

T.C.
ESKİŞEHİR OSMANGAZİ ÜNİVERSİTESİ
TIP FAKÜLTESİ

**DİZ OSTEOARTRİTLİ HASTALARDA SANAL GERÇEKLİK
TEDAVİSİNİN DENGE VE DÜŞME RİSKİ ÜZERİNE ETKİLERİNİN
DEĞERLENDİRİLMESİ**

Dr. Suheyla DAL ERDOĞAN

Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon
Anabilim Dalı
TIPTA UZMANLIK TEZİ

ESKİŞEHİR
2021

T.C
ESKİŞEHİR OSMANGAZİ ÜNİVERSİTESİ
TIP FAKÜLTESİ

DİZ OSTEOARTRİTLİ HASTALARDA SANAL GERÇEKLİK
TEDAVİSİNİN
DENGE VE DÜŞME RİSKİ ÜZERİNE ETKİLERİNİN
DEĞERLENDİRİLMESİ

Dr. Suheyla DAL ERDOĞAN

Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon
Anabilim Dalı
TIPTA UZMANLIK TEZİ

TEZ DANIŐMANI
Prof. Dr. Funda BERKAN

ESKİŞEHİR
2021

TEZ KABUL VE ONAY SAYFASI

T.C.
ESKİŞEHİR OSMANGAZİ ÜNİVERSİTESİ
TIP FAKÜLTESİ DEKANLIĞINA,

Dr. Suheyla DAL ERDOĞAN'a ait 'Diz Osteoartritli Hastalarda Sanal Gerçeklik Tedavisinin Denge ve Düşme Riski Üzerine Etkilerinin Değerlendirilmesi' adlı çalışma jürimiz tarafından Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon Anabilim Dalı'nda Tıpta Uzmanlık Tezi olarak oy birliği ile kabul edilmiştir.

Tarih:

Jüri Başkanı Prof. Dr. Funda BERKAN
Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon AD

Üye Prof. Dr. Onur ARMAĞAN
Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon AD

Üye Prof. Dr. Nilay ŞAHİN
Balıkesir Üniversitesi Üniversitesi Tıp Fakültesi
Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon AD

Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Tıp Fakültesi Fakülte Kurulu'nun
Tarih ve Sayılı Kararıyla onaylanmıştır.

Prof. Dr. İ. Özkan Alataş
Dekan

TEŞEKKÜR

Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Anabilim Dalı'nda yapmış olduğum uzmanlık eğitimim süresince bilgi ve deneyimleri ile bana yol gösteren sayın hocalarım Prof. Dr. Funda BERKAN, Prof. Dr. Onur ARMAĞAN ve Prof. Dr. Merih ÖZGEN'e, bu çalışmada desteklerini esirgemeyen Dr. Ayşe Merve ÇIRACIOĞLU'na, asistan arkadaşlarıma, manevi destekleri için sevgili aileme ve eşim Haydar Yusuf ERDOĞAN'a teşekkürlerimi sunarım.

ÖZET

Dal Erdoğan, S. Diz Osteoartritli Hastalarda Sanal Gerçeklik Tedavisinin Denge ve Düşme Riski Üzerine Etkilerinin Değerlendirilmesi. Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Tıp Fakültesi Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Anabilim Dalı Tıpta Uzmanlık Tezi, Eskişehir, 2021. Bu çalışmada amacımız yeni bir tedavi alanı olarak SG tedavisinin diz OA'lı hastalarda denge, düşme riski, yürüme, ağrı üzerindeki etkilerinin değerlendirilmesi ve tedavi planının yeniden gözden geçirmektir. Randomize kontrollü, tek kör ve prospektif olarak planlanan bu çalışmada hastalar üç gruba ayrıldı: Konvansiyonel tedavi grubu, konvansiyonel tedavi ile birlikte sanal tedavi alan grup ve sanal tedavi alan grup. American College of Rheumatology kriterlerine göre diz OA'lı 54 hasta çalışmaya dahil edilmiştir. Hastalar WOMAC ağrı, tutukluk ve fiziksel fonksiyon alt ölçekleri, görsel analog skala (VAS), yürüme parametreleri, Berg Denge Ölçeği (BDÖ) ve düşme riski (Tetrax sistemi) ile değerlendirildi. Sonuçlar tedavi öncesi ve sonrası değerlendirildi. Tedavi sonrasında üç grupta da VAS, WOMAC, BDÖ'de anlamlı düzelmeler görüldü (sırasıyla, $p < 0,001$, $p < 0,05$, $p < 0,01$). Gruplar kendi aralarında karşılaştırıldığında, BDÖ, yürüme parametreleri ve düşme riskinde SG lehine anlamlı bir fark bulamadık. VAS skalasında 1. ve 3. grup arasında 1. grup lehine, 2. ve 3. grup arasında 2. grup lehine istatistiksel olarak anlamlı bir iyileşme vardı ($p < 0,05$). WOMAC ağrı, fiziksel fonksiyon ve toplam WOMAC skorları 1. ve 3. grup arasında 1. grup lehine, WOMAC ağrı skorunda $p < 0,001$, WOMAC fiziksel fonksiyon skorunda $p < 0,05$ ve toplam WOMAC skorunda $p < 0,001$ olarak istatistiksel anlamlı bulundu. Benzer şekilde 2. ve 3. grup arasında grup 2 lehine anlamlı iyileşmeler bulundu (WOMAC ağrı, $p < 0,001$; WOMAC fiziksel fonksiyon, $p < 0,05$; toplam WOMAC skoru, $p < 0,001$). Çalışma sonuçlarımız, diz OA'sı olan hastalarda SG tedavisinin ağrı üzerine iyileştirici etkileri olabileceğini gösterdi. Bununla birlikte, SG tedavisinin konvansiyonel egzersizlere üstünlüğü gösterilemedi. Sanal gerçeklik tedavisinin gerçek etkisini anlayabilmek için daha fazla örneklem grubuyla ve daha uzun vadede değerlendirmeyi hedefleyen ileri çalışmalara ihtiyaç vardır.

Anahtar Kelimeler: Sanal gerçeklik tedavisi, diz osteoartriti, ağrı, denge, düşme riski

ABSTRACT

Dal Erdoğan, S, Effects of the virtual reality training on balance and fall risk in patients with knee osteoarthritis. Eskişehir Osmangazi University Faculty of Medicine Physical Therapy and Rehabilitation Department, Thesis for Speciality in Medicine, Eskişehir, 2021. The aim of this study was to investigate the effects of virtual reality (VR) treatment on balance, fall risk, walking and pain with knee osteoarthritis. The study design was randomised, placebo-controlled and single blinded. Participants randomly assigned to three groups: conventional exercise group, conventional exercise combined with VR treatment group and only VR treatment group. Fifty-four patients with knee osteoarthritis (OA) according to the American College of Rheumatology criteria were included. Patients were evaluated with WOMAC pain, stiffness and physical function subscales, visual analogue scale, gait parameters, Berg Balance Scale (BBS) and fall risk (Tetrax system). The outcomes were assessed before and after the intervention. At the end of the treatment, there were significant improvements VAS, WOMAC and BBS scores in three groups (respectively; $p < 0,001$, $p < 0,05$, $p < 0,01$). As the groups compared with each other, there were no significant differences in gait parameters, BBS and fall risk in VR treatment. There was a statistically significant improvement in the VAS scale between the 1st and 3rd groups in favour of the 1st group, and between the 2nd and 3rd groups in favour of the 2nd group ($p < 0,05$). WOMAC pain, physical function and total WOMAC scores between the 1st and 3rd groups were found to be statistically significant, in favor of the 1st group in terms of WOMAC pain score ($p < 0,001$), WOMAC physical function score ($p < 0,05$) and total WOMAC score ($p < 0,001$). Similarly, significant improvements were found between the 2nd and 3rd groups, in favor of the 2nd group (WOMAC pain, $p < 0,001$; WOMAC physical function, $p < 0,05$; total WOMAC score, $p < 0,001$). The results of our study suggest that VR treatment may be effective in improving pain in patients with knee OA patients. To understand the real effect of virtual reality therapy, future studies including a long follow-up and larger sample group are needed.

Key Words: Virtual reality, knee osteoarthritis, pain, balance, fall risk

İÇİNDEKİLER

TEZ KABUL VE ONAY SAYFASI	iii
TEŞEKKÜR	iv
ÖZET	v
ABSTRACT	v
İÇİNDEKİLER	vii
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	ix
ŞEKİLLER DİZİNİ	xi
TABLolar DİZİNİ	xii
1. GİRİŞ	1
2. GENEL BİLGİLER	3
2.1. Diz Eklemi Anatomisi ve Histolojisi	3
2.1.1. Kemik Yapılar	3
2.1.2. Menisküsler	3
2.1.3. Ligamentler	4
2.1.4. Diz Eklemi Kasları	5
2.1.5. Diz Eklemi İnnervasyonu ve Vaskülarizasyonu	5
2.1.6. Bursalar	6
2.1.7. Eklem Kapsülü	6
2.1.8. Eklem Kıkırdağı	6
2.1.9. Dizin Biyomekaniği	7
2.1.10. Diz Eklemi Propriyoseptif Anatomisi	8
2.2. Osteoartrit	8
2.2.1. Osteoartrit Epidemiyolojisi	9
2.2.2. Patofizyolojisi	9
2.2.3. Osteoartrit Risk Faktörleri	10
2.2.4. Osteoartrit sınıflandırması	12
2.2.5. Klinik Belirti ve Bulgular	14
2.3. Diz Osteoartriti	14
2.3.1. Tanı Kriterleri	15
2.3.2. Diz OA Radyolojik Bulgular	16
2.3.3. Labaratuvar testleri	17
2.3.4. Diz Osteoartriti Tedavi Önerileri	17

