki(143,144) farklı uygulama şekilleri görülmüştür. Çalışmamızda daha az ağrı şiddeti oluşturmak için literatür araştırmamızdan yola çıkarak düşük yoğunluktaki BFRT egzersizleri kullanılmıştır.

Ferraz ve arkadaşları eğitim protokollerinde AOP'nin %70'inde manşon basıncı kullanmış ve tam kan akışı kısıtlaması için gerekli ortalama manşon basıncı ve eğitim protokolü boyunca kullanılan ortalama manşon basıncının çalışmamızda, Ferraz ve arkadaşlarının kullandığı değerlere benzer olduğu bulunmuştur. Benzer egzersiz protokollerinde, kişiselleştirilmiş AOP yerine, sabit bir basınç kullanıldığına da rastlanmıştır (28,140,141). Derlemelerde kazanımlar için AOP basıncının %80'inin kullanılması önerilmiştir, bu öneriler doğrultusunda çalışmamızda AOP'nin %80'i baz alınarak kısıtlamalar yapılmıştır (94).

Kas boyutunda saptanabilir değişiklikleri ortaya çıkarabilmek için 8 haftadan uzun, haftada en az 2-3 seansı içerecek güçlendirme programlarının önerilmesine rağmen (145), 8 haftadan daha az sürelerde egzersiz uygulayarak hipertrofi elde eden çalışmalar da mevcuttur (146,147). Biz de bu çalışmamızda, diz OA'da kuadriseps hipertrofisi sağlayabilmek adına literatür incelemelerine paralel, haftada 3 seans, 8 hafta boyunca uygulanacak egzersiz protokolü planladık.

Giles ve arkadaşları patellofemoral ağrı tanılı 69 kişi ile yürüttüğü çalışmada, konvansiyonel egzersiz grubuna (n=34) direnç egzersizlerini yüksek şiddetli olacak şekilde 1-RM'nin %70'ine, BFRT grubuna (n=35) ise 1-RM'nin %30'una denk gelen direnç ile düşük şiddetli, 6 hafta süren, leg press ve leg extension egzersiz eğitimi uygulamıştır. Sonuç ölçümleri, kujala patellofemoral skoru, ağrı şiddeti, izometrik ekstansör tork ve kuadriseps kas kalınlığının ultrasonografi ile ölçümüne dayanmaktaydı. BFRT grubundaki bireylerde ağrı şiddeti daha büyük azalma sağlamıştır. Diz ekstansiyonunu ağırlı gerçekleştiren bireyler BFRT ile çalışarak daha yüksek diz ekstansör torkuna ulaştığı ancak kas kalınlığında başlangıca göre bir farklılık olmadığı saptanmıştır. Bu sonuçlar doğrultusunda ağrısız fonksiyon için BFR uygulamalarının patellofemoral ağrı sendromunda kullanılabileceği öne sürülmüştür (132). Bu çalışmada kas kalınlığında anlamlı farklılık görülmemesi, kas boyutunda ölçülebilir değişiklikleri belirlemek için 8 hafta veya daha uzun süren güçlendirme programlarını gerektirmesi ile açıklanabilir (145).

Curran ve arkadaşları. ortalama yaşları $16,5 \pm 2,7$ olan ve ÖÇB rekonstrüksiyonu (ÖÇBR) planlanan 19 kadın, 15 erkekten oluşan 34 kişiyi dahil ettikleri çalışmada, bireyleri konsantrik (n=8), eksantrik (n=8), BFRT ile konsantrik (n=9), ve BFRT ile eksantrik(n=9) egzersizlerin yapıldığı gruplara ayırmıştır. Tek bacak izokinetik leg press egzersizleri 1-RM'nin %70'i ile 10 tekrar 4 setten oluşacak şekilde konsantrik veya eksantrik kasılmaları içermiştir. Bu program, post-op 10. haftadan başlayarak 8 hafta boyunca yaptırılmıştır. BFRT'nin uygulandığı gruplarda manşon, bacak oklüzyon basıncının %80'ine ayarlanarak uyluk proksimaline yerleştirilmiştir. Bu protokolde ilk iki haftada yalnızca ağrı ve ödemi azaltacak yöntemler uygulanarak, 2.hafta sonrasında kuvvet eğitimine geçilmiş ve aynı zamanda egzersiz uygulamaları haftada 2 seanstan oluşmak üzere toplam 16 seans sürmüştür. BFRT gruplarına leg press setleri arasında 2 dakikalık dinlenme periyotları verilmiştir

ve bu periyotlar süresince manşonun havası boşaltılmıştır. Sonuç ölçümlerinden biri olan kuadriseps femoris kas hacmi (volüm), ÖÇBR'den 2 hafta önce, egzersiz öncesi, egzersiz sonrası ve hastaların aktiviteye dönüşünde karşılaştırılmıştır. Sonuç ölçümlerinde gruplar arasında anlamlı fark bulunamamıştır (144). Yayınlanan bir derleme çalışmasında, BFRT ile gelişmeler elde edebilmek için setler arasında gerekli dinlenme süresinin 30-60 s olması ve bu süre boyunca manşon havasının boşaltılmaması önerilir (94). Curran ve arkadaşları çalışmasında kuadriseps hipertrofisi meydana gelmemesi metodolojilerinin, kuadrisepste hipertrofi oluşturmak için daha önce yayınlanan derlemeye uygun tasarlanmamış olmasından kaynaklanabilir. Aynı zamanda kuadriseps kuvvet antrenmanına yönelik çalışmalara 2. hafta sonrasında, tek tip egzersiz ile (leg press) başlanması kuadriseps kas hipertrofisi için gerekli olan 8 haftalık süreci tam anlamıyla yansıtmıyor olabilir (141). Bu hipertrofi bulgusu, direnç egzersizi ile indüklenen kas hipertrofisinin artan mekanik gerilim ve/veya metabolik stres mekanizmalarından kaynaklanmasıyla açıklanabilirken gruplar arası fark görülmemesi Biazon ve arkadaşlarının çalışması yol gösterici olabilir (148–150). Biazon ve arkadaşları yüksek yoğunluklu BFRT'nin (HI-BFRT) mekanik stres seviyesi daha yüksek olmasına rağmen, düşük şiddetli BFRT (LI-BFRT) ve yüksek şiddetli direnç eğitim (HI-RT) protokollerine benzer hipertrofi ve güç kazanımı oluşturduğunu göstermiştir. HI-RT ile kas protein sentezinin zirveye ulaştığı ve HI-BFRT ile kasa ekstra metabolik stres eklemenin daha fazla gelişmeye yol açmayabileceğini kanıtlamıştır (150). Bu nedenle, Curran ve arkadaşları HI-RT nedeniyle kuadriseps kasındaki büyük miktarda mekanik gerilim protein sentezini zaten yüksek kıldığından, HI-BFRT ile hastaların kaslarına daha fazla metabolik stres eklenemediği için kuadriseps kas fonksiyonunda gelişmelerle sonuçlanmadığını düşündürmektedir.

Ön çapraz bağ (ÖÇB) rekonstrüksiyonu yapılan 24 hastaya, 8 haftalık LI-BFRT ve HI-RT uygulandığı çalışmada, HI-RT 1-RM'nin %70'i, LI-BFRT ise %30'una denk gelecek direnç yükü ve AOP'un %80'iyle çalıştırılmıştır. Konvansiyonel hastane rehabilitasyonu ile beraber iki grup farklı dirençlerle 16 seans boyunca unilateral leg press egzersizi gerçekleştirmiştir. Maksimal izotonik güç (10RM), etkilenen ekstremitedeki vastus lateralis kas morfolojisi, kendi kendine bildirilen fonksiyon, Y-denge testi performansı, diz eklem ağrısı, efüzyon ve EHA

ameliyat öncesi, ameliyat sonrası, antrenman ortası ve antrenman sonrasında değerlendirilmiştir. Etkilenen ekstremitelerde tüm sonuç ölçümleri, pennasyon açısı ve ultrason ile değerlendirilen kas kalınlığı grup içi anlamlı artış göstermiştir. LI-BFRT grubunda Y-balance performans testi, iskelet kası hipertrofisi, kas gücü, eklem ağrısı, efüzyon ve kendi kendine bildirilmiş fonksiyon anlamlı olarak gelişmiştir. Bu çalışma sonucunda LI-BFRT, iskelet kası hipertrofisini ve gücünü HI-RT'ye benzer ölçüde iyileştirebildiği, bununla birlikte diz eklem ağrısı ve efüzyonunda daha fazla azalma sağlayarak fiziksel fonksiyonda daha büyük iyileşmelere yol açabildiği sonucuna varılmıştır. Bu nedenle LI-BFRT'nin, ÖÇB rehabilitasyonu gören hasta popülasyonlarında erken rehabilitasyon için daha uygun olabileceği ileri sürülmüştür (134).

Romatoid artritli kırk sekiz kadının 3 gruba ayrıldığı randomize kontrollü çalışma, hastaları 12 haftalık denetimli bir egzersiz eğitim programına dahil etmiştir. 1-RM'nin %70'i ile HI-RT, kısmi kan akışını kısıtlayan 1-RM'nin %30'u ile LI-BFRT ve kontrol grubuna ayrılan bireyler; 1-RM, kuadriseps kesit alanı (CSA), süreli otur kalk testi, süreli kalk ve yürü testi, sağlık değerlendirme anketi ve SF-36 yaşam kalitesi açısından başlangıçta ve eğitimden sonra değerlendirilmiştir. Quadriceps CSA ve TST her iki grupta da önemli ölçüde artış göstermiştir (151).

Tüm bu çalışmalar diz problemlerinde kuadriseps hipertrofisi elde etmek için kullanılan BFRT tekniğinin, önceden belirlenen protokollere (94) paralel uygulandığında, yüksek şiddetli konvansiyonel egzersizler kadar CSA geliştirici etkisi olduğunu göstermiştir. Bu sonuçlardan yola çıkarak, konvansiyonel egzersizler ile kazanılan hipertrofi miktarının, daha düşük yüklerle çalıştırılan BFRT protokolleriyle daha az ağrı oluşturarak da kazanılması sayesinde farklı hastalıklarda uygulanabilirliği gösterilmiştir. Dizi ilgilendiren bir çok farklı problemin yanı sıra spesifik olarak diz OA'ya yönelik çalışmalarda da benzer sonuçlar elde edilmiştir (17,140,141) ancak çalışmaların örneklem büyüklükleri nispeten daha az ve etkinliği tartışmalıdır. Bu belirsiz sonuçlar ve diz OA ile ilişkili büyük sosyo ekonomik yük göz önüne alındığında, mevcut literatür sınırlı ve karışık sonuçlar sunmaktadır(152). Çalışmaların bulgularındaki farklılık, kullanılan ekstremitte oklüzyon basınç miktarı, set ve tekrar sayısı, setler arasındaki dinlenme süresi, tedavi süresi, egzersiz tipinin ve ölçüm yöntemlerinin farklılığı olmak üzere, çalışmaya özgü bir dizi farklılıktan

kaynaklanabilir. Kuadriseps kasının güçsüzlüğü OA geliştirme veya progresyonun kötüleşmesinde en önemli risk faktörlerinden biridir bu nedenle OA rehabilitasyonunda primer amaç kuadriseps hipertrofisi yaratmaktır (153).

Semptomatik diz OA için risk faktörlerine sahip 45-65 yaş aralığında 40 kadının dahil edildiği Segal ve arkadaşlarının çalışmasında, denekler BFRT ve BFR kullanılmayan kontrol grubu ile yapılan 1-RM'nin %30'unda düşük yoğunluklu direnç egzersizi gruplarına randomize edilmiştir. Tüm bireyler 4 hafta süresince, haftada 3 kez leg press direnç antrenmanını tamamlamışlardır. BFR grubundaki bireyler kontrol grubundan farklı olarak, proksimal uyluklarına yerleştirilen manşon basıncını 100-140 mmHg arasına ayarlayarak egzersiz yapmışlardır. 1-RM, izokinetik diz ekstansör kuvveti, kuadriseps hacmi, basamak tırmanma gücü ve ağrı değişimleri ölçülmüştür. İzotonik 1-RM ve izokinetik diz ekstansörleri kuvveti BFR grubunda, kontrol grubuna göre daha fazla iyileşmiştir. Kuadriseps hacmi, leg press gücü ve dizdeki ağrı değişimleri grup içi ve gruplar arasında anlamlı farklılık göstermemiştir. Sonuç olarak 1-RM'nin %30'unda uygulanan direnç egzersiz programına BFR eklenmesinin, BFR'siz aynı programa kıyasla diz OA riski taşıyan kadınlarda leg press ve diz ekstansör kuvvetini arttırmada etkili olduğu söylenebilir (141). Bu sonuçlar düşük şiddetli direnç antrenman programına BFR eklenmesinin diz ağrısı açısından olumsuz bir etki oluşturmadan, güvenle kullanılabileceğini göstermektedir. Segal ve arkadaşlarının yürüttüğü semptomatik diz OA için risk faktörleri olan 41 erkeğin tamamladığı bir diğer çalışmada, 4 haftalık 1-RM'nin %30'u ile yapılan direnç antrenmanının BFRT ile uygulandığında, leg press veya kuadriseps kuvvetinde daha fazla artış sağlamadığı sonucuna varılmıştır (140). Kuadriseps hacminde bir artışın tespit edilememesinin birkaç olası nedeni vardır. Bu çalışmalarda AOP ölçümüne dayalı olmayan sabit bir basınç kullanılmıştır ve egzersiz süresi hipertrofi oluşturarak volumetrik ölçüm sonuçlarına yansımaları için yeterli değildir. Leg-press egzersizi, gluteal kasları da içerdiği için kuadriseps için seçici olmasa da, Yasuda ve arkadaşları bu çalışmanın tamamlanmasından sonra yayınlanan, yaşlı erişkinlerde benzer, ancak kör olmayan bir leg-press/diz ekstansiyon egzersiz çalışmasıyla kas hipertrofisini rapor etmiştir (147). Yasuda ve arkadaşlarının çalışması, MRG kullanılarak ölçülen kuadriseps kas CSA'sında %8'lik bir artış tespit etmiştir. Yasuda ve arkadaşları bu çalışmada: 12 hf x 11 dk x 2 gün; Segal ve ark. ise haftada 4hf x 7 dk x 3 günlük egzersiz

planı ile eğitim kullanmıştır(141). Bu çalışmanın (144) sonuçları, eğitimin sıklığı ve süresinin diğerlerinden (140,141) daha fazla olması nedeniyle bir fark yaratmış olabilir. Bizim çalışmamıza kadar, volumetrik kas ölçümünü değerlendiren tek çalışma Segal ve arkadaşlarıdır.

Diz OA'lı olguların dahil edildiği Shakeel ve arkadaşları çalışmasında, 5 dakikalık ısınma periyodu ardından, 15 kişilik bir gruba BFRT ile kuvvetlendirme egzersizleri uygularken, 15 kişiden oluşan kontrol grubuna ise kan akımı kısıtlaması olmaksızın 4 hafta boyunca kuvvetlendirme egzersizleri vermiştir. VAS ile ağrı değerlendirilmesi, Kujala puanlama anketi ve kas çevresi ölçüm yöntemlerinin değerlendirildiği çalışmada, grup içi ağrı ve engellilik skorlarında azalma görülse de gruplar arasında sonuç ölçümleri bakımından anlamlı fark bulunamamıştır. Kuvvetlendirme egzersizleri ağrı ve sakatlığı azaltmış, ancak BFRT eklenmesinin çevre ölçümünü arttırması dışında anlamlı bir etkisi olmamıştır (154). Çalışmanın sonucunda çevre ölçümündeki bu artış, kas boyut artışı olarak yorumlanmış olsa da, BFRT sonrasında gelişebilecek kas içi ödem artışı sebebiyle de olabilmektedir (155). Bu nedenle kas hipertrofinin daha net yorumlanabileceği bilgisayarlı tomografi, ultrasonografi ve manyetik rezonans görüntüleme yöntemleri hipertrofiyi belirlemede araç olarak kullanılmalıdır.

Ferraz ve arkadaşları tarafından tamamlanmış çalışmada; katılımcılara 1-RM'nin %30'u düzeyinde direnç ile düşük şiddetli (LI-RT), 1-RM'nin %80'i düzeyinde direnç ile yüksek şiddetli (HI-RT) ve 1-RM'nin %30'u düzeyinde direnç ile kan akışını AOP'nin %80'i kadar kısıtlayıcı egzersiz eğitimi (LI-BFRT) verilmiş, gruplara sırasıyla 16, 12 ve 16 kişi dahil edilmiştir. Tüm gruplar egzersizleri 4 set 10 tekrar şeklinde uygulamış ve setler arasında 1 dakikalık dinlenme süresi verilmiştir. Bu bireyler 12 haftalık, haftada 2 kez olacak şekilde supervize eğitim almışlar ve 1-RM, quadriceps CSA, fonksiyonellik ve WOMAC skorlarıyla egzersiz öncesi ve sonrası değerlendirilmişlerdir. Leg press kuvveti, diz ekstansiyonu, bilgisayarlı tomografi ile ölçülen CSA sonuç değerleri, HI-RT ve LI-BFRT grubunda, LI-RT grubuna göre daha fazla artış göstermiştir. Fonksiyonellik gruplar içinde veya gruplar arasında önemli ölçüde değişmemiş, WOMAC ise LI-BFRT ve HI-RT lehine gelişim göstermiştir. HI-RT grubunda ağrı sebebiyle 4 kişi çalışmayı bırakmıştır. Diz OA hastalarında LI-BFRT ve HI-RT kas kuvveti, kuadriseps CSA ve fonksiyonelliği

artırmada benzer şekilde etki göstermiştir. Daha da önemlisi bu çalışmada BFRT, OA tedavi yönetiminde, uygulanabilir ve etkili bir terapatik adjuvan olarak ortaya çıkarak, daha az eklem stresini indükleyerek ağrı seviyelerini iyileştirdiği görülmüştür (17).

Yüksek şiddetli (1-RM%70) direnç eğitimi alan KEG ve düşük şiddetli (1-RM %20) BFRT alan 38 kişilik çalışmamızda, kas hipertrofisi MRG'den alınan 17 farklı kesit alanı ve volumetrik hesaplamalar ile ölçüldü. Gruplar 8 hf x 3 seans x 45dk'lık gözetimli egzersiz periyotlarına dahil edildi, BFRT grubu bu egzersizleri AOP'nin %70-80'i aralığındaki basınçlarla kan akışı kısıtlanarak uyguladı. 8 hafta sonunda yapılan MRG ölçümleri, başlangıç seviyesindeki ölçümlerle karşılaştırılarak değerlendirildi. Grup içi analizlerde CSA ve KV her iki grupta da anlamlı artış gösterdi ve gruplar arası analizlerde ise BFRT grubunda daha anlamlı hipertrofi tespit edildi. Yakın zamanda yapılmış 4 - 6 haftalık süreler arasında değişen çalışmalar, benzer kuadriseps güçlendirme programlarının sonuçlarını değerlendirmiş ve başlangıca göre %5-25 civarında kazanımlar olduğunu göstermiştir (156,157). Bulgularımız bu sonuçlarla benzerdir, çünkü sekiz hafta sonunda elde ettiğimiz bu hipertrofi kazanımları, gruplar arasında %10 ila %15 oranında değişmekteydi. Ferraz ve arkadaşlarının çalışmasındaki WOMAC skorları çalışmamızla paralel sonuçlar göstermesine rağmen, CSA ve KV yönünden gruplar arasında bir fark göstermemişken bizim çalışmamızda artış BFRT grubu lehinedir. Yasuda ve arkadaşlarının yaşlı popülasyondaki CSA kazanımlarını araştıran çalışması ile araştırmamızın sonuçları benzer olmasına rağmen diğer çalışmalardan (17,157) farklıdır. Haftada 2 kez tekrar edilen düşük şiddetli BFRT egzersizleri başlangıç ölçümlerine göre anlamlı gelişmeler oluştursa da, konvansiyonel HI-RT'ye üstünlük göstermemiştir(17,156,157). Çalışmamızda ise haftada 3 kez uygulanan BFRT egzersizlerinin kuadriseps CSA'sında konvansiyonel HI-RT grubu ile karşılaştırıldığında fark yaratmasının sebebi haftalık tekrar sayısından kaynaklanıyor olabilir. Ferraz ve arkadaşları çalışmasına sadece kadınları dahil etmiştir, bizim çalışmamızda ise her iki cinsiyetten katılımcı bulunmaktaydı (24K,14E). BFRT grubundaki erkek katılımcılar (n=8) KEG'e (n=6) göre anlamlı fark oluşturmamış olsa da sayıca daha fazladır. Kadınların erkeklere kıyasla kas boyutunda daha küçük değişiklikler yaşadığını gösteren hipertrofi araştırmaları bulunmaktadır. Düşük şiddetli BFR eğitimi ile karma

gruplarda, sadece erkek grubuna göre önemli ölçüde daha az kas hipertrofisi gözlemlenmiştir (103,158). Çalışmamızın sonuçları da bu doğrultuda savunulabilir.

Giles ve arkadaşları yürüttükleri çalışmada ağrı yönünden BFRT’de HI-RT’ye göre daha fazla ağrı şiddeti azalması tespit etmiş ve patellofemoral ağrı sendromunda ağrısız fonksiyon için BFRT önermiştir (132). Bir diğer çalışma da aynı şekilde ağrısız fonksiyon artışı için BFRT’nin faydalarından bahsetmiştir(134). Diz artroplastisi sonrası uygulanan egzersizler efüzyon ve ağrı şiddetini azaltarak EHA’yı arttırmıştır (159). ÖÇB cerrahisini takiben BFRT ile 3 haftalık kas güçlendirmesini inceleyen bir çalışma, BFRT’nin ağrı ve efüzyonda azalmanın yanı sıra diz fleksiyon EHA’sını arttırmaya da katkıda bulunduğunu bildirmiştir (160).

Diz OA tanısı alan ortalama 61 yaşındaki 34 kadının dahil edildiği randomize kontrollü çalışmada, bireyler konvansiyonel ve kısıtlayıcı egzersiz grubuna ayrılmışlardır. Konvansiyonel gruptaki (n=17) kadınlar, 1-RM’nin yaklaşık %70’i kadar bir dirençle 6 haftalık kuadriseps güçlendirme ve germe egzersiz programı almışlardır. Kısıtlayıcı egzersiz grubundaki kadınlar (n=17) ise aynı programı 200 mmHg’ye şişirilen manşon kısıtlaması ile 1-RM’nin %30’u civarında bir yük kullanarak gerçekleştirmiştir. Sayısal Ağrı Derecelendirme Ölçeği (NPRS), Lequesne anketi, zamanlı kalk yürü (TUG) testi ve el dinamometresi ile kas gücü ölçümü, tedavi öncesi ve 6 haftalık tedavinin sonunda yapılmıştır. Hem konvansiyonel hem de kısıtlayıcı egzersiz grubundan hastalar, başlangıca kıyasla 6 haftalık değerlendirmede Lequesne ve TUG testi sonuçları yönünden daha yüksek fonksiyon düzeyine, daha az ağrıya ve daha yüksek kuadriseps kuvvet düzeyine erişmiştir. Bununla birlikte, gruplar arası analiz, tedavi sonrası tüm sonuç değişkenleri için hiçbir farklılık göstermemiştir. Kısıtlayıcı egzersiz grubundaki hastalar, tedavi seansları sırasında yüksek yük egzersiz grubuna göre daha az ön diz rahatsızlığı yaşadıklarını belirtmişlerdir (33). Daha az dirençlerle çalışılan kısıtlayıcı egzersiz programı, yüksek yüklerle aynı kazanımları elde etmesine rağmen hastalar tarafından daha az ağrı şiddeti raporlamıştır. Bu sonuçlar doğrultusunda ağırlı eklem problemlerinde kısıtlayıcı eğitim kullanılması yönünde destekleyici yorum yapılabilir.

Çalışmamızda WOMAC ve Lequesne indekslerinin ağrı parametreleri ve VAS ile ölçülen ağrı şiddetleri her iki grupta da anlamlı iyileşme göstermiştir. VAS ile ölçülen aktivite ağrısı BFRT grubu lehine iyileşme sunarken, diğer ağrı ile ilişkili

parametrelerde gruplar arası anlamlı farklılık saptanmamıştır. Tedavi başlangıcında aktivite sırasında daha fazla ağrı şikayeti olan katılımcıların, egzersiz sonrasında daha az ağrı şiddeti göstermesi; WOMAC ve Lequesne indeksleri ağırlı durumların genelini yansıtan bir toplam puanını verirken, VAS ile bu durumların spesifik olarak sorgulanmasından kaynaklanıyor olabilir.

BFR-RT ile ağırdaki azalmanın daha fazla olması, HI-RT'ye kıyasla kullanılan direnç yükünün daha az olmasına bağlanabilir (33). BFRT'nin hipoaljezi etkisi olabileceğine, ACLR hastalarında (135,161) diz ağrısının BFRT sırasında, hemen sonrasında ve 24 saat sonra HI-RT'ye kıyasla önemli ölçüde azaldığı öne sürülen çalışmada değinilmiştir (162). Bu etkinin mekanizmaları henüz anlaşılmamış olsa da, iskemi ve basınca bağlı kas ağrısı, genellikle koşullu ağrı modülasyonu için bir uyarıcıdır ve bu mekanizma sağlıklı bireylerde ağrı duyarlılığını değiştirir (163–165). BFR ile elde edilen manşon basıncı, buna bağlı olarak oluşan yüksek düzeyde iskemi ve egzersize bağlı kas ağrısı koşullu ağrı modülasyonunu uyararak antinosiseptif yanıtta katkıda bulunabilir.

Ferraz ve arkadaşları çalışmasında HI-RT grubundan 4 kişi ağrı şikayeti ile çalışmayı bırakmıştır. Çalışmamızda da benzer olarak, KEG grubunda şiddetli direnç eğitiminin oluşturduğu dayanılamayan diz ağrısı sebebiyle 2 katılımcı çalışmayı sürdürememiştir. Ağrı nedeniyle egzersizin zor olabileceği popülasyonlar için, BFRT ile düşük yoğunluklu direnç antrenmanı (LI-RT) yapmanın normal yüksek yoğunluklu direnç antrenmanına (HI-RT) benzer kuvvet adaptasyonları ürettiğini gösteren veriler öne sürülmüştür (166).

BFR eğitimi ardından ekstremitte çevre ölçümünde artışların olduğuna dair çalışmalar bulunmakla (28,147) birlikte, Bordessa ve arkadaşları BFRT sonrasında, önceki çevre ölçümlerine göre anlamlı bir değişim raporlamamıştır (167). Çalışmamızda 8 hafta, 24 seanslık egzersiz antrenmanı ardından uyluk çevre ölçümleri açısından bir farklılık oluşmamıştır ancak kaslarda anlamlı hipertrofi meydana gelmiştir. Böyle bir durumda hipertrofi sonucunda beklenen çevre ölçümünde de artış görülmesiydi, ancak MRG'ler incelendiğinde yağ kitlesinin yerini kas kitlesine bıraktığı tespit edilmiştir. Kas ve yağ dokusunun birbirlerinin yerini alması sebebiyle çevre ölçümünde farklılık görülmemiş olması, bu bulguyu açıklayacak olası bir neden olarak gösterilebilir.