2.4. Propriyosepsiyon	24
2.5. Diz Osteoartriti ve düşme riski	25
2.6. Sanal Gerçeklik	26
2.6.1. BTs Nirvana Sanal Gerçeklik Uygulaması	27
3. GEREÇ VE YÖNTEM	29
3.1. Araştırmanın Tipi	29
3.2. Örneklem Seçimi	29
3.3. Bilgilendirme ve Onay	30
3.4. Randomizasyon	30
3.5. Tedavi Protokolü	30
3.6. Değerlendirme Yöntemleri ve Parametreleri	35
3.6.1. Vizüel Analog Skala	36
3.6.2. WOMAC Osteoartrit indeksi	36
3.6.3. Bilgisayarlı Yürüme Analizi	36
3.6.4. Düşme riski indeksi ölçümü	37
3.6.5. Berg Denge Ölçeği	38
3.7. İstatistiksel Analiz	39
4. BULGULAR	40
5. TARTIŞMA	45
6. SONUÇ VE ÖNERİLER	53
KAYNAKLAR	54

SİMGELER VE KISALTMALAR

25(OH) D	25 Hidroksi D vitamini
ACR	Amerikan Romatizma Derneği
AÇB	Arka Çapraz Bağ
ADAMTS	A Disintegrin and Metalloproteinase with Thrombospondin Motifs
BDÖ	Berg Denge Ölçeği
BMP	Kemik morfojenik protein
BTs N	BTs Nirvana Sanal Gerçeklik Sistemi
COMP	Kıkırdak oligomerik matriks protein
CRP	C Reaktif Protein
CTX2	Tip 2 kollajen C terminal telopeptid
DAMP	Hasar ilişkili protein
EULAR	European League Against Rheumatism
GAG	Glikozaminoglikan
HA	Hyaluronik asit
HGMB1	High Mobility Group Box 1
IGF1	İnsülin benzeri büyüme faktörü 1
IL-1	İnterlökin 1
IL-6	İnterlökin 6
KL	Kellgren Lawrence
LKB	Lateral Kollateral Bağ
MKB	Medial Kollateral Bağ
MCP1	Makrofaj Kemotaktik Protein 1
MMP	Matriks Metalloproteinaz
NICE	National Institute for Health and Care Excellence
NSAİ	Nonsteroidal antiinflamatuvar ilaç
OA	Osteoartrit
OARSI	Osteoarthritis Research Society International
ÖÇB	Ön Çapraz Bağ
RF	Romatoid Faktör
SAA	Serum Amiloid A

SG	Sanal Gerçeklik
TENS	Transkutanöz elektriksel stimülasyon
TNF- α	Tümör Nekroz Faktör
TRASD	Türkiye Romatizma ve Savaş Derneği
VAS	Görsel Analog Skala
VKİ	Vücut Kitle İndeksi
WOMAC	Western Ontario and McMaster Universities Osteoarthritis Index

ŞEKİLLER

3. 1. Pandayı Takip Et uygulama örneği	32
3. 2. Yaprak Süpürme uygulama örneği	33
3. 3. Gitar Tellerine Basma uygulama örneği	33
3. 4. Köstebek Yakalama uygulama örneği	34
3. 5. Ay Yüyüşü uygulama örneği	35
3. 6. Bilgisayarlı yürüme analiz cihazı ile yürümenin değerlendirilmesi	37
3. 7. Tetrax interaktif denge sistemi ile düşme riski analizi	38

TABLÖLAR

2. 1. OA Sınıflandırması.	13
4. 1. Grupların demografik ve klinik özellikleri.	40
4. 2. VAS değerlerinin karşılaştırılması	41
4. 3. BDÖ ve Düşme riskinin karşılaştırılması	42
4. 4 WOMAC değerlerinin karşılaştırılması	42
4. 5. Yürüme parametrelerinin karşılaştırılması.	43
4. 6 Gruplararası VAS, WOMAC ve yürüme parametrelerinin karşılaştırılması.	44

1. GİRİŞ

Osteoartrit (OA) en sık görülen kronik eklem hastalığıdır ve tüm dünyada başlıca engellilik nedenleri arasında yer almaktadır (1). Eklem kıkırdağında yıkım, subkondral skleroz, eklem kenarında osteofitler, sinovyal inflamasyon ve eklem kapsülünde kalınlaşma ile karakterize dejeneratif bir eklem hastalığıdır (2). Özellikle artan obezite ve yaşlı nüfusa bağlı olarak görülme sıklığı artmakta ve önemli bir toplum sağlığı sorunu haline gelmektedir. Tüm dünyada 60 yaş üzeri erkeklerin %9,6 sında, kadınlarinsa %18'inde semptomatik diz OA'sı bulunmaktadır. OA'lıların % 80'inde hareket kısıtlılığı gelişmekte ve % 25'i günlük yaşam aktivitelerini yapamamaktadır (1, 3).

Osteoartritte görülen patolojik değişikliklerin önceleri sadece kıkırdak yapıda olduğu düşünülürken, daha sonra yapılan çalışmalar değişikliklerin tüm eklem yapılarını etkilediğini göstermiştir (4, 5). Ortaya çıkan bu değişiklikler ağrıya, kas güçsüzlüğüne, propriosepsiyonda azalmaya ve fonksiyonel kayıplara sebep olmaktadır (6). Semptomatik bir diz OA'sı özellikle 55-59 yaş aralığında pik yapmakta ve kadınlarda daha çok görülmektedir (7).

Diz eklemi, OA'da en çok etkilenen eklemler arasında yer alır. Uzun bir semptomsuz dönemi takiben, diz eklemine ağrı ortaya çıkar ve zamanla bu ağrı istirahat sırasında bile belirgin bir hal alır. Bu da diz OA'sını önemli bir engellilik nedeni haline getirmekte ve bu durum kişilerin günlük yaşam aktivitelerini ciddi oranda etkilemektedir. Hastalarda ağrının yanısıra fonksiyon kayıpları, kas gücü kaybı ve kas atrofisi, kondisyon kaybı, egzersiz intoleransı ve ambulasyonda bozulma gözlenebilmektedir. Tüm bu semptomlara ek olarak vücut denge mekanizması etkilenmekte ve bu durum postüral denge ile ilişkili sorunlara neden olmaktadır. Sonuç olarak hastalarda düşme riskinde artış olmakta ve fonksiyonel aktivitelerinde belirgin etkilenme olduğu için yaşam kalitesinde azalma meydana gelmektedir (8, 9).

Tedavide fonksiyonel durumun yeniden kazanılması, ağrının azaltılması, eklem hareket açıklıklarında iyileşme ve sonuçta yaşam kalitesinde artış hedeflenir (10). Bu amaçla farmakolojik, nonfarmakolojik ve cerrahi tedaviler uygulanmaktadır. Nonfarmakolojik tedavi seçeneklerinden biri olan egzersiz diz OA'sında çok önemli bir yer tutar. Kılavuzlarda eklem hareket açıklığı egzersizleri, aerobik egzersizler,

güçlendirme egzersizleri ve propriyoseptif egzersizler güçlü bir şekilde tavsiye edilmektedir (10-12).

Teknolojideki gelişmelerle birlikte rehabilitasyon programlarına sanal gerçeklik (SG) uygulamaları gibi bilgisayar destekli sistemler dahil edilmeye başlanmıştır. Sanal gerçeklik sistemleri görsel ve işitsel biyofeedbackler aracılığıyla, vücudun denge mekanizmasının doğru kullanmasını ve egzersizlerin uygun şekilde yapılmasını sağlar. İlgi çekici ve etkileşim sağlayan bir çevre oluşturarak hasta motivasyonunu artırır. Rehabilitasyondaki bu yeni teknolojilerin, özellikle OA rehabilitasyonundaki varsayımsal avantajları henüz doğrulanmamıştır (13-15). Sanal gerçeklik tedavisi denge rehabilitasyonu ve düşmeyi önleme konusunda potansiyel bir uygulama alanı olduğundan, klinisyenler tarafından giderek artan bir ilgi odağı oluşturmaktadır (16). Günümüzde tedavi amacıyla kullanılan farklı SG sistemleri mevcuttur. Bunlardan birisi olan BTs Nirvana (BTs N) SG sisteminde, sanal bir ortam oluşturulur ve hastaların hareketleriyle etkileşim sağlanır. Görsel ve işitsel geribildirim ve tekrarlayıcı özellikleri sayesinde hasta motivasyonunu sağlar ve egzersizde geçirilen sürede artış sağlayıcı bir rol üstlenir. Bu sistemde tüm vücut, üst ekstremiteler ve alt ekstremiteler için egzersizler kayıtlı halde bulunmaktadır (17).

Sanal gerçeklik uygulamalarının diz OA üzerindeki olası yararlı etkileri günümüzde halen netlik kazanmamıştır ve literatürde diz OA'lı hastalarda farklı SG sistemleri ile yapılmış kısıtlı sayıda çalışma bulunmaktadır. Bu çalışmalarda Xbox 360 Kinetik Sensör, Hotplus sistem gibi video oyunları kullanılmıştır (18-20). Yaptığımız literatür taraması sonucunda BTs N sistemi ile diz OA'lı hastalarda yapılmış ve denge ve düşme riskinin değerlendirildiği bir çalışma bulunamamıştır. Bu nedenle, primer diz OA olan hastalarda konvansiyonel egzersizlerle kombine edilen SG sisteminin düşme riski, denge, yürüme üzerine etkilerinin karşılaştırıldığı randomize- kontrollü bu prospektif çalışmayı planladık.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Diz Eklemi Anatomisi ve Histolojisi

Diz eklemi, tibiofemoral ve patellofemoral eklemden oluşur. Vücudun en büyük eklemidir. Proksimal tibiofibular eklem ise diz eklemine doğrudan katılmamakla birlikte ayak ve ayak bileği hareketini absorbe etmektedir. Diz eklemi modifiye menteşe tipi eklem olarak bilinir. Eklemün temel hareketi fleksiyon-ekstansiyon yönünde oluşur (21).

2.1.1. Kemik Yapılar

Femur distali iki büyük kondilden oluşmaktadır. Bunlar arkada interkondiler fossa ile ayrılır, önde birbirleriyle devamlılık gösterir. Medial ve lateral kondillerin eklem yüzlerinin çoğu patella ile eklem oluşturmaktadır (21).

Tibia proksimalindeki medial ve lateral kondiller interkondiler eminensiyalar ile ayrılır. Lateral tibial kondil daire şeklinde, derin ve küçük iken; medial tibial kondil oval şekilde ve anteroposterior çapı daha büyüktür (22).

Dizin fleksiyon hareketiyle birlikte femurda yuvarlanma hareketi başlar ve buna kayma hareketi eklenir. Fleksiyondaki dizin ekstansiyona gelmesi sırasında bu hareketin tersi gerçekleşir; önce kayma sonrasında yuvarlanma meydana gelir (22).

Patella, insan vücudundaki en büyük sesamoid kemiktir. Diz fleksiyonu sırasında patellar tendonun femura aşırı sürtünmesini önler. Primer işlevi ise kuadriseps tendonunun moment kolunu artırmaktır. Moment kolundaki artış kuadriseps kasının etkinliğini artırır (21).

Fibula doğrudan diz eklemine katılmaz, ligaman ve kaslar bağlanır (21).

2.1.2. Menisküsler

Femur ve tibianın eklem yüzlerinin birbirine uyumlu olmasını sağlar. Lateral menisküs dairesel şekildedir ve medial menisküse oranla daha hareketlidir. Medial menisküs ise yarımay şeklindedir ve daha az hareketlidir. Lateral menisküs medial menisküse göre daha az yaralanmaktadır (23). Medial menisküs, medial kollateral ligamana bağlıdır. Lateral menisküs ise lateral kollateral ligamana bağlı değildir, aralarında politeus kasının tendonu bulunur. Lateral menisküs arka kısmından iki ligaman çıkar, ön çapraz bağ ile seyrederek femurun medial kondiline tutunur. Bu ligamanlardan ön çapraz bağın önünde yer alan anterior meniskofemoral ligaman

(Humphrey ligamanı), ön çapraz bağın arkasında yer alanı ise posterior meniskofemoral ligaman (Wrisberg ligamanı) olarak adlandırılır. Bunlar tibiannın internal rotasyonu ile gergin hale gelir. Menisküsler fleksiyon ve ekstansiyon sırasında anteriora ve posteriora hareket ederler ve lateral menisküsün hareketi mediale göre daha fazla olmaktadır (24).

2.1.3. Ligamentler

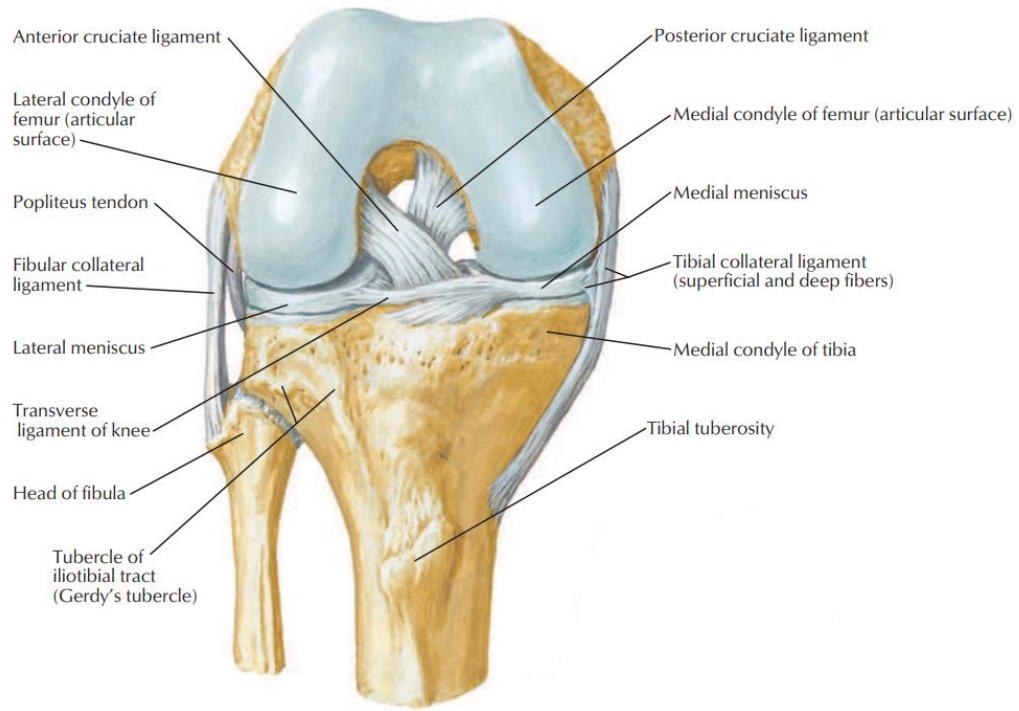
Ön çapraz bağ (ÖÇB) ve arka çapraz bağ (AÇB) dizin iç bağlarıdır. ÖÇB femurun lateral kondilinin iç yüzünden tibial çıkıntının iç yüzüne uzanır. AÇB ise femurun medial kondilinin iç yüzünden tibial çıkıntıya uzanır. Bu iki iç bağ birbirlerini sagittal ve frontal planda çaprazlar. ÖÇB diz ekstansiyonda iken daha vertikal, AÇB ise daha yatay planda bulunur (24). ÖÇB, femurun tibia üzerinde öne translasyonunu önler, frontal ve transvers düzlemlerde diz eklemini stabilize eder. AÇB, frontal ve transvers düzlemde destek sağlar. Lateral kollateral ligamanla (LKB) birlikte tibiannın aşırı rotasyonunu ve dizin aşırı fleksiyonunu sınırlandırır (21).

Kollateral bağlar, eklem ekstansiyondayken gergindir ve stabiliteyi sağlar, fleksiyonda ise gevşektir (24). LKB, femurun lateral kondili ve fibula başı arasında uzanır. Medial kolleteral bağ (MKB) ise femurun medial kondilinden tibia medialine kadar uzanır (25). LKB, diz fleksiyondayken varus kuvvetlerine, MKB ise diz fleksiyondayken valgus kuvvetlerine karşı direnç uygular (21).

Patellar ligament, kuadriseps femorisin tendonunun devamı olarak tuberositas tibiaya yapışır (25).

Oblik popliteal ligament, diz ekleminin posteriorunda yer alır ve aşırı ekstansiyonu önlemektedir. Semimembranosus kasının sonlanma noktasından femur ve tibia kondiline doğru uzanan bir ligamenttir (25).

Arkuat popliteal ligament, caput fibuladan başlayıp tibiannın interkondiler alanına ve femurun lateral kondiline bağlanır. Y harfi şeklinde bir bağdır (26).



Şekil 2. 1. Sağ diz fleksiyonda önden ligamentlerin görünüşü (27).

2.1.4. Diz Eklemi Kasları

Hamstring grubu kaslar (semimembranozus, semitendinozus ve biceps femoris), sartorius, popliteus, gracilis ve gastrocnemius kasları dize fleksiyon yaptıran kaslardır. Diz eklemi ana ekstansör kası kuadriceps femoristir. Kuadriceps femoris; vastus lateralis, vastus medialis, vastus intermedius ve rektus femoris olmak üzere 4 kasın birleşiminden oluşur. Tensor fascia lata da diz eklemi ekstansörüdür. Diz eklemine internal rotasyon yaptıran kaslar; gracilis, semimembranozus, semitendinozus, sartorius ve popliteustur. Biceps femoris ise diz eklemine eksternal rotasyon yaptırır (26).

2.1.5. Diz Eklemi İnnervasyonu ve Vaskülarizasyonu

Kuadriceps femoris ve sartorius kaslarının motor uyarımı femoral sinir tarafından sağlanır. Semimembranozus, semitendinozus ve biceps femorisin uzun başını tibial sinir, biceps femorisin kısa başını ise peroneal sinir uyarmaktadır. Dizin ön kısmının yüzeysel duyusunu anterior femoral kutanöz sinir, posterior duyusunu posterior femoral kutanöz ve lateral femoral kutanöz sinir sağlamaktadır (26).

Diz eklemine beslenmesi, popliteal arterden ayrılan superior, inferior ve orta geniküler dallar, femoral arterden ayrılan desendan geniküler arter, sirkumfleks fibuler arter, ön ve arka tibial reküren arterler tarafından sağlanır. Popliteal arter femoral arterin devamı niteliğindedir. Dizin posteriorunu superomedial, superolateral, inferolateral ve inferomedial dalları ile besler (28).

2.1.6. Bursalar

Diz eklemi çevresinde bulunan bursalar eklem hareketi sırasında kas ve tendonların rahat çalışmasını sağlar. Diz eklemine bursalar; subkutan prepatellar bursa, subkutan infrapatellar bursa, derin infrapatellar bursa, medial ve lateral gastroknemius arasındaki bursalar, semimembranosus bursası, pes anserinus bursası, iliotibial bant altındaki bursa, biceps bursası, iç yan bağ yüzeyel ve derin tabakaları arasındaki ve yan bağ ile eklem kapsülü arasındaki bursalar şeklindedir. Bu bursalardan medial gastroknemius altındaki bursa diz eklemine devamı şeklindedir (25).