Hughes ve arkadaşları ÖÇB rekonstrüksiyonu yapılan 24 hastayı, EHA yönünden ameliyat öncesi, post-op 1.gün, post-op 4. hafta ve 8.hafta sonunda değerlendirmiştir. Hastalara iki ayrı grupta, 8 haftalık LI-BFRT ve HI-RT eğitimleri uygulanmıştır (134). Etkilenen ekstremitede tüm sonuç ölçümleri grup içi anlamlı artış göstermiştir. Fleksiyon EHA, LI-BFRT grubunda, HI-RT'den anlamlı olarak fazla gelişmiştir, ekstansiyon açıları yönünden ise gruplar arası fark bulunamamıştır. Bu çalışma sonucunda LI-BFRT, iskelet kası hipertrofisini ve gücünü HI-RT'ye benzer ölçüde geliştirebildiği, ayrıca diz eklem ağrısı ve efüzyonunda daha fazla azalma sağlayarak, fiziksel fonksiyonda daha anlamlı iyileşmelere yol açabildiği sonucuna varılmıştır. Diz OA'da diz fleksiyon ve ekstansiyon EHA değerlendiren başka çalışmaya rastlanmamıştır. Fleksiyon ve ekstansiyon EHA'ları sonuç ölçümlerinde başlangıç değerlerine göre anlamlı artış göstermiştir. ÖÇB'de olduğu gibi diz EHA'da fleksiyon açıları yönünde anlamlı farklılık BFRT grubu lehinedir, ekstansiyon açılarında gruplar arası farklılık bulunamamıştır. Diz ekleminde fleksiyonun ekstansiyona göre normal eklem hareket açıklığının daha yüksek olması ve hastalarda daha büyük derecelerde fleksiyon kısıtlılığının görülmesi, ekstansiyon lehine gruplar arası fark yaratmada yeterli olmamış olabilir.

Çalışmamızda sırasıyla fleksiyon ve ekstansiyon yönündeki kısıtlılıklar BFRT grubunda 12,68 ve 1,58 derece iken, KEG'de 11,58 ve 1,90 derecedir. Fleksiyon kısıtlılığının daha fazla olması nedeniyle, fleksiyonda anlamlı farklılık görmek beklentimiz doğrultusundadır. Ayrıca BFRT grubu katılımcılarının aktivite ile ağrı seviyelerindeki anlamlı azalma, egzersizler sırasında daha az eklem ağrısı oluşturarak normal EHA seviyelerine yakın fleksiyonu mümkün kılabildiğini düşündürmektedir.

Bugüne kadar diz osteoartritinde BFRT egzersizleri ile hs-CRP düzeylerindeki değişimi araştıran bir çalışma bulunmamaktadır. Toplam 100 diz OA hastasının dahil edildiği bir çalışma, tedavi ve kontrol grubundan oluşmaktadır. Tedavi grubundaki hastalara egzersiz eğitimine ek olarak diklofenak sodyum, kontrol grubundaki hastalara ise sadece diklofenak sodyum uygulanmıştır. Uygulamaların öncesi ve sonrasında diz eklem fonksiyonu, tedavilerin terapatik etkinliği, TNF- α , eklem sıvısındaki hs-CRP ve MMP-3 seviyeleri ölçülmüştür. Sonuçlar, tedaviyi takiben her iki grupta da diz eklemi indeks skoru ve sinovyal sıvıdaki TNF- α , hs-CRP ve MMP-3 düzeylerinin önemli ölçüde azaldığını ortaya koymuştur. Kontrol grubu ile

karşılaştırıldığında, tedavi grubundaki hastalarda diz eklemi indeks skoru ve sinovyal eklemlerdeki TNF- α , hs-CRP ve MMP-3 seviyelerinin daha düşük ve terapatik etkisinin daha yüksek olduğu görülmüştür. Tedavi grubundaki ortalama \pm SS hs-CRP seviyeleri başlangıçta 11,33 \pm 0,90 ve 4 haftalık tedaviyi takiben 6,01 \pm 1.13 μ g/ml olarak bulunmuştur. Çalışma sonucunda, egzersiz tedavisinin diz OA hastalarında sinovyal sıvıdaki sitokin ve sitokinle ilişkili gen seviyelerini azaltarak, inflamatuvar faktör aracılı kıkırdak bozulmasını önleyerek diz OA'nın klinik semptomlarının etkin bir şekilde iyileştirilebileceği öne sürülmüştür(168).

Toplamda 116 kişinin yer aldığı, diyet, egzersiz beraberinde diyet ve sadece egzersiz gruplarından oluşan tedavi gruplarına karşın sağlıklı kontrollerden oluşan bir diğer çalışmada, bu uygulamaların kandaki inflamatuvar cevaplara etkinliği araştırılmıştır. Egzersiz grubu 1 saatlik yürüyüşe ek ağırlık egzersizinden oluşan programı haftada 3 gün gerçekleştirmiştir. Bu grupta hs-CRP başlangıç değerleri ortalama \pm SS 6,8 \pm 7,8 μ g/ml iken, 6 ay sonundaki değişim ise -0,07 \pm 0,42 μ g/ml olarak bildirilmiş ve egzersiz grubunda inflamatuvar biyomarkerlar başlangıca göre istatistiksel anlamlı bir farklılık göstermemiştir (169). Kandaki hs-CRP seviyelerini değerlendirdiğimiz çalışmamızın sonuçları da bu çalışma gibi, egzersiz sonrası değerlerin daha düşük olsa da anlamlı fark göstermediğini tespit etmiştir. Bu bulgunun sebebi hastalarımızın hs-CRP başlangıç seviyelerinin normal sınırlar içinde(<5 μ g/ml)(170) yer alması ve buna bağlı olarak aktif inflamatuvar süreç içerisinde bulunmamaları sebebiyle, egzersizin hs-CRP seviyelerinde belirgin bir düşüş oluşturamamış olduğunu düşündürmektedir. Araştırmalarımıza göre bu çalışma dışında diz OA'da BFRT'nin kandaki inflamatuvar düzey üzerine etkinliğini araştıran çalışmalara rastlanmamıştır.

Mattar ve arkadaşlarının polimiyozit ve dermatomiyozit hastalarında yürüttüğü çalışmada, 1-RM'nin %30'unda kan akışı kısıtlaması ile direnç eğitim programı uygulayarak, başlangıç ve eğitimden sonra kas gücü, fiziksel fonksiyon, kuadriseps CSA, sağlıkla ilgili yaşam kalitesi, klinik ve laboratuvar parametreleri değerlendirilmiştir. SF-36'nın tüm bileşenleri ve VAS ile değerlendirilen ağrı, eğitimden sonra önemli ölçüde iyileşmiştir. BFRT programının, tedavi sonrasında kuadriseps CSA ve fonksiyonelliği değerlendiren zamanlı kalk yürü testindeki anlamlı artışa etkisi görülmüştür. Uygulamalar sonrasında laboratuvar CK parametreleri

değişmemiştir. BFRT ile ilişkili 12 haftalık denetimli düşük yoğunluklu direnç antrenman programının, polimiyozit ve dermatomiyozitli hastalarda kas kütesini ve sağlıkla ilgili yaşam kalitesini iyileştirmenin yanı sıra fonksiyonu iyileştirmede de güvenli ve etkili olabileceği gösterilmiştir (171). Çalışmamızda CK seviyeleri KEG’de, BFRT’ye göre anlamlı artış göstermiştir. Bu sonuçlar BFRT’nin kas yıkımını arttırmadığını destekler niteliktedir. Serum CK, kas hasarının dolaylı göstergelerinin en iyilerinden biridir ve antrenman yoğunluğunun ve aşırı antrenmanın tanısal bir belirteci olarak kullanılır. Yoğun şiddetli egzersiz ve özellikle eksantrik kasılmalar sarkomerlerde hasara neden olarak kandaki CK artışını tetikleyebilir(172). Nosaka ve arkadaşları tarafından yapılan bir çalışma, kasın yaptığı iş ve serum CK yükselmeleri arasındaki zayıf ilişkiyi örneklemiştir. Bu çalışmada, gruplardan biri izokinetik dinamometre üzerinde tek bir kol ile diğeri ise çift kol ile dirsek fleksörlerinin 24 maksimum eksantrik hareketini tamamlamıştır. Çift kol ile egzersiz yapan bireylerin kas kütesi, tek kol ile çalışan bireylerden kabaca iki kat daha fazla olmasına rağmen, çift kol ile egzersiz yapan grubun serum CK'sında beklenenin aksine daha büyük bir artış görülmemiştir(173). Bir direnç egzersizi sırasında yapılan iş miktarı, genellikle direnç x tekrar x set olarak tanımlanan hacim yükü terimi ile ifade edilir. Belirli bir egzersiz seansında kaldırılan daha büyük hacimli yükün kaslarda daha fazla travmaya ve dolayısıyla daha yüksek serum CK aktivitesine yol açacağı varsayılır (172). Sonuçlarımız, BFR egzersizlerinde kullanılan direncin yoğunluğu, KEG’e göre daha az olduğundan hacim yükü ve buna bağlı olarak CK değerlerindeki artışın daha az olduğunu düşündürmektedir.

Sürelili otur kalk testinin fonksiyonelliği ölçmede kullanıldığı RA’lı popülasyondan oluşan Rodriguez ve arkadaşlarının çalışması, kuadrisepse yüksek şiddetli direnç egzersizleri uygulanan bir grup (HI-RT), düşük şiddetli kan akışını kısıtlayıcı egzersiz grubu (BFRT) ve bir de kontrol grubundan (CG) oluşmaktadır. On iki haftalık süpervize eğitim alan BFRT ve HI-RT gruplarındaki bireylerin, egzersizler sonunda otur kalk performansının arttığı, CG’de ise anlamlı değişim bulunmadığı gösterilmiştir. BFRT ve HI-RT gruplarındaki fonksiyonel gelişim gruplarası farklılık göstermemiş, yani benzer seviyelerde artış sağlamışlardır (136).

Diz artroskopisi sonrasında kuadriseps atrofisinin sıklıkla görülmesi sebebiyle Tennent ve arkadaşları 17 kişiye BFRT uygulayarak kas hipertrofisini ve güç artışını

indüklemeyi amaçlamıştır. Bu randomize kontrollü pilot çalışmada gözetimli konvansiyonel fizyoterapi 12 seans boyunca uygulanmış ve 3 BFRT seansının egzersizlere eklenmesiyle çalışma tamamlanmıştır. Kuvvet artışı, fiziksel fonksiyon ve diz osteoartriti sonuç skoru (KOOS) ölçütleri BFRT uygulaması ile önemli ölçüde iyileşmiş ve zamanlı merdiven çıkmadaki fonksiyonel iyileşme konvansiyonel egzersizden daha büyük etkinlik göstermiştir. Fonksiyondaki bu anlamlı değişim genel kuadriseps gelişimi ile ilgili olabilir, çünkü merdiven çıkmak işlevsel olarak daha zordur ve yürümekten çok daha fazla kuadriseps kuvveti gerektirir(137).

Bu gibi farklı hastalık gruplarında yürütülen çalışmaların yanı sıra OA'lı bireylerde fonksiyonelliğin değerlendirildiği Ferraz ve arkadaşlarının çalışması da benzer sonuçlar göstererek, BFRT'nin kas CSA'sını, fonksiyonelliği arttırdığını ve ağrıyı azalttığını kanıtlamıştır (17). Farklı çalışmalardan elde edilen sonuçlara paralel olarak, çalışmamızda değerlendirilen parametrelerden olan fonksiyonellik, BFRT sonrasında gelişim göstermiş ve ayrıca BFRT grubundaki fonksiyonel iyileşme KEG'e göre daha üstün bulunmuştur. Aynı zamanda CSA artışı ve ağrı şiddetindeki azalma da benzer şekilde BFRT grubu lehinedir. BFRT ile elde edilen bu fonksiyonellik artışı diğer hastalık gruplarındaki literatürle de uyumlu olmakla birlikte, OA için fonksiyonellikteki gelişimi mümkün kılmaktadır. Bu bulgular, diğer çalışmalarda da olduğu gibi fonksiyonellik artışının, ağrı seviyelerinin azalması veya kuadrisepteki CSA artışından kaynaklı olabileceğini düşündürür. Daha düşük ağrı seviyeleri veya kas hipertrofisi fonksiyonel görevleri yerine getirmede daha gelişmiş yeteneklerle sonuçlanabileceğini akla getirmektedir. Tüm bu çalışmalara bakarak artan kas kuvveti ve azalan ağrı değerlerinin hastalarda otur kalk, merdiven çıkma gibi özellikle kas kuvveti gerektiren fonksiyonelliği geliştirdiği yönünde yorum yapılabilir. Bu sonuçlar doğrultusunda, beklendiği gibi sosyal fonksiyon dışındaki SF-36 parametreleri de egzersiz eğitimleri sonunda iyileşmiştir.

Çalışmalar SF-36 anketini yaşam kalitesi veya fonksiyonelliği belirlemek gibi farklı amaçlar için kullanmıştır (17,157). BFRT ve HI-RT gruplarının yaşam kalitesi yönünden karşılaştırıldığı Rodriguez ve arkadaşlarının çalışmasında SF-36 parametrelerinden fiziksel rol ve vücut ağrısının yalnızca BFRT grubunda artış sağladığı sonucuna varılmıştır (136). Farklı yönetimleri içeren bir diğer diz OA çalışmasında, tedavi sonrası WOMAC ve SF-36 skorlarının aynı doğrultuda

yükseldiği bulunmuştur (174). Ferraz ve arkadaşlarının yürüttüğü çalışmada ise BFRT egzersiz eğitimi sonrasında SF-36 parametrelerinin değişmediği görülmüştür (17). Bizim çalışmamızda, SF-36 skorlarından sosyal fonksiyon dışındaki tüm skorlarda egzersiz sonrası anlamlı farklılıklar görüldü. Sosyal fonksiyon puanları başlangıca göre artış gösterse de anlamlı değildi.

Kas hipertrofisi, ağrı şiddetinde azalma ve WOMAC ile ilgili bulgularımız doğrultusunda, hem BFRT hem de KEG'de egzersiz eğitiminden sonra fonksiyonelliğin önemli ölçüde iyileştiğini söylemek mümkündür. Aslında, çalışmamızda fiziksel işlev için WOMAC puanları hem BFRT'de hem de KEG'de önemli ölçüde iyileşmiş olsa da, süreli otur kalk testindeki performans artışı ve aktivite ağrı seviyesinin azalması BFRT grubunda daha anlamlıydı. Bu nedenle SF-36'nın genel sağlık alt parametreleri açısından da BFRT grubunun daha anlamlı gelişmeler göstermesi beklenen bir sonuçtur. Azalmış fiziksel fonksiyon, bağımsız yaşam için günlük aktivitelerin kısıtlanması ile doğrudan ilişkilidir ve engelliliğin bir göstergesi olarak kabul edilir (175). Bu sebeple OA hastalarında fiziksel fonksiyonun sürdürülmesi yaşam kalitesini arttıracaktır.

Bir başka ilgili bulgumuz ise konvansiyonel egzersiz grubunda yer alan 2 kişinin egzersize bağlı diz ağrısı artışı nedeniyle çalışmadan çekilmesi ve BFRT sırasında hiçbir yan etkinin kaydedilmemesidir. BFRT'nin diz OA hastalarında daha düşük eklem stresi ve daha az ağrı seviyeleri ile egzersize uzun süreli uyumu muhtemeldir.

Literatürde yalnızca SF-36'nın fiziksel fonksiyon ve genel sağlık alt parametreleri radyografik diz OA ile ilişkili bulunmuşken Çubukçu ve arkadaşları WOMAC'ın hiçbir alt skorunun radyografik bulgularla ilişkili olmadığını göstermiştir(174,175). Bu sebeple bireylerin şikayetlerinin niteliği ve niceliği subjektif de olsa önemli ölçüde anlam taşımaktadır. Çalışmamızda, egzersiz programlarından sonra katılımcılara başlangıca göre ağrı ve fonksiyonellik durumlarını sorguladığımız bireysel bir anket sorusu bulunmaktadır. Katılımcıların hepsi tedavilerden sonra eskiye göre iyi veya çok iyi olduklarını bildirmiştir. BFRT ve KEG grupları sırasıyla %89,47 ve %78,95 oranı ile başlangıca göre çok iyi iyileşme elde ettiklerini raporlamışlardır. Bu da tüm objektif sonuçların yanı sıra bireylerin tedavi sonucunda iyileşme gösterdiklerine ve memnuniyetlerine işarettir. Bu nedenle yoğun egzersizlerin

uygulanmasının zor olduğu Şiddetli ağrı durumlarında BFRT kullanımı, egzersizi fasilite edebilecek bir yöntemdir (135,161).

Fizyoterapi kliniklerinde ağrıyı Őiddetlendirmesi nedeniyle yüksek Şiddetli direnç ile kuvvetlendirme egzersizlerinin yapılamadığı diz osteoartritli hasta grubunda kan akışını kısıtlayıcı egzersiz eğitimi, ağrı düzeylerinde azalmaya kas kütlesi, fonksiyon ve yaşam kalitesinde anlamlı artış sağlayabilecek, güvenilir bir yöntemdir.

Gelecekte planlanan çalışmalarda diz eklemindeki inflamatuvar süreçlerin değerlendirilmesi eklem sıvısından alınan örnekler üzerinden değerlendirilebilir veya MRG ile kıkırdak dejenerasyonundaki deđerŐimler progresyon göstergesi olarak kullanılabilir.

Çalışmaya dahil edilen hiçbir hastadan ödeme yapması istenmemiŐtir. Etik kurallar çerçevesinde tüm masraflar çalışmayı sürdüren araŐtırmacılar tarafından karŐılanmıŐtır.

8. SONUÇ

Diz osteoartrit hastalarında düşük dirençli BFRT'nin, yüksek dirençli konvansiyonel eğitime kıyasla oluşturduğu kuadriseps hipertrofisi ve ağrı şiddetini araştırmayı amaçladığımız çalışmamızın sonucunda:

-Her iki grup da kuadriseps enine kesit alanı, kuadriseps hacmi, ağrı, diz eklem hareket açıklığı, fonksiyonel düzey, WOMAC, Lequesne ve yaşam kalitesi gibi klinik parametreler açısından anlamlı iyileşme gösterdi.

-Kuadriseps hipertrofisi sağlamada iki grup da benzer sonuçlar gösterdi.

-Klinik parametrelerdeki değişimden bağımsız olarak kuadriseps enine kesit alanı, kuadriseps hacmi, aktivite ağrısı, fleksiyon eklem hareket açıklığı, süreli otur kalk testi, yaşam kalitesi genel sağlık skorlarında gruplar arası anlamlı fark mevcuttu. Bu fark kan akışını kısıtlayıcı egzersiz grubunun lehine oluştu.

-Egzersiz uygulamaları sonrası kuadriseps kas hacminde artış gözlenirken uyluk çevre ölçümünde anlamlı bir değişim sağlanamadığı tespit edildi. Bunun sebebinin MR'da incelenen yağ dokusunun azalması, kas dokusunun artış göstermesi olduğu görüldü.

- Her iki tedaviden sonra inflamatuvar progresyon belirteci olan hs-CRP seviyelerinde azalma olmasına rağmen istatistiksel anlamlı bir değişim bulunmadı.

-Egzersiz sonrasında alınan kan örneklerindeki kreatinin kinaz düzeyleri egzersiz öncesine göre konvansiyonel egzersiz grubunda daha yüksek düzeylere ulaştı.

9. KAYNAKLAR

1. Osteoarthritis Research Society International. Osteoarthritis: A Serious Disease, Submitted to the U. S. Food and Drug Administration. Oarsi. 2016;
2. Cross M, Smith E, Hoy D, Nolte S, Ackerman I, Fransen M, et al. The global burden of hip and knee osteoarthritis: estimates from the global burden of disease 2010 study. *Ann Rheum Dis*. 2014 Jul;73(7):1323–30.
3. Dieppe PA, Lohmander LS. Pathogenesis and management of pain in osteoarthritis. *Lancet (London, England)*. 2005 Mar;365(9463):965–73.
4. Felson DT. Osteoarthritis as a disease of mechanics. *Osteoarthr Cartil*. 2013 Jan;21(1):10–5.
5. Kolasinski SL, Neogi T, Hochberg MC, Oatis C, Guyatt G, Block J, et al. 2019 American College of Rheumatology/Arthritis Foundation Guideline for the Management of Osteoarthritis of the Hand, Hip, and Knee. *Arthritis Rheumatol (Hoboken, NJ)*. 2020 Feb;72(2):220–33.
6. Zhang W, Doherty M, Peat G, Bierma-Zeinstra MA, Arden NK, Bresnihan B, et al. EULAR evidence-based recommendations for the diagnosis of knee osteoarthritis. *Ann Rheum Dis*. 2010 Mar;69(3):483–9.
7. Robinson WH, Lepus CM, Wang Q, Raghu H, Mao R, Lindstrom TM, et al. Low-grade inflammation as a key mediator of the pathogenesis of osteoarthritis. *Nat Rev Rheumatol*. 2016 Oct;12(10):580–92.
8. Page CJ, Hinman RS, Bennell KL. Physiotherapy management of knee osteoarthritis. *Int J Rheum Dis*. 2011 May;14(2):145–51.
9. Farrokhi S, Voycheck CA, Tashman S, Fitzgerald GK. A biomechanical perspective on physical therapy management of knee osteoarthritis. *J Orthop Sports Phys Ther*. 2013 Sep;43(9):600–19.
10. Thorp LE, Sumner DR, Block JA, Moisiu KC, Shott S, Wimmer MA. Knee joint loading differs in individuals with mild compared with moderate medial knee osteoarthritis. *Arthritis Rheum*. 2006 Dec;54(12):3842–9.
11. Miyazaki T, Wada M, Kawahara H, Sato M, Baba H, Shimada S. Dynamic load at baseline can predict radiographic disease progression in medial compartment knee osteoarthritis. *Ann Rheum Dis*. 2002 Jul;61(7):617–22.
12. Thorp LE, Sumner DR, Wimmer MA, Block JA. Relationship between pain and

- medial knee joint loading in mild radiographic knee osteoarthritis. *Arthritis Rheum.* 2007 Oct;57(7):1254–60.
13. Hall T, Chan HT, Christensen L, Odenthal B, Wells C, Robinson K. Efficacy of a C1-C2 Self-sustained Natural Apophyseal Glide (SNAG) in the Management of Cervicogenic Headache. *J Orthop Sport Phys Ther.* 2007;37(3):100–7.
 14. 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;6:612–8.
 15. Messier SP, Loeser RF, Hoover JL, Semble EL, Wise CM. Osteoarthritis of the knee: effects on gait, strength, and flexibility. *Arch Phys Med Rehabil.* 1992 Jan;73(1):29–36.
 16. Slemenda C, Brandt KD, Heilman DK, Mazuca S, Braunstein EM, Katz BP, et al. Quadriceps weakness and osteoarthritis of the knee. *Ann Intern Med.* 1997 Jul;127(2):97–104.
 17. Ferraz RB, Gualano B, Rodrigues R, Kurimori CO, Fuller R, Lima FR, et al. Benefits of Resistance Training with Blood Flow Restriction in Knee Osteoarthritis. *Med Sci Sports Exerc.* 2018 May;50(5):897–905.
 18. Hughes L, Paton B, Rosenblatt B, Gissane C, Patterson SD. Blood flow restriction training in clinical musculoskeletal rehabilitation: a systematic review and meta-analysis. *Br J Sports Med.* 2017 Jul;51(13):1003–11.
 19. Petterson SC, Barrance P, Buchanan T, Binder-Macleod S, Snyder-Mackler L. Mechanisms underlying quadriceps weakness in knee osteoarthritis. *Med Sci Sports Exerc.* 2008 Mar;40(3):422–7.
 20. Segal NA, Torner JC, Felson D, Niu J, Sharma L, Lewis CE, et al. Effect of thigh strength on incident radiographic and symptomatic knee osteoarthritis in a longitudinal cohort. *Arthritis Rheum.* 2009 Sep;61(9):1210–7.
 21. Bennell KL, Wrigley T V, Hunt MA, Lim B-W, Hinman RS. Update on the role of muscle in the genesis and management of knee osteoarthritis. *Rheum Dis Clin North Am.* 2013 Feb;39(1):145–76.
 22. Tuna S, Balcı N, Özçakar L. The relationship between femoral cartilage thickness and muscle strength in knee osteoarthritis. *Clin Rheumatol.* 2016

- Aug;35(8):2073–7.
23. Wilkinson BG, Donnenwerth JJ, Peterson AR. Use of Blood Flow Restriction Training for Postoperative Rehabilitation. *Curr Sports Med Rep*. 2019 Jun;18(6):224–8.
 24. Fransen M, McConnell S. Exercise for osteoarthritis of the knee. *Cochrane database Syst Rev*. 2008 Oct;(4):CD004376.
 25. Pelland L, Brosseau L, Wells G, MacLeay L, Lambert J, Lamothe C, et al. Efficacy of strengthening exercises for osteoarthritis (Part I): A meta-analysis. *Phys Ther Rev* [Internet]. 2004 Jun 1;9(2):77–108. Available from: <https://doi.org/10.1179/108331904225005052>
 26. Thompson P. Benefits and Risks Associated with Physical Activity. *ACSM's Guidel Exerc Test Prescr*. 2014;3.
 27. Jan M-H, Lin J-J, Liao J-J, Lin Y-F, Lin D-H. Investigation of clinical effects of high- and low-resistance training for patients with knee osteoarthritis: a randomized controlled trial. *Phys Ther*. 2008 Apr;88(4):427–36.
 28. Takarada Y, Takazawa H, Sato Y, Takebayashi S, Tanaka Y, Ishii N. Effects of resistance exercise combined with moderate vascular occlusion on muscular function in humans. *J Appl Physiol*. 2000 Jun;88(6):2097–106.
 29. Loenneke JP, Wilson GJ, Wilson JM. A mechanistic approach to blood flow occlusion. *Int J Sports Med*. 2010 Jan;31(1):1–4.
 30. de Souza TMF, Libardi CA, Cavaglieri CR, Gáspari AF, Brunelli DT, de Souza GV, et al. Concurrent Training with Blood Flow Restriction does not Decrease Inflammatory Markers. *Int J Sports Med*. 2018 Jan;39(1):29–36.
 31. Lixandrão ME, Ugrinowitsch C, Berton R, Vechin FC, Conceição MS, Damas F, et al. Magnitude of Muscle Strength and Mass Adaptations Between High-Load Resistance Training Versus Low-Load Resistance Training Associated with Blood-Flow Restriction: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Sports Med*. 2018 Feb;48(2):361–78.
 32. Hollander DB, Reeves G V, Clavier JD, Francois MR, Thomas C, Kraemer RR. Partial occlusion during resistance exercise alters effort sense and pain. *J strength Cond Res*. 2010 Jan;24(1):235–43.
 33. Bryk FF, Dos Reis AC, Fingerhut D, Araujo T, Schutzer M, Cury R de PL, et