2.1.7. Eklem Kapsülü

Eklem kapsülü, superiorde patella ve femur kondilinin sınırlarına yapışır; distalde ise tibial kondil kenarlarına ve interkondiler alana yapışmaktadır. Fibröz kapsül bazı alanlarda kalın olup ligaman işlevi görmektedir. Posteromedialde medial kollateral ligamentin bir kısmı eklem kapsülüne katılmakta ve birlikte valgus yönündeki kuvvetlere direnç göstermektedir. Posterolateralde ise lateral kollateral ligament ile beraber varus yönündeki kuvvetlere direnç göstermektedir (24, 25).

Eklem kapsülünün sinovyal membran parçası superiorde suprapatellar bursayı oluşturur. Suprapatellar bursanın eklem aralığıyla bağlantısı bulunmaktadır. İnferiorde ise ligamentum patella ve sinovyal membran arasında infrapatellar yağ kitlesi yer alır. Kapsülün iç yüzeyini örten sinovyal membran menisküslere kadar uzanmakla beraber menisküs yüzeylerinde bulunmaz (24, 25).

2.1.8. Eklem Kıkırdağı

Eklem kıkırdağı bağ doku yapısında olup enine kesiti 1-6 mm arasında değişir. Eklem yüzlerinin birbirleri üzerinde hareket etmesini kolaylaştırır, mekanik yükü absorbe ederek eklem yüzlerine eşit dağıtır ve sürtünmeyi azaltır. Tekrarlayan basınç ve sürtünmeye dayanıklıdır. Kendisine ait damar, sinir ve lenfatik ağ içermez.

Beslenmesi ise difüzyon yoluyla olmaktadır. Kıkırdağın %1'lik kısmı kondrositten ve kalan kısmı hücre dışı matriksten oluşmaktadır. Kondrositler tip II kollajen, proteoglikan ve non-kollejanöz proteinleri üretirler. Ayrıca matriks makromoleküllerinin yıkımı ve yeniden sentezinden sorumludur. Bu dengeyi sağlayan mekanizma anlaşılammış olmakla birlikte sitokinlerin rol alabileceği düşünülmektedir. Kıkırdak matriks, su (en az %80'i su olmak üzere) ve makromoleküllerden oluşur (29).

2.1.9. Dizin Biyomekaniği

Diz eklemının başlıca hareketi fleksiyon ve ekstansiyondan oluşmaktadır. Temelde tibiofemoral eklemdede gerçekleşen bu hareketler eklemının üç boyutlu kompleks hareketinin sonucu oluşmaktadır. Normal bir diz eklemi hareketinden bahsedebilmek için patellofemoral eklem hareketi de normal olmalıdır (21).

Diz eklemi fleksiyonu, kalça fleksiyundayken 140 derece, kalça ekstansiyundayken 120 dereceye kadar gelebilir. Ekstansiyonda olan diz, fleksiyona gelirken femurun tibia üzerindeki yuvarlanma ve kayma hareketi birlikte görülür. Bu iki hareketin birlikteliği 'femoral roolback' olarak isimlendirilir. Ekstansiyonda olan dizin, ilk 20 derecelik fleksiyonunda sadece yuvarlanma hareketi gözlenirken bu dereceden sonra kayma hareketi de eşlik etmektedir. Fleksiyon açısı arttıkça kayma hareketi belirginleşir ve hareketin sonunda yuvarlanma gözlenmez. Transvers planda diz eklemi iç ve dış rotasyon hareketlerini yapar. Bu rotasyon hareketleri diz eklemi 90 derece fleksiyundayken maksimumdadır. Bahsedilen maksimum açılar, iç rotasyon için 30 derece ve dış rotasyon için 40 derecedir. Doksan derecelik fleksiyondan sonra açı arttıkça gerginlik artışına bağlı olarak, rotasyon açısında yeniden azalma olmaktadır. Diz eklemi, koronal planda abduksiyon ve adduksiyon hareketleri yapmaktadır. Dizin 30 derece fleksiyonunda abduksiyon- adduksiyon yönündeki açı maksimuma ulaşır ve bu değerden sonra azalmaktadır (21, 25, 30).

Dizin fleksiyon açısı arttıkça patellofemoral eklem üzerinde oluşan kuvvetler de artmaktadır. Patella ve femurun teması 20 ve 60 derece aralığında maksimumdadır. Patella, kuadriseps kasının moment kolunu uzatır ve kas gücünü tibiaya iletir. Patella üstündeki kuvvetler; kuadriseps kasının oluşturduğu çekme kuvveti, patellar tendonun oluşturduğu çekme kuvveti ve patellofemoral eklemdede baskılayıcı kuvvet şeklindedir (30).

2.1.10. Diz Eklemi Propriyoseptif Anatomisi

Propriyosepsiyon, bir ekstremitenin biliçli ve bilinç dışı olarak uzaydaki konumundan ve hareketinden haberdar olma durumudur. Diz propriyosepsiyonu dizdeki propriyoseptif reseptörlerden gelen afferent uyarılara ve vestibular, vizüel sistem gibi afferent uyarıların entegrasyonuna bağlı olarak şekillenmektedir. Dizdeki propriyoseptif duyunun 3 önemli fonksiyonu bulunmaktadır; yaralanmaya sebep olabilecek aşırı ve zorlayıcı hareketleri önleme, vücudun statik postürü sırasında diz stabilitesinin sağlanması ve korunması ve diz eklem hareketlerinin koordinasyonunun sağlanmasıdır (31).

Propriyoseptif mekanoreseptörler pozisyonel değişiklik, eklemde rotasyonel hareket gibi mekanik bilgilerin iletimini sağlayan özelleşmiş yapılardır. Propriyoseptif mekanoreseptörler, eklemde ve muskulotendinöz yapılarda yer almaktadır. Ruffini korpüskülü (Tip 1), Pacini cisimciği (Tip 2) ve serbest sinir uçları (Tip 4) eklemlerde bulunur. Golgi tendon organı (Tip 3) ve kas içiği ise muskulotendinöz yapılarda yer alır (32).

Ruffini reseptörleri özellikle eklem kapsülünün yüzeysel tabakasında yer almakla birlikte meniskofemoral, kollateral bağlarda ve ön çapraz bağda da bulunmaktadır. Yavaş adaptasyon gösterirler ve eklem hareketi sırasında sürekli olarak aktiflenen reseptörlerdir. Pacini cisimciği eklem kapsülünün derin katmanlarında yer almaktadır. Derin basınç reseptörü olan bu yapı hızlı adaptasyon gösterir ve eklem hızlanması ve yavaşlamasına yanıt verir. Golgi tendon organı, normal eklem hareketinin sınır noktalarında aktif hale gelir. Bağlardaki gerimin algılanmasında önemlidir ve yavaş adaptasyon gösterir. Ekstrafuzal kas liflerine paralel yerleşmiş kas içcikleri, kasın uzunluğuna ve hızına duyarlıdır. Postüral kontrolün sağlanmasında görev alır. Serbest sinir sonlanmaları sinovyal eklemdaki küçük reseptörlerdir. Ağrı reseptörü olarak bulunur, basınç ve sıcaklığa da duyarlıdır. Eklem kapsülü, yağ yastıkçıkları ve periosta çok sayıda bulunmaktadır (33).

2.2. Osteoartrit

Osteoartrit en sık görülen kronik eklem hastalığıdır ve tüm dünyada başlıca engellilik nedenleri arasında yer almaktadır (7). İş üretkenliğinde azalma ve erken emekliliğe neden olmasıyla önemli bir toplum sağlığı ve maliyet sorunu oluşturur. Değişen derecelerde kıkırdak hasarı, sinovyal inflamasyon, kemikte yeniden

şekillenme ve osteofit oluşumuna neden olmaktadır. Bu değişkenler sonuç olarak eklemde şişliğe, sertliğe, ağrıya ve normal fonksiyonunda kayıplara neden olmaktadır (7, 34, 35).

2.2.1. Osteoartrit Epidemiyolojisi

Annals of Rheumatic Disease'daki verilere göre 2017 yılında dünya genelinde 300 milyondan fazla kalça ve diz OA'sı bulunmaktadır. Bunların 15 milyonu o yıl içindeki yeni vakaları içermektedir. 2017 yılında yaşa göre OA prevalansı 100.000 kişi başına 2090 ile 6098 vaka arasında değişkenlik göstermektedir. OA yaygınlık ve insidans açısından ülkeler arasında farklılık gösteriyor olsa da çoğu ülkede, özellikle kadınlar arasında artışı dikkat çekmektedir. Küresel nüfus yaşlandıkça OA görülme sıklığı da artmaktadır. Bu nedenle, OA'nın erken teşhisi gelecekte oluşacak engelliliğin önlenmesi bakımından önem arz eder (7). Tüm dünyada 60 yaş üzeri erkeklerin %9,6 sında, kadınlarinsa %18'inde semptomatik OA bulunmaktadır. OA'luların % 80'inde hareket kısıtlılığı gelişmekte ve % 25'i günlük yaşam aktivitelerini yapamamaktadır (3).

Diz OA prevalansı 15 yaş üstündeki kişilerde % 16, 40 yaş üstündeki kişilerde %22,9 olarak tespit edilmiştir. Yıllık diz OA insidansı ise 20 yaş üstünde 10.000 de 203 olarak belirlenmiştir. Kadınlarda erkeklere göre daha fazla görülmektedir (36).

2.2.2. Patofizyolojisi

Eklem kıkırdağı, şok absorpsiyonun ve eklem hareketinin fonksiyonel olarak sağlanmasını destekleyen yapıdır. Kıkırdak, büyük miktarda ekstrasellüler matriks ve az miktarda kondrositten oluşur. Ekstrasellüler matriks agrekan adı verilen büyük bir proteoglikan ve tip-2 kollajenden oluşmaktadır. Kondrositler, kıkırdak degradasyonuna neden olan enzimleri üreten temel hücrelerdir. OA'nın erken evresinde kollajen yıkımından önce agrekan yıkımı gerçekleşmektedir. Agrekan parçalayan asıl enzimlerin A Disintegrin and Metalloproteinkinase with Thrombospondin Motifs (ADAMTs) olduğu düşünülmektedir. Kollajen parçalayan enzimler ise Matriks Metalloproteinaz (MMP)'lardır, bu enzimlerde agrekan parçalanmasına neden olur. OA'nın erken evresinde, kıkırdaktaki anormal yüklenmeye cevap olarak kondrositler tarafından salgılanan anabolik ve katabolik sitokinlerde, proteinazlarda, hücre proliferasyonunda ve matriks protein sentezinde artış ortaya çıkar (37). Buna bağlı

olarak kırıkta matrikste negatif yüklü glikozaminoglikan (GAG) kaybı gerçekleşir. Kaybedilen GAG yerini suya bırakır ve sonuçta kırıkta matriks şişer. Kırıkta matrikste makroskopik değişiklikler olurken, yüzeysel zonlarında mikroskopik fibrilasyonlar ve fissürler meydana gelir. Hastalık ilerledikçe kırıkta yüzeyin parçalanması ve daha derin katmanlara uzanan fissürler, kalsifiye kırıkta ve subkondral kemik altındaki zonların açığa çıkmasına neden olur (38).

Proteazlar anormal yüklenmeye veya inflamasyona cevap olarak sentezlenirler. Bunlar; MMP, agrekanaz (ADAMTs), serin proteaz ve sistein proteazlardır. MMP ve agrekanazlar OA'lı hastaların sinovyal sıvı örneklerinde ve kırıkta matriksinde tespit edilmiştir. Özellikle kırıkta katabolizmasındaki başlıca kollajenaz olan MMP-13'ün, OA patogeneğinde tip II kollajen üzerindeki etkilerine bağlı olarak major bir rol aldığı üzerinde durulmaktadır. Osteoartritin erken ve geç evrelerde sinovyal inflamasyon görülür. Proinflamatuvar sitokinler; sinovyal makrofajlar, infiltrat mononükleer hücreler ve kondrositler tarafından sentezlenir. IL1, IL6, IL8, TNF- α ve makrofaj kemotaktik protein (MCP)-1 bu inflamatuvar sitokinlerden başlıcaları olup katabolik sürecin aktiflenmesine neden olurlar. Bu sitokinlerden IL-6'nın OA'nın erken evresinde koruyucu bir rol oynadığı düşünülmektedir (39, 40).

2.2.3. Osteoartrit Risk Faktörleri

Yaşla ve artan obezite sorunu ile birlikte OA görülme sıklığı da artmaktadır. Osteoartritin neden olduğu engellilik durumu önemli bir toplum sağlığı sorunu olarak karşımıza çıkmaktadır (34, 35). Osteoartrit çok sayıda risk faktörüne sahiptir: yaş, cinsiyet ve hormonlar, genetik, obezite, beslenme, metabolik sendrom, travma, sportif faaliyetler, meslek, anatomik dizilim bozukluğu ve mekanik faktörler olarak sıralayabiliriz (41).

Yaş

Yaşla birlikte OA'nın görülme insidansı ve prevalansı artmaktadır. Bu durum, kondrositlerin kırıkta tamir mekanizmasının bozulması, oksidatif hasarlanmada artma, kırıkta incelme, propriosepsiyonda bozulma ve kas gücündeki azalmalara bağlı olarak görülür (42).

Cinsiyet ve Hormonlar

Osteoartrit, kadınlarda daha sık ve daha şiddetli görülür. Özellikle menapoz sonrası dönemde OA görülme sıklığındaki artış hormonal nedenleri risk faktörü olarak

gösterir. Menapoz sonrası kadınlarda hormon replasman tedavisinin OA'yı engellediği ve ciddi hastalık riskini azalttığı yönünde görüşler olmakla birlikte kanıt düzeyi güçlü değildir (43, 44).

Genetik

Özellikle kalça ve el OA'sında genetik geçişin etkili olduğu bilinir. Kalça ve el OA'sı için bu oran % 50-65 aralığında iken, diz OA'sı için % 40 şeklindedir (45).

Beslenme

D vitamini, osteoblastik kemik proliferasyonu ve mineralizasyonunda rol alır. Normal kemik ve kıkırdak metabolizması için optimal seviyelerde olması gereklidir. Buna göre, D vitamini eksikliği OA gelişiminde bir risk faktörü olabilir (46). Bir metaanalizin sonuçlarına göre, diz OA'li hastalarda D vitamini düzeyinin ağrı ve sertlik üzerinde anlamlı derecede etkili olduğu gösterilmiştir (47). Yapılan bir çalışmada K vitamini eksikliği diz OA'sı ve kıkırdak kalınlığında azalma ile ilişkilendirilmiştir (48).

Obezite

Obezite, OA için potent bir risk faktörüdür. Özellikle diz OA'sı gelişimiyle doğrudan ilişkili bulunmuştur (49). Alt ekstremitelere binen mekanik yüke ve proinflatuar sitokinlerin aktivasyonuna bağlı bir risk faktörü olarak görülmektedir. Yağ dokusu tarafından salınan adiponektin, leptin, resistin gibi adipokinlerin ve IL-1, IL-6, TNF- α gibi proinflatuar sitokinlerin salınımı kıkırdak hasarında artışa neden olmaktadır (50).

Konjenital Gelişimsel Hastalıklar

Femur başı epifiz kayması, Leg-Calve Perthes hastalığı gibi konjenital ve gelişimsel hastalıklar, ileriki zamanlarda gelişebilecek kalça OA'sı ile ilişkilendirilmiştir (42).

Yaralanma ve Cerrahi

Geçirilen yaralanma OA için önemli bir risk teşkil etmektedir. Ön çapraz bağda hasar oluşturacak derecede bir travmanın kıkırdak hasarını başlatıcı bir faktör olduğu kabul edilir. Yine cerrahi gerektirecek bir menisküs hasarı ve ekleme yakın fraktürler OA gelişimi için güçlü risk faktörleridir (42).

Mesleki Faktörler

Eklemlerde tekrarlayıcı hareket ve mekanik yüklenme gerektiren işler OA için risk faktörüdür. Diz çökerek çalışılması gereken işlerde çalışanlarda, aktivite gerektirmeyen işlerde çalışanlara kıyasla daha fazla OA risk artışı olduğu tespit edilmiştir (51).

Fiziksel Aktivite

Günlük ılımlı düzeyde yapılan sportif faaliyetler OA için koruyucu olmasına rağmen, tekrarlayan ve ileri düzeyde yapılan sportif faaliyetler kalça ve diz OA gelişimi için risk olarak belirlenmiştir. Risk artışı bu faaliyetlerdeki yaralanma oranıyla doğrudan ilişkilendirilmiştir (52).

Mekanik Faktörler

Kuadriceps kas güçsüzlüğü diz OA'sı için bir risk faktörü iken, diz OA'sı da kuadriceps kasında güç kaybına neden olmaktadır. Osteoartritte ağrı nedeniyle kullanılmaya bağlı kaslarda atrofi gelişebilmektedir. Bu nedenle, güçlendirme egzersizleri hem tedavi amaçlı hem de OA gelişimini geciktirme amaçlı kullanılmaktadır (53).

Dizilim bozukluğu

Dizilim, eklem üzerindeki yük dağılımının en önemli belirleyicisidir. Yanlış dizilime sahip olan bir eklemden, nötral pozisyondaki eklem göre OA gelişim riski belirgin artmaktadır. Dizinde varus deformitesi olan kişilerde medial tibiofemoral alanda, valgus deformitesi olanlarda ise lateral tibiofemoral alanda daha fazla OA geliştiği gözlenmiştir. Dizilimdeki bozukluk, eklemden mekanik yüklenmeye ve beraberinde kıkırdak kaybına neden olmaktadır (42).

2.2.4. Osteoartrit sınıflandırması

Osteoartrit etyolojiye, tutulum yerine, tutulan eklem sayısına ve spesifik özelliklerine göre sınıflandırılmaktadır (54). Aşağıda OA sınıflandırma tablosu verilmiştir.

Tablo 2. 1. OA Sınıflandırması.