- al. Exercises with partial vascular occlusion in patients with knee osteoarthritis: a randomized clinical trial. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2016 May;24(5):1580–6.
34. Jessee MB, Dankel SJ, Buckner SL, Mouser JG, Mattocks KT, Loenneke JP. The Cardiovascular and Perceptual Response to Very Low Load Blood Flow Restricted Exercise. *Int J Sports Med.* 2017 Jul;38(8):597–603.
 35. Moore K, Agur A, Dalley A. *Essential Clinical Anatomy*, 4th Edition.ippincott Williams and Wilkins.;
 36. Masouros SD, Bull AMJ, Amis AA. (i) Biomechanics of the knee joint. *Orthop Trauma* [Internet]. 2010;24(2):84–91. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877132710000308>
 37. Perry J, Burnfield J. Perry J, Burnfield JM. In: *Gait Analysis: Normal and Pathological Function.* 2010.
 38. Wenham CYJ, Conaghan PG. The role of synovitis in osteoarthritis. *Ther Adv Musculoskelet Dis.* 2010 Dec;2(6):349–59.
 39. Vecchiet L, Vecchiet J, Giamberardino MA. Referred Muscle Pain: Clinical and Pathophysiologic Aspects. *Curr Rev Pain.* 1999;3(6):489–98.
 40. Sancak B, Taner D. *Fonksiyonel anatomi: Ekstremiteler ve sırt bölgesi.* Taner D, editor. Ankara: Hekimler Yayın Birliği; 2003.
 41. FREYBERG RH, HENSINGER RN. Lower Extremity. In: NETTER FH, editor. *The Netter Collection of Medical Illustrations Kas İskelet Sistemi, Anatomi, Fizyoloji ve Metabolik Bozukluklar.* Elsevier; 2009. p. 94–106.
 42. Richard D, Mitchell A, Vogl WA. Lower Limb. In: Gray M, Gray H, editors. *Gray’s Anatomy for Students.* 4th ed. Philadelphia: Elsevier; 2019.
 43. Neumann DA. Lower extremity. In: Neumann DA, editor. *Kinesiology of the Musculoskeletal System Foundation of the Musculoskeletal System.* Mosby, Inc.; 2016. p. 453–66.
 44. Gitelman L. *Paper Knowledge: Toward a Media History of Documents.* Durham: Duke University Press, 2014. p. 210. (Sign, Storage, Transmission).
 45. Steinkamp LA, Dillingham MF, Markel MD, Hill JA, Kaufman KR. Biomechanical considerations in patellofemoral joint rehabilitation. *Am J Sports Med.* 1993;21(3):438–44.

46. Lieb FJ, Perry J. Quadriceps function. An anatomical and mechanical study using amputated limbs. *J Bone Joint Surg Am.* 1968 Dec;50(8):1535–48.
47. Johal P, Williams A, Wragg P, Hunt D, Gedroyc W. Tibio-femoral movement in the living knee. A study of weight bearing and non-weight bearing knee kinematics using “interventional” MRI. *J Biomech.* 2005;38(2):269–76.
48. Hunter DJ, Bierma-Zeinstra S. Osteoarthritis. *Lancet (London, England).* 2019 Apr;393(10182):1745–59.
49. Nelson AE. Osteoarthritis year in review 2017: clinical. *Osteoarthr Cartil.* 2018 Mar;26(3):319–25.
50. Bortoluzzi A, Furini F, Scirè CA. Osteoarthritis and its management - Epidemiology, nutritional aspects and environmental factors. *Autoimmun Rev.* 2018 Nov;17(11):1097–104.
51. Jordan KP, Jöud A, Bergknut C, Croft P, Edwards JJ, Peat G, et al. International comparisons of the consultation prevalence of musculoskeletal conditions using population-based healthcare data from England and Sweden. *Ann Rheum Dis.* 2014 Jan;73(1):212–8.
52. Carlson AK, Rawle RA, Wallace CW, Brooks EG, Adams E, Greenwood MC, et al. Characterization of synovial fluid metabolomic phenotypes of cartilage morphological changes associated with osteoarthritis. *Osteoarthr Cartil.* 2019 Aug;27(8):1174–84.
53. Helmick CG, Felson DT, Lawrence RC, Gabriel S, Hirsch R, Kwoh CK, et al. Estimates of the prevalence of arthritis and other rheumatic conditions in the United States. Part I. *Arthritis Rheum.* 2008 Jan;58(1):15–25.
54. Palazzo C, Nguyen C, Lefevre-Colau M-M, Rannou F, Poiraudau S. Risk factors and burden of osteoarthritis. *Ann Phys Rehabil Med.* 2016 Jun;59(3):134–8.
55. Musumeci G, Aiello FC, Szychlinska MA, Di Rosa M, Castrogiovanni P, Mobasher A. Osteoarthritis in the XXIst century: risk factors and behaviours that influence disease onset and progression. *Int J Mol Sci.* 2015 Mar;16(3):6093–112.
56. Mobasher A, Batt M. An update on the pathophysiology of osteoarthritis. *Ann Phys Rehabil Med.* 2016 Dec;59(5–6):333–9.

57. Berenbaum F. Osteoarthritis as an inflammatory disease (osteoarthritis is not osteoarthrosis!). *Osteoarthr Cartil.* 2013 Jan;21(1):16–21.
58. Sellam J, Berenbaum F. The role of synovitis in pathophysiology and clinical symptoms of osteoarthritis. *Nat Rev Rheumatol.* 2010 Nov;6(11):625–35.
59. Sun AR, Friis T, Sekar S, Crawford R, Xiao Y, Prasadam I. Is Synovial Macrophage Activation the Inflammatory Link Between Obesity and Osteoarthritis? *Curr Rheumatol Rep.* 2016 Sep;18(9):57.
60. Bondeson J, Blom AB, Wainwright S, Hughes C, Caterson B, van den Berg WB. The role of synovial macrophages and macrophage-produced mediators in driving inflammatory and destructive responses in osteoarthritis. *Arthritis Rheum.* 2010 Mar;62(3):647–57.
61. Chen Y, Jiang W, Yong H, He M, Yang Y, Deng Z, et al. Macrophages in osteoarthritis: pathophysiology and therapeutics. *Am J Transl Res* [Internet]. 2020 Jan 15;12(1):261–8. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32051751>
62. Hawker GA, Stewart L, French MR, Cibere J, Jordan JM, March L, et al. Understanding the pain experience in hip and knee osteoarthritis--an OARSI/OMERACT initiative. *Osteoarthr Cartil.* 2008 Apr;16(4):415–22.
63. Neogi T. The epidemiology and impact of pain in osteoarthritis. *Osteoarthr Cartil.* 2013 Sep;21(9):1145–53.
64. Global burden of 369 diseases and injuries in 204 countries and territories, 1990-2019: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2019. *Lancet (London, England).* 2020 Oct;396(10258):1204–22.
65. Prince MJ, Wu F, Guo Y, Gutierrez Robledo LM, O'Donnell M, Sullivan R, et al. The burden of disease in older people and implications for health policy and practice. *Lancet (London, England).* 2015 Feb;385(9967):549–62.
66. Global, regional, and national incidence, prevalence, and years lived with disability for 310 diseases and injuries, 1990-2015: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2015. *Lancet (London, England).* 2016 Oct;388(10053):1545–602.
67. Berenbaum F, Wallace IJ, Lieberman DE, Felson DT. Modern-day environmental factors in the pathogenesis of osteoarthritis. *Nat Rev Rheumatol.*

- 2018 Nov;14(11):674–81.
68. Harris EC, Coggon D. HIP osteoarthritis and work. *Best Pract Res Clin Rheumatol* [Internet]. 2015/06/10. 2015 Jun;29(3):462–82. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26612242>
 69. Expert Guide to Rheumatology Arthur Yee Expert Guide to Rheumatology , Stephen Paget American College of Physicians No of pages: 500 £31.95 1930513 550 1930513550 [Formula: see text]. *Nurs Older People*. 2005 Dec;17(9):35.
 70. Litwic A, Edwards MH, Dennison EM, Cooper C. Epidemiology and burden of osteoarthritis. *Br Med Bull*. 2013;105:185–99.
 71. Kohn MD, Sassoon AA, Fernando ND. Classifications in Brief: Kellgren-Lawrence Classification of Osteoarthritis. *Clin Orthop Relat Res*. 2016 Aug;474(8):1886–93.
 72. Potter HG, Linklater JM, Allen AA, Hannafin JA, Haas SB. Magnetic resonance imaging of articular cartilage in the knee. An evaluation with use of fast-spin-echo imaging. *J Bone Joint Surg Am*. 1998 Sep;80(9):1276–84.
 73. Song Y, Greve JM, Carter DR, Giori NJ. Meniscectomy alters the dynamic deformational behavior and cumulative strain of tibial articular cartilage in knee joints subjected to cyclic loads. *Osteoarthr Cartil*. 2008 Dec;16(12):1545–54.
 74. Primorac, Dragan Primorac , Vilim Molnar , Eduard Rod Željko Jeleč , Fabijan Čukelj , Vid Matišić , Trpimir Vrdoljak , Damir Hudetz HH, Borić and I. Knee Osteoarthritis: A Review of Pathogenesis and. *Genes (Basel)*. 2020;11(8):854–89.
 75. Jotanovic Z, Mihelic R, Sestan B, Dembic Z. Emerging pathways and promising agents with possible disease modifying effect in osteoarthritis treatment. *Curr Drug Targets*. 2014 Jun;15(6):635–61.
 76. Buttgerit F, Burmester G-R, Bijlsma JWJ. Non-surgical management of knee osteoarthritis: where are we now and where do we need to go? *RMD open*. 2015;1(1):e000027.
 77. Leopoldino AO, Machado GC, Ferreira PH, Pinheiro MB, Day R, McLachlan AJ, et al. Paracetamol versus placebo for knee and hip osteoarthritis. *Cochrane*

- database Syst Rev. 2019 Feb;2(2):CD013273.
78. Charlesworth J, Fitzpatrick J, Perera NKP, Orchard J. Osteoarthritis- a systematic review of long-term safety implications for osteoarthritis of the knee. *BMC Musculoskelet Disord* [Internet]. 2019;20(1):151. Available from: <https://doi.org/10.1186/s12891-019-2525-0>
 79. Bannuru RR, Osani MC, Vaysbrot EE, Arden NK, Bennell K, Bierma-Zeinstra SMA, et al. OARSI guidelines for the non-surgical management of knee, hip, and polyarticular osteoarthritis. *Osteoarthr Cartil*. 2019 Nov;27(11):1578–89.
 80. Pisters MF, Veenhof C, van Meeteren NLU, Ostelo RW, de Bakker DH, Schellevis FG, et al. Long-term effectiveness of exercise therapy in patients with osteoarthritis of the hip or knee: a systematic review. *Arthritis Rheum*. 2007 Oct;57(7):1245–53.
 81. van Doormaal MCM, Meerhoff GA, Vliet Vlieland TPM, Peter WF. A clinical practice guideline for physical therapy in patients with hip or knee osteoarthritis. *Musculoskeletal Care*. 2020;18(4):575–95.
 82. Xu Q, Chen B, Wang Y, Wang X, Han D, Ding D, et al. The Effectiveness of Manual Therapy for Relieving Pain, Stiffness, and Dysfunction in Knee Osteoarthritis: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Pain Physician*. 2017 May;20(4):229–43.
 83. American Academy of Orthopaedic Surgeons Management of Osteoarthritis of the Knee (NonArthroplasty) Evidence-Based Clinical Practice Guideline. <https://www.aaos.org/oak3cpg> Published 08/31/2021.
 84. Ferguson B. ACSM's Guidelines for Exercise Testing and Prescription 9th Ed. 2021. *J Can Chiropr Assoc* [Internet]. 2020 Sep;58(3):328. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4139760/>
 85. Hinman RS, Heywood SE, Day AR. Aquatic physical therapy for hip and knee osteoarthritis: results of a single-blind randomized controlled trial. *Phys Ther*. 2007 Jan;87(1):32–43.
 86. Schulz KF. Correspondence CONSORT 2010 Statement: updated guidelines for reporting parallel group randomised trials. *Notes Queries*. 2010;8(18).
 87. Nazari A, Moezy A, Nejati P, Mazaherinezhad A. Efficacy of high-intensity laser therapy in comparison with conventional physiotherapy and exercise

- therapy on pain and function of patients with knee osteoarthritis: a randomized controlled trial with 12-week follow up. *Lasers Med Sci*. 2019;34(3):505–16.
88. Kacin A, Strazar K. Frequent low-load ischemic resistance exercise to failure enhances muscle oxygen delivery and endurance capacity. *Scand J Med Sci Sports*. 2011 Dec;21(6):e231-41.
 89. Loenneke JP, Fahs CA, Rossow LM, Sherk VD, Thiebaud RS, Abe T, et al. Effects of cuff width on arterial occlusion: implications for blood flow restricted exercise. *Eur J Appl Physiol*. 2012 Aug;112(8):2903–12.
 90. Partsch B, Partsch H. Calf compression pressure required to achieve venous closure from supine to standing positions. *J Vasc Surg*. 2005 Oct;42(4):734–8.
 91. Nielsen JL, Aagaard P, Bech RD, Nygaard T, Hvid LG, Wernbom M, et al. Proliferation of myogenic stem cells in human skeletal muscle in response to low-load resistance training with blood flow restriction. *J Physiol [Internet]*. 2012/07/16. 2012 Sep 1;590(17):4351–61. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22802591>
 92. Centner C, Wiegel P, Gollhofer A, König D. Effects of Blood Flow Restriction Training on Muscular Strength and Hypertrophy in Older Individuals: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Sport Med [Internet]*. 2019;49(1):95–108. Available from: <https://doi.org/10.1007/s40279-018-0994-1>
 93. Loenneke JP, Wilson JM, Wilson GJ, Pujol TJ, Bemben MG. Potential safety issues with blood flow restriction training. *Scand J Med Sci Sports*. 2011 Aug;21(4):510–8.
 94. Patterson SD, Hughes L, Warmington S, Burr J, Scott BR, Owens J, et al. Blood Flow Restriction Exercise: Considerations of Methodology, Application, and Safety. *Front Physiol [Internet]*. 2019 May 15;10:533. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31156448>
 95. Minniti MC, Statkevich AP, Kelly RL, Rigsby VP, Exline MM, Rhon DI, et al. The Safety of Blood Flow Restriction Training as a Therapeutic Intervention for Patients With Musculoskeletal Disorders: A Systematic Review. *Am J Sports Med [Internet]*. 2019 Nov 11;48(7):1773–85. Available from: <https://doi.org/10.1177/0363546519882652>
 96. Nielsen JL, Frandsen U, Prokhorova T, Bech RD, Nygaard T, Suetta C, et al.