<p>1. İdiyopatik</p> <p>A. Lokalize</p> <p>a. Eller [Heberden ve Bouchard nodülleri, eroziv interfalangeal artrit]: Skafometakarpal, skafotrapezial</p> <p>b. Ayak [halluks valgus, halluks rijidus, kontrakte ayak panmaklan (çekiç parmak)]: Talonavikiler</p> <p>c. Diz (mediyal, lateral ve patellofemoral tutulum)</p> <p>d. Kalça</p> <p>e. Omurga (özellikle servikal ve lomber) (Apofizyel, intervertebral, spondiloz (osteofitler), ligamentöz (hiperostoz, Forestier hastalığı veya DISH))</p> <p>f. Diğer (omuz, temporomandibuler, sakroiliak, ayak bileği, el bileği, akromiyoklaviküler)</p> <p>B. Jeneralize</p>
<p>2. Sekonder</p> <p>A. Posttravmatik</p> <p>B. Konjenital ya da gelişimsel hastalıklar (Legg-Calve-Perthes, konjenital kalça dislokasyonu, kapital femoral epifiz kayması, yüzeysel asetabulum, obezite, alt ekstremitede bacak uzunluğunda farklılık, valgus/varus deformitesi, hipermobilite sendromları, skolyoz, kemik displazileri, hemokromatoz, okronozis, gaucher hastalığı, hemoglobinoz, Ehlers-Danlos sendromu)</p> <p>C. Kalsiyum depozisyon hastalıkları (Kalsiyum pirofosfat depozisyon hastalığı, apatit artropati, destrüktif artropati)</p> <p>D. Diğer kemik ve eklem hastalıkları (avasküler nekroz, romatoid artrit, gut artrit, septik artrit, Paget hastalığı, osteopetrozis, osteokondrit)</p> <p>E. Diğer hastalıklar (diabetes mellitus, akromegali, hipotiroidi, hiperparatiroidi, nöropatik artropati (Charcot eklemi), Kashin-Beck hastalığı, Caisson hastalığı)</p>

2.2.5. Klinik Belirti ve Bulgular

Ağrı

Osteoartritte en çok görülen klinik belirti ağrıdır. Ağrı, özellikle hareketle birlikte artar. Kemik iliği hasarı, eklem çevresi kaslardaki spazm, sinovit ve efüzyona bağlı eklem içi basınçtaki artış ve nosiseptif ağrı liflerindeki uyarılmaya bağlanmıştır (55).

Tutukluk

Özellikle uzun istirahat dönemlerinden sonra oluşan bir klinik belirtidir. Otuz dakikadan kısa süren sabah tutukluğu inflamatuvar hastalıklardan ayırıcı tanısında belirleyici olur (55).

Şişlik ve deformite

Sinovit, efüzyon ve osteofitlere bağlı olarak eklemde şişlik olabilir. İleri OA'sı olan kişilerde eklem hareket açıklığında azalma, şişlik ve deformiteler görülebilir (56).

Fonksiyon kaybı

İleri diz OA'sı olan kişilerin oturduğu yerden kalkmasında zorluk ve yürüyüş mesafelerinde belirgin azalma görülür (55, 56).

2.3. Diz Osteoartriti

Diz eklemi, OA'da en çok etkilenen eklemler arasında yer alır. Uzun bir semptomsuz dönemi takiben, diz eklemde ağrı ortaya çıkar ve zamanla bu ağrı istirahat sırasında bile belirgin hale gelir. Bu da diz OA'sını önemli bir engellilik nedeni haline getirmekte ve bu durum kişilerin günlük yaşam aktivitelerini ciddi oranda etkilemektedir. Diz OA'sında medial tibiofemoral, lateral tibiofemoral ya da patellofemoral kompartman etkilenebilir. En çok tibiofemoral kompartman tutulur, medial kompartmandaki tutulumla ilgili olarak varus deformitesi, lateral kompartmandaki tutulumla ilgili olarak valgus deformitesi gelişir (9, 11).

Diz OA'sında en çok görülen şikayet kullanıma bağlı özellikle gün sonunda artan bir ağrıdır. Osteoartritin erken evrelerinde istirahatle azalan ağrı, ileri evrelerde istirahatle hafiflememekte ve gece ağrısı oluşur. Dizde kilitlenme ve şişlik de yaygın görülen şikayetlerdendir (9).

2.3.1. Tanı Kriterleri

2009 European Alliance of Associations for Rheumatology (EULAR) kılavuzunda klinik olarak diz OA tanısı için ağrı, sabah tutukluğu ve foksiyonda azalmadan oluşan 3 semptom ile krepitasyon, eklem aralığında azalma ve kemik büyümesinden oluşan 3 kriter belirlenmiştir. Buna göre, 40 yaş üzerinde olup kısa süreli sabah tutukluğu olan hastalarda fonksiyonel kısıtlılık, krepitasyon, azalmış eklem hareket açıklığı ve kemik büyümesi şeklindeki muayene bulgularından bir veya daha fazlasının olması radyografik görüntü olmadan OA tanısı almasını sağlar. Bu durum radyografik görüntülerin normal olması halinde de geçerlidir. Radyografik inceleme morfolojik değerlendirme açısından altın standart görüntüleme yöntemidir. Subkondral kemik sklerozu, eklem aralığında daralma, subkondral kistler ve osteofitler klasik OA bulgularıdır. Laboratuvar testleri tanı için kesin gerekli olmamakla birlikte inflamatuvar hastalıkların ayırıcı tanısında kullanılabilir (57).

National Institute for Health and Care Excellence (NICE) klinik diz OA için önerdiği tanı kriterleri; 45 yaş ve üzerinde olmak , aktivite ilişkili eklem ağrısı, 30 dk veya daha az süren sabah sertliği şeklindedir (58).

Altman ve arkadaşları 1986 yılında American College of Rheumatology (ACR) tanı kriterlerini geliştirdiler. Bu kriterler klinik, laboratuvar ve radyolojik özelliklere dayanılarak elde edilmiştir (54).

ACR Tanı kriterleri

- ❖ Diz ağrısı olan hastada klinik ve laboratuvar bulgularına dayanarak aşağıda verilen kriterler değerlendirilir. Buna göre;
 - 50 yaş üzerinde olmak
 - 30 dk altında sabah tutukluğu
 - Krepitasyon
 - Kemik hassasiyeti
 - Kemik büyümesi
 - Eklemde belirgin sıcaklık artışı olmaması
 - Romatoid faktör (RF) <1/40 olması
 - Sinovyal sıvı analizinin OA bulgularıyla uyumlu olması
 - Eritrosit sedimentasyon hızının 40 mm/sa az olması

Bu 9 kriterden en az 5'nin olması primer diz OA tanısı için %92 sensitivite ve %75 spesifiteye sahiptir.

❖ Diz ağrısı olan hastada klinik ve radyolojik bulgulara dayanarak aşağıda verilen kriterler değerlendirilir. Buna göre;

- 50 yaş üzerinde olmak
- 30 dk altında sabah tutukluğu
- Krepitasyon ve radyografik olarak osteofit olması

Bu 3 kriterden en az 1'nin olması primer diz OA tanısı için %91 sensitivite ve %86 spesifiteye sahiptir.

❖ Diz ağrısı olan hastada klinik bulgulara dayanarak aşağıda verilen kriterler değerlendirilir. Buna göre;

- 50 yaş üzerinde olmak
- 30 dk altında sabah tutukluğu
- Krepitasyon
- Kemik hassasiyeti
- Kemik büyümesi
- Eklemde belirgin sıcaklık artışı olmaması

Bu 6 kriterden en az 3'nün olması %95 sensitivite ve %69 spesifiteye sahiptir.

2.3.2. Diz OA Radyolojik Bulgular

Osteoartritte radyolojik görüntüleme tanı aşaması, prognoz tayini ve hastalık takibi açısından çok önemlidir. Görüntüleme yöntemleri içinde radyografik görüntüleme altın standarttır. Radyografik görüntüleme ucuz, basit ve en çok kullanılan yöntemdir. Osteofit, skleroz artışı, kistlerin belirlenmesi ve eklem aralığının değerlendirilmesini sağlar. Manyetik rezonans (MR) görüntüleme, eklem tüm yapılarıyla değerlendirilmesine ve erken değişikliklerin belirlenmesine olanak tanır. Ancak pahalı bir yöntem olduğu için rutin olarak kullanılmaz (59).

Radyolojik olarak OA şiddetinin belirlenmesinde en sık kullanılan skala, Kellgren ve Lawrence (KL) evrelemesidir. Bu sınıflandırma özellikle osteofit varlığını ve eklem aralığındaki daralmayı dikkate almaktadır (60).

Kellgren ve Lawrence Radyolojik Evreleme Skalası:

Evre 1: Olası osteofitler ile eklem aralığında şüpheli daralma

Evre 2: Kesin osteofit oluşumu ile eklem aralığındaki olası daralma

Evre 3: Orta derecede osteofit oluşumu, eklem aralığında kesin daralma, skleroz alanları ve olası kemik deformiteleri

Evre 4: Büyük osteofitler, eklem aralığında ileri derecede daralma, kesin kemik deformiteleri

Ultrasonografi, OA'nın değerlendirilmesi ve takibinde öncelikli olarak kullanılabilir. Eklem efüzyonu, sinovyal hipertrofi, Baker kisti gibi patolojiler ve kıkırdak incelmeleri, ekstrüde menisküs ve osteofit oluşumu gibi yapısal değişiklikler değerlendirilebilir (61).

2.3.3. Laboratuvar testleri

Primer OA tanısını koymak için rutinde kullanılan bir laboratuvar testi yoktur. Fakat, ayırıcı tanı bakımından laboratuvar testleriyle değerlendirme yapılması gerekebilir. Osteoartritin sık görüldüğü eklemler dışında eklem şikayeti olan, sistemik hastalık belirtileri olan (ateş, halsizlik, son 6 ayda kilo kaybı), aktiviteyle artmayıp istirahat halinde olan ağrı gibi OA lehine görünmeyen durumlarda laboratuvar testlerine başvurulur. Erken ve geç evrelerde görülen inflamasyon, C- Reaktif Protein (CRP) ve eritrosit sedimentasyon hızında ılımlı artışa neden olabilir (62).

2.3.4. Diz Osteoartriti Tedavi Önerileri

Türkiye Romatizma Araştırma ve Savaş Derneği (TRASD) tarafından İlk kez 2012 yılında diz OA'sı ile ilgili kanıta dayalı öneriler geliştirilmiştir. Ocak 2012-Ocak 2015 arası Pubmed, Embase, Cochrane ve Türk Tıp İndeksi kullanılarak literatür taranmıştır. Tedavi semptomları gideren, koruyucu tıbbi ve cerrahi tedavileri içeren bir yaklaşıma sahiptir (10).