- Delayed Effect of Blood Flow-restricted Resistance Training on Rapid Force Capacity. *Med Sci Sports Exerc.* 2017 Jun;49(6):1157–67.
97. McEwen JA, Owens JG, Jeyasurya J. Why is it Crucial to Use Personalized Occlusion Pressures in Blood Flow Restriction (BFR) Rehabilitation? *J Med Biol Eng* [Internet]. 2019;39(2):173–7. Available from: <https://doi.org/10.1007/s40846-018-0397-7>
 98. Brandner CR, Kidgell DJ, Warmington SA. Unilateral bicep curl hemodynamics: Low-pressure continuous vs high-pressure intermittent blood flow restriction. *Scand J Med Sci Sports.* 2015 Dec;25(6):770–7.
 99. Kubota A, Sakuraba K, Koh S, Ogura Y, Tamura Y. Blood flow restriction by low compressive force prevents disuse muscular weakness. *J Sci Med Sport.* 2011 Mar;14(2):95–9.
 100. Cook SB, Clark BC, Ploutz-Snyder LL. Effects of exercise load and blood-flow restriction on skeletal muscle function. *Med Sci Sports Exerc.* 2007 Oct;39(10):1708–13.
 101. Faul F, Erdfelder E, Lang AG, Buchner A. G*Power 3: A flexible statistical power analysis program for the social, behavioral, and biomedical sciences. *Behav Res Methods.* 2007;39(2):175–91.
 102. Faul F, Erdfelder E, Lang AG, Buchner A. Statistical power analyses using G*Power 3.1: Tests for correlation and regression analyses. *Behav Res Methods.* 2009;41(4):1149–60.
 103. Loenneke JP, Wilson JM, Marín PJ, Zourdos MC, Bemben MG. Low intensity blood flow restriction training: a meta-analysis. *Eur J Appl Physiol.* 2012 May;112(5):1849–59.
 104. 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. Diagnostic and Therapeutic Criteria Committee of the American Rheumatism Association. *Arthritis Rheum.* 1986 Aug;29(8):1039–49.
 105. KELLGREN JH, LAWRENCE JS. Radiological assessment of osteo-arthrosis. *Ann Rheum Dis.* 1957 Dec;16(4):494–502.
 106. Tracy BL, Ivey FM, Jeffrey Metter E, Fleg JL, Siegel EL, Hurley BF. A more

- efficient magnetic resonance imaging-based strategy for measuring quadriceps muscle volume. *Med Sci Sports Exerc.* 2003 Mar;35(3):425–33.
107. Hug F, Marqueste T, Le Fur Y, Cozzone PJ, Grélot L, Bendahan D. Selective training-induced thigh muscles hypertrophy in professional road cyclists. *Eur J Appl Physiol.* 2006 Jul;97(5):591–7.
 108. Ploutz LL, Tesch PA, Biro RL, Dudley GA. Effect of resistance training on muscle use during exercise. *J Appl Physiol.* 1994 Apr;76(4):1675–81.
 109. Overend TJ, Cunningham DA, Paterson DH, Lefcoe MS. Thigh composition in young and elderly men determined by computed tomography. *Clin Physiol.* 1992 Nov;12(6):629–40.
 110. Lund H, Christensen L, Savnik A, Boesen J, Danneskiold-Samsøe B, Bliddal H. Volume estimation of extensor muscles of the lower leg based on MR imaging. *Eur Radiol.* 2002;12(12):2982–7.
 111. Waterfield J, Sim J. Clinical assessment of pain by the visual analogue scale. *Br J Ther Rehabil* [Internet]. 1996 Feb 1;3(2):94–7. Available from: <https://doi.org/10.12968/bjtr.1996.3.2.14869>
 112. Reese NB, Yates C, Bandy WD. Joint Range of Motion and Muscle Length Testing. 3rd ed. Philadelphia: Saunders; 2016. 374–376 p.
 113. Brosseau L, Balmer S, Tousignant M, O’Sullivan J, Goudreault C, Goudreault M. Intra- and intertester reliability and criterion validity of the parallelogram and universal goniometers for measuring maximum active knee flexion and extension of patients with knee restrictions. *Arch Phys Med Rehabil.* 2001;82(3):396–402.
 114. Kennedy DM, Stratford PW, Wessel J, Gollish JD, Penney D. Assessing stability and change of four performance measures: a longitudinal study evaluating outcome following total hip and knee arthroplasty. *BMC Musculoskelet Disord* [Internet]. 2005 Jan 28;6:3. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/15679884>
 115. Tüzün EH, Eker L, Aytar A, Daşkapan A, Bayramoğlu M. Acceptability, reliability, validity and responsiveness of the Turkish version of WOMAC osteoarthritis index. *Osteoarthr Cartil.* 2005 Jan;13(1):28–33.
 116. Bellamy N, Buchanan WW, Goldsmith CH, Campbell J, Stitt LW. Validation

- study of WOMAC: a health status instrument for measuring clinically important patient relevant outcomes to antirheumatic drug therapy in patients with osteoarthritis of the hip or knee. *J Rheumatol*. 1988 Dec;15(12):1833–40.
117. Collins NJ, Misra D, Felson DT, Crossley KM, Roos EM. Measures of knee function: International Knee Documentation Committee (IKDC) Subjective Knee Evaluation Form, Knee Injury and Osteoarthritis Outcome Score (KOOS), Knee Injury and Osteoarthritis Outcome Score Physical Function Short Form (KOOS-PS), Knee O. *Arthritis Care Res (Hoboken)*. 2011 Nov;63 Suppl 1(0 11):S208-28.
 118. Lequesne MG. The algofunctional indices for hip and knee osteoarthritis. *J Rheumatol*. 1997 Apr;24(4):779–81.
 119. Brazier JE, Harper R, Jones NM, O’Cathain A, Thomas KJ, Usherwood T, et al. Validating the SF-36 health survey questionnaire: new outcome measure for primary care. *BMJ*. 1992 Jul;305(6846):160–4.
 120. McNair PJ, Colvin M, Reid D. Predicting maximal strength of quadriceps from submaximal performance in individuals with knee joint osteoarthritis. *Arthritis Care Res*. 2011;63(2):216–22.
 121. Brzycki M. Strength Testing—Predicting a One-Rep Max from Reps-to-Fatigue. *J Phys Educ Recreat Danc [Internet]*. 2021 Jan;64(1):88–90. Available from: <http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/07303084.1993.10606684>
 122. Kaminsky L, editor. ACSM’s guidelines for exercise testing and prescription. In: American College of Sports Medicine. 7th ed. Baltimore: Williams & Wilkins; 2006.
 123. Shimano T, Kraemer WJ, Spiering BA, Volek JS, Hatfield DL, Silvestre R, et al. Relationship between the number of repetitions and selected percentages of one repetition maximum in free weight exercises in trained and untrained men. *J strength Cond Res*. 2006 Nov;20(4):819–23.
 124. Lockhart C, Scott BR, Thoseby B, Dascombe BJ. Acute Effects of Interset Rest Duration on Physiological and Perceptual Responses to Resistance Exercise in Hypoxia. *J strength Cond Res*. 2020 Aug;34(8):2241–9.
 125. Cui A, Li H, Wang D, Zhong J, Chen Y, Lu H. Global, regional prevalence, incidence and risk factors of knee osteoarthritis in population-based studies.

- EClinicalMedicine [Internet]. 2020;29–30:100587. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.eclinm.2020.100587>
126. Kambič T, Novaković M, Tomažin K, Strojnik V, Božič-Mijovski M, Jug B. Hemodynamic and Hemostatic Response to Blood Flow Restriction Resistance Exercise in Coronary Artery Disease: A Pilot Randomized Controlled Trial. *J Cardiovasc Nurs.* 2021;36(5):507–16.
 127. Bowman EN, Elshaar R, Milligan H, Jue G, Mohr K, Brown P, et al. Proximal, Distal, and Contralateral Effects of Blood Flow Restriction Training on the Lower Extremities: A Randomized Controlled Trial. *Sports Health.* 2019;11(2):149–56.
 128. Doma K, Leicht AS, Boullosa D, Woods CT. Lunge exercises with blood-flow restriction induces post-activation potentiation and improves vertical jump performance. *Eur J Appl Physiol.* 2020 Mar;120(3):687–95.
 129. Clarkson MJ, Conway L, Warmington SA. Blood flow restriction walking and physical function in older adults: A randomized control trial. *J Sci Med Sport.* 2017 Dec;20(12):1041–6.
 130. Clarkson MJ, Fraser SF, Bennett PN, McMahon LP, Brumby C, Warmington SA. Efficacy of blood flow restriction exercise during dialysis for end stage kidney disease patients: protocol of a randomised controlled trial. *BMC Nephrol.* 2017 Sep;18(1):294.
 131. Bowman EN, Elshaar R, Milligan H, Jue G, Mohr K, Brown P, et al. Upper-extremity blood flow restriction: the proximal, distal, and contralateral effects—a randomized controlled trial. *J Shoulder Elb Surg.* 2020 Jun;29(6):1267–74.
 132. Giles L, Webster KE, McClelland J, Cook JL. Quadriceps strengthening with and without blood flow restriction in the treatment of patellofemoral pain: a double-blind randomised trial. *Br J Sports Med.* 2017 Dec;51(23):1688–94.
 133. Hughes L, Patterson SD, Haddad F, Rosenblatt B, Gissane C, McCarthy D, et al. Examination of the comfort and pain experienced with blood flow restriction training during post-surgery rehabilitation of anterior cruciate ligament reconstruction patients: A UK National Health Service trial. *Phys Ther Sport Off J Assoc Char Physiother Sport Med.* 2019 Sep;39:90–8.
 134. Hughes L, Rosenblatt B, Haddad F, Gissane C, McCarthy D, Clarke T, et al.

- Comparing the Effectiveness of Blood Flow Restriction and Traditional Heavy Load Resistance Training in the Post-Surgery Rehabilitation of Anterior Cruciate Ligament Reconstruction Patients: A UK National Health Service Randomised Controlled Trial. *Sports Med.* 2019 Nov;49(11):1787–805.
135. Korakakis V, Whiteley R, Giakas G. Low load resistance training with blood flow restriction decreases anterior knee pain more than resistance training alone. A pilot randomised controlled trial. *Phys Ther Sport [Internet]*. 2018;34:121–8. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.ptsp.2018.09.007>
 136. Rodrigues R, Ferraz RB, Kurimori CO, Guedes LK, Lima FR, de Sá-Pinto AL, et al. Low-Load Resistance Training With Blood-Flow Restriction in Relation to Muscle Function, Mass, and Functionality in Women With Rheumatoid Arthritis. *Arthritis Care Res (Hoboken)*. 2020 Jun;72(6):787–97.
 137. Tennent DJ, Hylden CM, Johnson AE, Burns TC, Wilken JM, Owens JG. Blood Flow Restriction Training After Knee Arthroscopy: A Randomized Controlled Pilot Study. *Clin J Sport Med Off J Can Acad Sport Med.* 2017 May;27(3):245–52.
 138. Cerqueira MS, de Brito Vieira WH. Effects of blood flow restriction exercise with very low load and low volume in patients with knee osteoarthritis: protocol for a randomized trial. *Trials.* 2019 Feb;20(1):135.
 139. Harper SA, Roberts LM, Layne AS, Jaeger BC, Gardner AK, Sibille KT, et al. Blood-Flow Restriction Resistance Exercise for Older Adults with Knee Osteoarthritis: A Pilot Randomized Clinical Trial. *J Clin Med.* 2019 Feb;8(2).
 140. Segal N, Davis MD, Mikesky AE. Efficacy of Blood Flow-Restricted Low-Load Resistance Training For Quadriceps Strengthening in Men at Risk of Symptomatic Knee Osteoarthritis. *Geriatr Orthop Surg Rehabil.* 2015 Sep;6(3):160–7.
 141. Segal NA, Williams GN, Davis MC, Wallace RB, Mikesky AE. Efficacy of blood flow-restricted, low-load resistance training in women with risk factors for symptomatic knee osteoarthritis. *PM R.* 2015 Apr;7(4):376–84.
 142. Madarame H, Ochi E, Tomioka Y, Nakazato K, Ishii N. Blood flow-restricted training does not improve jump performance in untrained young men. *Acta Physiol Hung.* 2011 Dec;98(4):465–71.

143. Martín-Hernández J, Marín PJ, Menéndez H, Ferrero C, Loenneke JP, Herrero AJ. Muscular adaptations after two different volumes of blood flow-restricted training. *Scand J Med Sci Sports*. 2013 Mar;23(2):e114-20.
144. Curran MT, Bedi A, Mendias CL, Wojtys EM, Kujawa M V., Palmieri-Smith RM. Blood Flow Restriction Training Applied With High-Intensity Exercise Does Not Improve Quadriceps Muscle Function After Anterior Cruciate Ligament Reconstruction: A Randomized Controlled Trial. *Am J Sports Med*. 2020;48(4):825–37.
145. Abe T, DeHoyos D V, Pollock ML, Garzarella L. Time course for strength and muscle thickness changes following upper and lower body resistance training in men and women. *Eur J Appl Physiol*. 2000 Feb;81(3):174–80.
146. Fujita T, Brechue WF, Kurita K, Sato Y, Abe T. Increased muscle volume and strength following six days of low-intensity resistance training with restricted muscle blood flow. *Int J KAATSU Train Res*. 2008;4(1):1–8.
147. Yasuda T, Ogasawara R, Sakamaki M, Ozaki H, Sato Y, Abe T. Combined effects of low-intensity blood flow restriction training and high-intensity resistance training on muscle strength and size. *Eur J Appl Physiol*. 2011 Oct;111(10):2525–33.
148. Schoenfeld BJ. Potential mechanisms for a role of metabolic stress in hypertrophic adaptations to resistance training. *Sports Med*. 2013 Mar;43(3):179–94.
149. Schoenfeld BJ. The mechanisms of muscle hypertrophy and their application to resistance training. *J strength Cond Res*. 2010 Oct;24(10):2857–72.
150. Biazon TMPC, Ugrinowitsch C, Soligon SD, Oliveira RM, Bergamasco JG, Borghi-Silva A, et al. The Association Between Muscle Deoxygenation and Muscle Hypertrophy to Blood Flow Restricted Training Performed at High and Low Loads. *Front Physiol*. 2019;10:446.
151. Rodrigues R, Ferraz RB, Kurimori CO, Guedes LK, Lima FR, Sá-pinto AL De, et al. Low- - Load Resistance Training With Blood- - Flow Restriction in Relation to Muscle Function , Mass , and Functionality in Women With Rheumatoid Arthritis. 2020;72(6):787–97.
152. Nomura K, Vitti M, de Oliveira AS, Chaves TC, Semprini M, siéssere S, et al.

- Use of the fonseca's questionnaire to assess the prevalence and severity of temporomandibular disorders in brazilian dental undergraduates. *Braz Dent J.* 2007;18(2):163–7.
153. Segal NA, Glass NA. Is quadriceps muscle weakness a risk factor for incident or progressive knee osteoarthritis? *Phys Sportsmed.* 2011 Nov;39(4):44–50.
 154. Shakeel R, Khan AA, Ayyub A, Masood Z. Impact of strengthening exercises with and without blood flow restriction on quadriceps of knee osteoarthritis patients. *J Pak Med Assoc.* 2021;71(9):2173–6.
 155. Martín-Hernández J, Marín PJ, Menéndez H, Loenneke JP, Coelho-e-Silva MJ, García-López D, et al. Changes in muscle architecture induced by low load blood flow restricted training. *Acta Physiol Hung.* 2013 Dec;100(4):411–8.
 156. Park SH, Hwangbo G. Effects of combined application of progressive resistance training and Russian electrical stimulation on quadriceps femoris muscle strength in elderly women with knee osteoarthritis. *J Phys Ther Sci.* 2015 Mar;27(3):729–31.
 157. Clark BC, Manini TM, Hoffman RL, Williams PS, Guiler MK, Knutson MJ, et al. Relative safety of 4 weeks of blood flow-restricted resistance exercise in young, healthy adults. *Scand J Med Sci Sports.* 2011 Oct;21(5):653–62.
 158. Ivey FM, Roth SM, Ferrell RE, Tracy BL, Lemmer JT, Hurlbut DE, et al. Effects of age, gender, and myostatin genotype on the hypertrophic response to heavy resistance strength training. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci.* 2000 Nov;55(11):M641-8.
 159. Noh E-K, An C-S. Changes in pain, swelling, and range of motion according to physical therapy intervention after total knee arthroplasty in elderly patients. *Phys Ther Rehabil Sci.* 2015;4(2):79–86.
 160. Ohta H, Kurosawa H, Ikeda H, Iwase Y, Satou N, Nakamura S. Low-load resistance muscular training with moderate restriction of blood flow after anterior cruciate ligament reconstruction. *Acta Orthop Scand.* 2003 Feb;74(1):62–8.
 161. Korakakis V, Whiteley R, Tzavara A, Malliaropoulos N. The effectiveness of extracorporeal shockwave therapy in common lower limb conditions: a systematic review including quantification of patient-rated pain reduction. *Br J*

- Sports Med. 2018;52(6):387–407.
162. Hughes L, Paton B, Haddad F, Rosenblatt B, Gissane C, Patterson SD. Comparison of the acute perceptual and blood pressure response to heavy load and light load blood flow restriction resistance exercise in anterior cruciate ligament reconstruction patients and non-injured populations. *Phys Ther Sport Off J Assoc Chart Physiother Sport Med*. 2018 Sep;33:54–61.
 163. Koltyn KF, Brellenthin AG, Cook DB, Sehgal N, Hillard C. Mechanisms of exercise-induced hypoalgesia. *J pain [Internet]*. 2014 Dec;15(12):1294–304. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25261342>
 164. Tuveson B, Leffler A-S, Hansson P. Time dependent differences in pain sensitivity during unilateral ischemic pain provocation in healthy volunteers. *Eur J Pain*. 2006 Apr;10(3):225–32.
 165. Leffler A-S, Hansson P, Kosek E. Somatosensory perception in a remote pain-free area and function of diffuse noxious inhibitory controls (DNIC) in patients suffering from long-term trapezius myalgia. *Eur J Pain*. 2002;6(2):149–59.
 166. Grønfeldt BM, Lindberg Nielsen J, Mieritz RM, Lund H, Aagaard P. Effect of blood-flow restricted vs heavy-load strength training on muscle strength: Systematic review and meta-analysis. *Scand J Med Sci Sports*. 2020 May;30(5):837–48.
 167. Bordessa JM, Hearn MC, Reinfeldt AE, Smith TA, Baweja HS, Levy SS, et al. Comparison of blood flow restriction devices and their effect on quadriceps muscle activation. *Phys Ther Sport [Internet]*. 2021;49:90–7. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1466853X2100033X>
 168. Zhang S-L, Liu H-Q, Xu X-Z, Zhi J, Geng J-J, Chen J. Effects of exercise therapy on knee joint function and synovial fluid cytokine levels in patients with knee osteoarthritis. *Mol Med Rep*. 2013 Jan;7(1):183–6.
 169. Nicklas BJ, Ambrosius W, Messier SP, Miller GD, Penninx BWJH, Loeser RF, et al. Diet-induced weight loss, exercise, and chronic inflammation in older, obese adults: a randomized controlled clinical trial. *Am J Clin Nutr [Internet]*. 2004 Apr 1;79(4):544–51. Available from: <https://doi.org/10.1093/ajcn/79.4.544>
 170. Şişman AR, Küme T, Akan P, Tuncel P. C-Reaktif Protein: Klinik Önem,

- Ölçüm Yöntemlerindeki Gelişmeler, Preanalitik ve Analitik Değişkenlikler. Türk Klin Biyokim Derg [Internet]. 2007;5(1):33–41. Available from: http://tkb.dergisi.org/pdf/pdf_TKB_83.pdf
171. Mattar MA, Gualano B, Perandini LA, Shinjo SK, Lima FR, Sá-Pinto AL, et al. Safety and possible effects of low-intensity resistance training associated with partial blood flow restriction in polymyositis and dermatomyositis. *Arthritis Res Ther*. 2014;16(1):1–8.
172. Koch AJ, Pereira R, Machado M. The creatine kinase response to resistance exercise. *J Musculoskelet Neuronal Interact*. 2014 Mar;14(1):68–77.
173. Nosaka K, Clarkson PM. Relationship between post-exercise plasma CK elevation and muscle mass involved in the exercise. *Int J Sports Med*. 1992 Aug;13(6):471–5.
174. Özden F, Nadiye Karaman Ö, Tuğay N, Yalın Kiliç C, Mihriban Kiliç R, Umut Tuğay B. The relationship of radiographic findings with pain, function, and quality of life in patients with knee osteoarthritis. *J Clin Orthop trauma* [Internet]. 2020/04/09. 2020 Jul;11(Suppl 4):S512–7. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32774020>
175. Cubukcu D, Sarsan A, Alkan H. Relationships between Pain, Function and Radiographic Findings in Osteoarthritis of the Knee: A Cross-Sectional Study. *Arthritis*. 2012;2012:984060.

10. EKLER

EK-1. Bilgilendirilmiş Gönüllü Olur Formu

BİLGİLENDİRİLMİŞ GÖNÜLLÜ OLUR FORMU

Aşağıda bu araştırma ile ilgili detaylı bilgiler yer almaktadır, lütfen dikkatli bir şekilde tümünü okuyunuz.

ÇALIŞMAMIZ NEDİR?

Bu çalışma ağrılı diz osteoartriti (kireçlenmesi) olan hastalarla yapılan iki farklı egzersiz türünün kas gücü, ağrı ve günlük fonksiyonlar üzerine etkisini araştırıp karşılaştıran bir araştırmadır.

ÇALIŞMANIN AMACI NEDİR?

Çalışmamızın amacı kronik diz osteoartritli bireylerde BFRT'nin ağrı, genel fonksiyon, quadriceps kas gücünü ve kesit alanını geliştirip geliştirmediğini ve inflamasyona olan etkisini belirlemektir.

NASIL BİR UYGULAMA YAPILACAKTIR?

Hekim tarafından muayene edilip gereken medikal tedavilerin başlatılmasından sonra fizyoterapist tarafından değerlendirileceksiniz. Bu testlerin yapıldığı ve egzersiz programının uygulandığı bir seanstaki öngörülen süresi 30-45 dakikadır.

Tanınızın konulduğu gün ve egzersiz programının 2. ayında iki ayrı değerlendirme ölçümünüz yapılacaktır. 8 haftalık egzersiz programında sizlere fizyoterapist tarafından öğretilen bacak kaslarınızı kuvvetlendirecek egzersizlerin yapılması istenecektir.

Uygulanacak olan testlerin ve egzersiz programının herhangi bir olumsuz yan etkisi yoktur ve sizi yormadan yapılacaktır.

SORUMLULUKLARIM NEDİR?

Araştırmamıza dahil olan hastaların gerek değerlendirmelere gerekse tedaviye uyum göstermeleri beklenmektedir. Bu koşullara uyulmadığı durumlarda araştırmacı sizi program dışı bırakabilme yetkisine sahiptir.

ARAŞTIRMANIN DENEYSSEL KISIMLARI

Araştırmamız deneysel bir çalışma değildir.

ÇALIŞMAYA KATILMA İLE BEKLENEN OLASI RİSKLER VEYA RAHATSIZLIKLAR NEDİR?

Bu çalışmada uygulanacak olan değerlendirme yaklaşımları hiçbir şekilde risk taşımamaktadır ve size rahatsızlık verecek herhangi bir etki yoktur. Ayrıca, beklenen yarar elde edilmediği durumlarda bunun nedenleri hakkında size gereken açıklama yapılacaktır.

KATILIMCILARIN ÇALIŞMAYA DAHİL OLMASI

Çalışmaya kendi rızanızla katılacaksınız veya çalışmaya katılmayı reddedebilecek ve isteğinizle hiçbir yaptırıma uğramaksızın çalışmadan çıkabileceksiniz.

İLETİŞİM

Hasta veya yasal temsilcilerin araştırma hakkında veya araştırma ile ilgili herhangi bir terslik olduğunda iletişim kurabileceğiniz kişi ve telefon numarası aşağıda verilmiştir:

Uzm. Fzt. Gizem ERGEZEN : +90332 4705044

ÇALIŞMANIN SÜRESİ: Çalışmamız 8 hafta sürecektir.

BİLGİLERİM KONUSUNDA GİZLİLİK SAĞLANABİLECEK MİDİR?

Size ait tüm tıbbi ve kimlik bilgileriniz gizli tutulacaktır ve araştırma yayınlansa bile kimlik bilgileriniz verilmeyecektir, ancak araştırmanın sorumluları etik kurullar ve resmi makamlar gerektiğinde tıbbi bilgilerinize ulaşabilir. Siz de istediğinizde kendinize ait tıbbi bilgilere ulaşabilirsiniz.

Çalışmaya Katılma Onayı

*“Bilgilendirilmiş Gönüllü Olur Formu”*ndaki tüm açıklamaları okudum. Bana yukarıda konusu ve amacı belirtilen araştırma ile ilgili yazılı ve sözlü açıklama aşağıda adı belirtilen hekim/fizyoterapist tarafından yapıldı. Aklıma gelen tüm soruları araştırmacıya sordum, yazılı ve sözlü olarak bana yapılan tüm açıklamaları ayrıntılarıyla anlamış bulunmaktayım. Araştırmaya gönüllü olarak katıldığımı, istediğim zaman gerekçeli olarak veya gerekçe göstermeden araştırmadan ayrılabileceğimi biliyorum. Bu araştırmaya hiçbir baskı ve zorlama olmaksızın kendi rızamla katılmayı kabul ediyorum.

Bu formun imzalı ve tarihli bir kopyası bana verildi.

GÖNÜLLÜNÜN		İMZASI
ADI & SOYADI		
ADRESİ		
GSM		
TARİH		
AÇIKLAMALARI YAPAN ARAŞTIRICININ		İMZASI
ADI & SOYADI		
TARİH		
HASTANIN YASAL TEMSİLCİSİNİN (EĞER GEREKLİYSE)		İMZASI
ADI & SOYADI		
YAKINLIK DERECESİ		
TARİH		
RIZA ALMA İŞLEMİNE BAŞINDAN SONUNA KADAR TANIKLIK EDEN KİŞİNİN (EĞER VARSA)		İMZASI
ADI & SOYADI		
TARİH		

EK-2. Demografik Tanı Formu

KATILIMCI TANI FORMU

Ad-Soyad:	Kronik Hastalık:
Tel:	İlaç Kullanımı:
Adres:	Sigara Kullanımı:.....paket/yıl
Eğitim Durumu:	Ailede Görülen Kronik Hastalık:
Meslek:	Dominant Taraf: Sağ () Sol ()
Yaş:	Ağrının Olduğu Taraf: Sağ () Sol ()
Boy:	Ağrı Ne Kadar Süredir Var(Ay):
Kilo:	Diz OA Tanısı Ne Zaman Konuldu:
VKI:	Dizde Geçirilmiş Travma:
Hastalık Geçmişi:	Kellgren-Lawrence evresi:

AĞRI

Aşağıdaki çizgi üzerinde **dinlenme** sırasında diz ağrınızın şiddetini gösteren noktayı işaretleyiniz.