TRASD tedavi önerileri

- 1) Diz OA'da öncelikli hedef ağrı kontrolünü sağlamak, eklem fonksiyonelliğini korumak ve iyileştirmek, kişiye bireysel bağımsızlık kazandırmak ve yaşam kalitesini artırmaktır. Bu hedeflere ulaşmak için kullanılan tedavi farmakolojik, nonfarmakolojik ve cerrahi yöntemlerden oluşmaktadır. Seçilen tedavi yöntemi her hasta için bireyselleştirilmiş olmalıdır.
- 2) Hastalara günlük yaşamda, sportif ve mesleki aktiviteler sırasında eklemlerini nasıl koruyacakları hakkında ve ayrıca hastalık ve tedavi seçenekleri konusunda eğitim

verilmelidir. Verilecek eğitim yaşam tarzı değişikliği, diyet, egzersiz ve eklem koruma teknikleri gibi içeriklerden oluşmalıdır.

- 3) Semptomatik hastalara, vücut kitle indeksi 25 ve üzerinde olanlara kilo vermeleri gerektiği önerilmelidir.
 - 4) Hastalara bireysel ve uygun egzersiz programları planlanmalıdır.
 - 5) Osteoartrit gelişimini kolaylaştırıcı risk faktörü olan kişiler fiziksel tıp ve rehabilitasyon uzman hekimlerince değerlendirilmeli ve buna göre önlem alınmalıdır.
 - 6) TENS, interferansiyel ve diadinamik akım gibi analjezik etkili elektroterapi modaliteleri ağrı, fonksiyonel durum ve yaşam kalitesi üzerinde etkili olabilir ve hastalığın tüm evrelerinde kullanılabilir. Hotpack, kızılötesi gibi yüzeysel ısıtıcılar ve ultrason, kısa dalga diatermi gibi derin ısıtıcılar aktif sinoviti olmayan hastalarda ağrı ve fonksiyonel durum üzerinde etkili olabilir. Aktif sinoviti olanlara ise coldpack uygulanabilir.
 - 7) Radyolojik evresi 0-1 olan, hafif OA'lı, istirahat sonrası kısa süreli tutukluk ve aralıklı ağrı şikayeti tanımlayan hastalarda alınacak önlemlere ek olarak asetaminofen kullanılabilir. Ancak, komorbid durumlar ve yan etkiler konusu akılda tutulmalıdır. Bu durumda topikal steroid olmayan antiinflamatuvar ilaçlar (SOAİİ) kullanılabilir. Glukozamin ve kondroitin sülfat kullanımıyla ilgili kanıtların belirsiz olmasıyla birlikte bu ajanlar kullanılabilir.
 - 8) Orta-şiddetli semptomlara sahip, radyolojik evresi 2-3 olan ve fonksiyonel aktivitesi normal veya minimal kısıtlanmış asetaminofene yanıtı olmayan hastalarda nonsteroid antiinflamatuvar ilaçlar kullanılabilir. Eklem içi hyaluronik asitle ilgili verilerde belirsizlik olsa da, tedavide bu ajanlar kullanılabilir. İnflamatuvar bulguları olan ve diğer tedavi seçeneklerinin başarısız olduğu durumlarda yılda üç defadan fazla olmamak üzere glukokortikoidler önerilebilir.
- Diğer tedavi seçeneklerine yanıtı olmayan kronik ağrısı olan hastalarda duloksetin kullanılabilir. Bu evrede önerilen tedavi seçeneklerinden bir diğeri de balneoterapidir.
- Biyomekaniği kontrol etmek ve yükü azaltmak için yardımcı cihazlar önerilmelidir.

Dizilim bozukluğu olan orta yaşlı ve aktif hastalara biyomekanik düzeltme ve koruyucu amaçlı cerrahi olarak osteotomi önerilebilir.

- 9) Bundan önce bahsedilen tedavi seçenekleri radyolojik evresi 4 olan, semptomatik, fonksiyonel kapasitesi sınırlı ve deformiteleri olan hastalar için de kullanılabilir. Zayıf opioid analjezikler diğer tedavi seçeneklerine yanıtız hastalar için kısa süreli olarak önerilmektedir.
- 10) Nöropatik ağrı komponenti içeren hastalar için nöropatik ağrı tedavi protokolü izlenmelidir.
- 11) İleri evre diz OA'sı olan, farmakolojik ve farmakolojik olmayan tedavilere yanıtız, fonksiyonel kapasitede kısıtlılık gelişen, ağrı ve günlük yaşamda bozulma olan hastalarda total diz artroplastisi düşünölmelidir. Burada total diz protezine karar verilirken sadece radyolojik evre değil, hastanın fonksiyonel ve ağrı durumu da göz önünde bulundurulmalıdır.

Diz Osteoartriti 2019 ACR önerileri

❖ Farmakolojik olmayan tedavi önerileri

- Egzersiz
- Öz-yönetim ve öz-yeterlilik programları
- Kilo kaybı
- Thai Chai
- Baston kullanımı
- Breysler
- Sıcak, terapötik soğutma
- Bilişsel davranışsal terapi
- Akupunktur
- Kinezyobantlama
- Denge eğitimi
- Yoga
- Radyofrekans Ablasyon

❖ Farmakolojik tedavi önerileri

- Oral SOAİİ
- Topikal SOAİİ
- İntraartiküler steroidler

- Asetaminofen
- Tramadol
- Duloksetin
- Topikal kapsaisin

Bu tedavi yaklaşımları içinde egzersiz, öz-yönetim ve öz-yeterlilik programları, kilo kaybı, Thai Chai, baston kullanımı, breys kullanımı, SOAİİ, topikal SOAİİ ve intraartiküler steroid uygulamaları kanıt düzeyi güçlü tedavi önerileridir. Diz OA'sında egzersiz programı güçlendirme, yürüme, nöromüsküler eğitim ve su içi egzersizlerini içerebilir. Breys kullanımı tibiofemoral OA için güçlü bir şekilde tavsiye edilmektedir. Bazı hastalarda tek bir tedavi yöntemi semptomları kontrol altına almayı sağlarken, bazı hastalarda sırayla diğer tedavi seçeneklerinin ya da kombine tedavilerin uygulaması gerekmektedir. Tedavi planlanmadan önce her hasta komorbid durumlar ve kontrendikasyonlar açısından değerlendirilmelidir (35). TENS'in etkinliği kanıtlanamadığı için son klavuzlarda kullanımı önerilmemektedir. Benzer şekilde bifosfonat, glukozamin, hisroksiklorokin, metotreksat, TNF inhibitörleri, IL-1 reseptör antagonistleri, platelet rich plazma (PRP), kök hücre tedavisi ve kondroitin kullanımına dair kanıtlar da güçlü değildir (35).

Farmakolojik Olmayan Tedavi

EULAR 2012 nonfarmakolojik tedavi önerilerine göre başlangıç değerlendirme biyopsikosozyal yaklaşımı içermelidir. Bunlar; fiziksel değerlendirme (ağrı, uyku kalitesi, yorgunluk, alt ekstremitte eklem durumu, hareketlilik, kas gücü, eklem dizilimi, propriyosepsiyon, postür, ağırlık, komorbiditeler), günlük yaşam aktiviteleri, katılım (iş, eğitim, sosyal roller), ruh hali, sağlık eğitim ihtiyaçları, sağlık inançları ve hastalıkla başa çıkma motivasyonu şeklindedir. Tedavi hastanın istek ve beklentilerine, OA lokalizasyonuna, eşlik eden risk faktörlerine, inflamasyon olup olmamasına, ağrı düzeyine, fonksiyonel kısıtlanmaya, toplumsal katılım ve yaşam kalitesini etkileme durumuna göre bireysel olmalıdır. Tüm hastaların nonfarmakolojik tedavi planı bireyselleştirilmelidir. Bunlar bilgi, eğitim, aktivitenin devamlılığı, düzenli egzersiz programı, kilo fazlalığı olan kişilerde kilo verilmesi, olumsuz mekanik faktörlerin minimuma indirilmesi, yardımcı yürüme cihazlarının kullanımını içermektedir. Diz OA'sı olan hastalara yaşam tarzı değişiklikleri önerilir ve

beraberinde kısa ve orta vadeli hedefler belirlenir. Belirli aralıklarla değerlendirme, takip ve tedavi planı yapılması için kişiselleştirilmiş bir program oluşturulmalıdır (11).

EULAR tarafından 2018 yılında yayınlanan osteoartrit ve inflamatuvar artrit ağrı yönetimi kılavuzunda bilişsel davranışsal terapi ve ağrıyla ilişkili psikososyal faktörlerin değerlendirilmesi güçlü bir şekilde önerilmektedir. Aerobik ve güçlendirme egzersizleri, eğitim ve özyönetim, kilo yönetimi güçlü düzeyde tedavi önerileri arasında yer almıştır. Diz OA'sında ortez kullanımının ağrı üzerindeki olumlu etkileri denenebilir düzeyde gözlenmiştir. *Tai chi*, *yoga* ve *qigong* gibi yaklaşımların ağrı üzerinde olumlu etkilerinin olup olmadığı ise halen belirsizdir (63).