0 10

Aşağıdaki çizgi üzerinde **aktivite** sırasında diz ağrınızın şiddetini gösteren noktayı işaretleyiniz.

0 10

Aşağıdaki çizgi üzerinde **gece boyunca** diz ağrınızın şiddetini gösteren noktayı işaretleyiniz.

0 10

AĞRILI BACAĞ:

SAĞ ()

SOL ()

SAĞ+SOL ()

	TEDAVİ ÖNCESİ				TEDAVİ SONRASI			
	SAĞ		SOL		SAĞ		SOL	
İstirahat								
Aktivite								
Gece								
Çevre ölçümü- 5cm								
Çevre ölçümü- 10cm								
Eklem Hareket Açıklığı	Flex	Ext	Flex	Ext	Flex	Ext	Flex	Ext
30 sn Otur Kalk								
Kas Kalınlığı								
Kas hacmi								
hs-CRP								
CK								
WOMAC								
Lequesne								
SF-36								
AOP								

2 ay sonunda, programa başlama zamanınıza göre diz bölgenizdeki ağrınızı değerlendirseniz:

- (1) Çok daha kötü
- (2) Daha kötü
- (3) Aynı
- (4) İyileşmiş
- (5) Çok gelişmiş

EK-3. WOMAC İndeksi

WESTERN ONTARIO AND MCMASTER UNIVERSITIES OSTEOARTRİT İNDEKSİ-WOMAC

Açıklama: Lütfen her kategoride belirtilen aktiviteler için ağrı/zorlanma derecenize göre 0 ile 4 arasında bir puan verin:

0 =Yok, 1 = Hafif, 2 = Orta, 3 = Şiddetli, 4 = Çok şiddetli

Her aktivite için tek bir rakamı işaretlemeniz gerekmektedir.

Ağrı	Düz zeminde yürümekle ağrı	0	1	2	3	4
	Merdiven inip çıkmakla ağrı	0	1	2	3	4
	Gece yatakta ağrı	0	1	2	3	4
	Oturmak veya uzanmakla ağrı	0	1	2	3	4
	Ayakta durmakla ağrı	0	1	2	3	4
Sertlik	Sabah ilk yürüme sırasında sertlik	0	1	2	3	4
	Gün içinde oturma, uzanma, istirahat sonrası sertlik	0	1	2	3	4
Fiziksel fonksiyon	Merdiven inme	0	1	2	3	4
	Merdiven çıkma	0	1	2	3	4
	Otururken ayağa kalkma	0	1	2	3	4
	Ayakta durma	0	1	2	3	4
	Yere eğilme (çömelme)	0	1	2	3	4
	Düz zemin üzerinde yürüme	0	1	2	3	4
	Arabaya inme-binme	0	1	2	3	4
	Alışveriş yapma	0	1	2	3	4
	Çorap giyme	0	1	2	3	4
	Çorap çıkartma	0	1	2	3	4
	Yataktan kalkma	0	1	2	3	4
	Yatakta uzanma	0	1	2	3	4
	Banyo küvetine girme-çıkma	0	1	2	3	4
	Oturma	0	1	2	3	4
	Tuvalete girme-çıkma	0	1	2	3	4
	Ağır ev işleri	0	1	2	3	4
Hafif ev işleri	0	1	2	3	4	

EK-4. Lequesne Algofonksiyonel Diz İndeksi

I - Ağrı veya Rahatsızlık

A - Gece ağrısı (yatak istirahatindeyken)

- 0 Yok
- 1 Yalnızca hareketle veya belirli pozisyonlarda
- 2 Hareket etmeden bile var.

B - Sabah tutukluğu (ya da giderek azalan ağrı)

- 0 Yok
- 1 15 dakikaya kadar
- 2 15 dakikadan daha uzun sürüyor.

C - Yarım saat ayakta durunca ağrı

- 0 Yok
- 1 Var

D - Yürümekle ağrı

- 0 Yok
- 1 Biraz yürüdükten sonra ağrı oluyor
- 2 Yürür yürümez ağrı oluyor ve yürüdükçe artıyor.

E - Kollardan destek almadan ayağa kalkarken ağrı;

- 0 Yok
- 1 Var

II - En Fazla Yürüme Mesafesi

- 0 Sınırsız
- 1 1 km'den fazla ama sınırsız değil
- 2 1 km civarı (15 dk içinde)
- 3 500-900 metre (8-15 dk arası sürede)
- 4 300-500 metre (8-15 dk arası sürede)
- 5 100-300 metre (8-15 dk arası sürede)
- 6 100 metreden daha az yürüyebiliyor
- +1 Bir adet değnek-baston-kanedyen kullanıyor.
- +2 İki adet değnek-baston-kanedyen kullanıyor.

III - Gnlk Yaşam Aktiviteleri

	<u>Rahat</u>	<u>Zor</u>	<u>İmkansız</u>
Merdivenlerden yukarı çıkmak	<input type="checkbox"/> 0	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2
Merdivenlerden aşağı inmek	<input type="checkbox"/> 0	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2
Dizlerin stnde eğilmek-melmek	<input type="checkbox"/> 0	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2
Düzgün olmayan zeminde yürümek	<input type="checkbox"/> 0	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2

Toplam Puan (0-24): _____



EK-5. SF-36 Kısa Form Yaşam Kalitesi Değerlendirme Anketi

SF-36 (Short Form 36)

Adınız Soyadınız: _____

Hasta # _____

Aşağıdaki sorular sizin kendi sağlığınız 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 karşılaştırdığımızda 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.

Sağlığınız 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	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
b)Orta derecede aktiviteler; örneğin bir masayı kaldırma, elektrikli süpürgeyi itme, hafif sporlara katılma vb	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
c)Ağır kaldırma ve yük taşıma	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
d)Çok sayıda merdiven basamağını çıkma	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
e)Tek bir merdiven basamağını çıkma	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
f)Öne eğime, çömelme veya diz çökme	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
g)İki kilometreden çok yürüme	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
h)Bir kilometre yürüme	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
i)100 metre yürüme	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
j)Kendi başına banyo yapma ve giyinme	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

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?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
b)Arzu ettiğinizden daha az şey mi yaptınız?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
c)Çalışma veya diğer yaptığınız işlerin çeşidinde kısıtlama yaptınız mı?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
d)Çalışma yaşamınızda veya diğer aktivitelerinizi yapmakta güçlük çektiniz mi? (aşırı efor gösterdiniz mi?)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

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?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
b)Arzu ettiğinizden daha az şey mi yaptınız?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
c)Çalışma veya diğer aktivitelerinizi her zamanki gibi dikkatlice yapabildiniz mi?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

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	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
b)Tanıdığım kişiler kadar sağlıklıyım	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
c)Sağlığımın kötüleşmekte olduğunu sanıyorum	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
d)Sağlığım mükemmel	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

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?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
b)Çok sinirli biri mi oldunuz?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
c)Kendinizi lağım çukuruna düşmüş gibi hissettiğiniz ve hiçbir şeyin moralinizi düzeltemeyeceğini düşündüğünüz oldu mu?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
d)Kendinizi sakin ve barışçı hissettiniz mi?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
e)Çok enerjik oldunuz mu?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
f)Kendinizi kalbi kırık ve üzgün hissettiniz mi?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
g)Kendinizi yıpranmış hissettiniz mi?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
h)Mutlu bir insan oldunuz mu?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
i)Yorgunluk hissettiniz mi?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
j)Sağlığınız sosyal aktivitelerinizi sınırladı mı? (arkadaşları veya yakın akrabaları ziyaret etmek gibi)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Yorum:

11. ETİK KURUL ONAYI



T.C.
İSTANBUL MEDİPOL ÜNİVERSİTESİ
Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurulu Başkanlığı

E-İmzalıdır

Sayı : 10840098-772.02-E.34224
Konu : Etik Kurulu Kararı

07.08/2020

Sayın Gizem ERGEZEN

Üniversitemiz Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kuruluna yapmış olduğumuz "Diz Osteoartritinde Kan Akışını Kısıtlayıcı Egzersizin Konservatif Egzersizler ile Karşılaştırılması: Rastlamaya Kontrollü Tek Kör Çalışma" isimli başvurularınız incelenmiş olup etik kurul karar ekte sunulmuştur.

Bilgilerinize rica ederim.

Prof. Dr. Hüneli ÖZBEK
Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar
Etik Kurulu Başkanı

Ek:
-Karar Formu (2 sayfa)

Bu belge 5070 sayılı e-İmza Kanununa göre Prof. Dr. Hüneli ÖZBEK tarafından 07.08.2020 tarihinde e-imzalanmıştır.
E-Verdiği Bilgi: etk@medipol.edu.tr veya telefon numarasından 0045002927 kodu ile iletişime geçebilirsiniz.

İstanbul Medipol Üniversitesi

Kavacık Mah. Elmekte Cad. No: 19 Kavacık Kavşağı - Beşiktaş
34080 İstanbul

Tel: 444 83 44
İnternet: www.medipol.edu.tr
Ayrıntılı Bilgi İçin: etik@medipol.edu.tr

BASVURU BİLGİLERİ	ARAŞTIRMANIN AÇIK ADI	Dir Osteoartritte Kan Akışını Kısıtlayıcı Egzersizin Konservatif Egzersizler ile Karşılaştırılması: Randomize Kontrollü Tek Kör Çalışma			
	KOORDİNATÖR/SORUMLU ARAŞTIRMACI UNVANI/ADISÖYADI	Gizem ERGEZEN			
	KOORDİNATÖR/SORUMLU ARAŞTIRMACININ UZMANLIK ALANI	Uzman Fizyoterapist			
	KOORDİNATÖR/SORUMLU ARAŞTIRMACININ BULUNDUĞU MERKEZ	İstanbul			
	DESTEKLEYİCİ	-			
	ARAŞTIRMAYA KATILAN MERKEZLER	TEK MERKEZ <input checked="" type="checkbox"/>	ÇOK MERKEZLİ <input type="checkbox"/>	TEUSAL <input checked="" type="checkbox"/>	ULUSLARARASI <input type="checkbox"/>

İSTANBUL MEDİPOL ÜNİVERSİTESİ
GİRİŞİMSSEL OLMAYAN KLİNİK ARAŞTIRMALAR
ETİK KURULU KARAR FORMU

Değerlendirilen Belgeler	Belge Adı	Tariki	Versiyon Numarası	Dil		
	ARAŞTIRMA PROTOKOLÜ PLANI			Türkçe <input type="checkbox"/>	İngilizce <input type="checkbox"/>	Diğer <input type="checkbox"/>
	İLGİLİ RAPOR FORMU			Türkçe <input type="checkbox"/>	İngilizce <input type="checkbox"/>	Diğer <input type="checkbox"/>
	HEGİLENDİRİLMİŞ ÇEVİLELİ OLARAK FORMU			Türkçe <input type="checkbox"/>	İngilizce <input type="checkbox"/>	Diğer <input type="checkbox"/>
Karar Bilgileri	Karar No: 590		Tarih: 06/08/2020			
	Yakında bilgileri verilen Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurulu başvurularına dosyası ile ilgili belgeler araştırmanın gerekçe, amaç, yaklaşım ve yöntemleri dikkate alınarak incelenmiş ve araştırmanın etik ve bilimsel yönden uygun olduğuna "uydurulmuş" ile karar verilmiştir.					

İSTANBUL MEDİPOL ÜNİVERSİTESİ GİRİŞİMSSEL OLMAYAN KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU

BASKANIN UNVANI / ADI / SOYADI Prof. Dr. Husein ÖZBEK

Unvan/Adı/Soyadı	Unvan/Alan	Kurumu	Onay		Araştırma Etikliği		Karar*		İmza
Prof. Dr. Husein ÖZBEK	Tıbbi Farmakoloji	İstanbul Medipol Üniversitesi	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Prof. Dr. Metin ÜNGÖR	Endokrinoloji	İstanbul Medipol Üniversitesi	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Doç. Dr. Mehmet Korol ÖZDEMİR	Elektrik ve Elektronik	İstanbul Medipol Üniversitesi	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Doç. Dr. İlker KESKİN	Histoloji ve Embryoloji	İstanbul Medipol Üniversitesi	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Doç. Dr. Devrim TARAKCI	Fizyoterapi ve Rehabilitasyon	İstanbul Medipol Üniversitesi	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Dr. Öğr. Üyesi Nurtha HACIHASANOĞLU ÇAKMAK	Biyokimya	İstanbul Medipol Üniversitesi	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
Dr. Öğr. Üyesi Neriman İpek KURUMCI	Tıbbi Farmakoloji	İstanbul Medipol Üniversitesi	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	

* : Toplantıda Bakılması

Sayı : E-10840098-772.02-6202
Konu: Etik Kurulu Kararı

03/12/2021

Sayın GİZEM ERGEZEN

Üniversitemizin Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurulu'ndan 07/08/2020 tarihli 10840098-772.02-E.34224 sayı no ile onay verilen "Diz Osteoartritinde Kan Akışını Kısıtlayıcı Egzersizin Konservatif Egzersizler ile Karşılaştırılması" isimli çalışmanızın başlığını "Diz Osteoartritinde Kan Akışını Kısıtlayıcı Egzersizin Konvansiyonel Egzersizler ile Karşılaştırılması" olarak değiştirilmesi istediğiniz uygun bulunmuş olup kayıt altına alınmıştır.

Bilgilerinize rica ederim.

Dr. Öğr. Üyesi Mahmut TOKAÇ
Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar
Etik Kurulu Başkanı