Eğitim

Hastalar tedavi hedefleri, yaşam tarzı değişikliği, fiziksel aktivite, egzersiz ve ekleme binen yükü azaltmak için alınacak önlemler gibi konularda bilgilendirilmelidir. Osteoarthritis Research Society International (OARSI)'nin kılavuzunda telefonla izlem durumunda hastalarda iyileşme olacağı üzerinde durulmuştur (64). 2012 EULAR nonfarmakolojik tedavi önerileri kılavuzunda, tedavi yönetiminin kişinin hastalık algılarına, eğitimine göre bireyselleştirilmesi ve her aşamasına dahil edilmesi gerektiği belirtilmiştir. Bunun yanında OA'ya neden olan faktörlerin, sonuçların, prognozunun ele alınması, sonraki görüşmelerde geliştirilmesi ve güçlendirilmesi, yazılı veya kişinin seçtiği diğer bilgi yöntemleri (DVD, web sitesi, grup toplantısı gibi) ile desteklenmesi, uygunsuz bireyin eş veya bakıcılarının hastalık yönetimine dahil edilmesi şeklinde eğitim ve bilgilendirmeler önerilmiştir (11).

Kilo Kontrolü

Kilo kontrolü için verilen programların bireyselleştirilmiş olması gerekmektedir (64). Eğitim programında; öz-izlem, aylık kilo kaydı, ilerlemeyi gözden geçirmek ve tartışmak için düzenli destek toplantıları, fiziksel aktiviteyi artırma, kahvaltı ile başlayan bir yemek listesi programı, özellikle doymuş yağ alımını ve şekeri azaltmak, tuzu sınırlamak, meyve ve sebze alımını artırmak, porsiyon büyüklüğünü küçültmek, stres faktörü gibi yeme davranışlarını bozan ve yemeyi artıran faktörleri ele almak, beslenme eğitimi, relaps tahmini ve yönetimi yer alır (11).

Ortezler ve Yardımcı Cihazlar

EULAR önerilerine göre, ağrıyı azaltmak ve fonksiyonel katılımı artırmak için evde veya işte yardımcı yürüme cihazları ve çevre uyarlamaları sağlanmalıdır.

Semptomatik olmayan tarafta baston veya walker kullanımı, sandalye, yatak, klozet yüksekliğinin artırılması, merdivenlere korkuluk yapılması, koltuk seviyesinin yüksek olması ve girişi kolay olan otomatik vites aracın kullanılması örnek uygulamalardır (11).

Egzersiz

Egzersiz tedavisi ile eklem hareket açıklığını, kas gücünü, aerobik kapasiteyi ve propriyosepsiyonu artırmak amaçlanmaktadır. Bu amaçla aerobik egzersizler, kas güçlendirici ve germe egzersizleri, denge ve koordinasyon, yürüme gibi motor becerileri artıran egzersizler ve propriyoseptif egzersizler gibi nöromotor eğitim egzersizleri önerilmektedir (11, 34). Hastalara bireyselleştirilmiş egzersiz programı düzenlenmelidir. Etkilenen bölge ve eklem sayısından bağımsız olarak proksimal kalça kaslarını ve kuadrisepsi güçlendirici egzersizler, eklem hareket açıklığı veya germe egzersizleri ve aerobik egzersizler programın içeriğini oluşturmaktadır. Bireyselleştirilmiş eğitimle birlikte kişilerin kendi başına bu egzersiz programını uygulayabiliyor olması hedeflenmektedir (11). Diz eklemi çevresi kas gücünün artması eklem biyomekaniğini iyileştirebilir, eklem binen yükün ve kıkırdak üzerindeki stresin azalmasını sağlayabilir. Fiziksel egzersizler bu mekanizma üzerinden OA progresyonunun ilerlemesini yavaşlatabilir (64). Diz OA'sı olan kişilerde terapötik fiziksel egzersizlerin ağrı üzerindeki etkisi, analjezikler ve SOAİİ ile benzer bulunmuştur (12).

Alt ekstremitenin güçlendirilmesi ağrıda azalma ve fiziksel fonksiyonda iyileşme sağlayabilir. Güçlendirme egzersizleri ile Tip 1 kas liflerinin boyutunda önemli bir artış olmazken, tip 2 liflerinde hipertrofi olur. Tüm bu fizyolojik adaptasyon mekanizmaları, fiziksel egzersiz programlarının güçlendirme ve dayanıklılık egzersizlerini içermesi gerektiğini gösterir. Uygulanan güçlendirme ve dayanıklılık egzersizleri diz OA'lı hastalarda ağrının azalmasını ve fiziksel fonksiyonel kapasitenin artmasını sağlar (65). Egzersiz yoğunluğu, hastanın özelliklerine göre değişkenlik gösterir. Bununla birlikte, düşük ve yüksek yoğunluklu egzersiz programlarının kısa süreli ağrı ve fiziksel fonksiyonel kapasite üzerine etkilerinde anlamlı bir farklılık görülmemektedir (66).

Propriyoseptif egzersizler, hastalardaki ağrı ve sertlik semptomlarını hafifleterek fiziksel fonksiyonda iyileşme sağlamaktadır. Propriyoseptif egzersiz

programları bireyselleştirilmiş nöromüsküler kontrol ve denge egzersizlerini içermelidir. Propriyoseptif egzersizler haftada en az 3-4 kez yapılmalıdır. Modifiye romberg egzersizleri (sert ve yumuşak zeminde ve gözler kapalı), bir ayak üzerinde durma (sert ve yumuşak zeminde gözler açık ve kapalı), topuk ve ayak parmakları üzerinde yürüme (ileri, geri, sağa ve sola, gözler açık ve kapalı), diz fleksiyon ve ekstansiyon egzersizleri, mini trombolin, denge tahtası önerilen propriyoseptif egzersizlerdendir (67).

Fizik Tedavi Modaliteleri

OARSI kılavuzunda, analjezik etki sağlama amaçlı kısa süreli kullanılabileceği belirtilmiştir (64).

Yüzeysel ve derin ısıtıcıla kullanılan fizik tedavi modalitelerindedir. Özellikle ağrı ve inflamasyon kontrolü için uygulanır. Yüzeysel ısıtıcılar hotpack, parafin, infrared; derin ısıtıcılar ultrason ve kısa dalga diatermidir. Aktif inflamasyon bulguları yoksa kullanılabilmektedir. Aktif inflamasyon bulgularında ise ağrı ve ödemi kontrol altına alabilmek için yüzeysel soğuk tedavisi uygulanır (10).

Farmakolojik Tedavi

Parasetamol: National Institute for Health and Care Excellence (NICE) kılavuzunda ilk basamakta önerilen farmakolojik ajandır (58). OARSI'de ise ağrı üzerindeki sınırlı etkisi nedeniyle kullanımı önerilmemiştir. Parasetamol kullanımıyla doza bağlı yan etkiler olabilmektedir. Özellikle yüksek dozda gastrointestinal sistem, karaciğer ve böbrek üzerinde toksik etkilere yol açar. Bu bakımdan sanıldığı kadar güvenli profilde bir ilaç değildir. Parasetamolün uzun süreli kullanımı karaciğer enzimlerinde yükselme ve karaciğer yetmezliğiyle ilişkili bulunmuştur (34).

Steroid Olmayan Antiinflamatuvar İlaçlar: Kardiyovasküler ve gastrointestinal komorbiditeleri olan hastalar dahil olmak üzere ilk sırada topikal SOAİİ kullanımı yer alır. Topikal ilaçların en çok gözlenen yan etkisi lokal deri reaksiyonlarıdır. Kronik hastalığı olmayanlarda oral SOAİİ önerilir. Bunlardan nonselektif olanların gastroprotektif bir ilaçla birlikte kullanımı veya tek başına selektif COX2 inhibitörleri kullanımı uygundur. Kardiyovasküler komorditesi olan hastalarda herhangi bir sınıftan SOAİİ önerilmemiştir. Bununla birlikte, risk altındaki hastaların tedavisinde daha uygun güvenlik profiline sahip olanların, mümkün olan en

kısa tedavi süresi ve en düşük dozda kullanılabileceğini belirten klinik uygulamalar bildirilmiştir (34).

İntraartiküler kortikosteroid enjeksiyonu: Komorbid hastalıklar nedeniyle SOAİİ alamayan ve tedaviye yanıtız hastalarda kısa süreli analjezik etki sağlamak amacıyla önerilmiştir (34).

İntraartiküler hyalüronik asit (HA) enjeksiyonları: İntraartiküler steroid enjeksiyonlarının kısa süreli etkisine rağmen, HA enjeksiyonları 12 haftadan daha uzun süre etkili olabilir. Ayrıca, uzun vadede tekrarlanan steroid enjeksiyonlarına göre güvenlik profili daha iyidir (64).

Opioidler: Yaşlı ve komorbid hastalıkları olanlarda kullanımı önerilmemiştir (34).

Glukozamin ve Kondroitin Sülfat: Son kılavuzlarda glukozamin ve kondroitin sülfat kullanımı önerilmemiştir.

Duloksetin: Serotonin ve noradrenalin geri alım inhibitörü olan duloksetinin, beraberinde yaygın ağrısı veya depresyonu olan kişilerde kullanılabileceği bildirilmiştir (34).

Platelet rich plazma: OARSI önerilerinde kanıt düzeyi düşük bulunmuştur (34). TRASD önerilerinde daha fazla çalışmaya gereksinim olduğu belirtilmiştir (10).

Cerrahi Tedavi

Yaşam kalitesi bozulmuş, cerrahi dışı tedavilere yanıt vermeyen, eklemde tutukluk ve ağrı gelişen, fonksiyonel aktivitesi bozulmuş hastaların cerrahiye yönlendirilmesi gerektiği üzerinde durulmuştur (58).

2.4. Propriyosepsiyon

Propriyosepsiyon, nöromüsküler kontrol altındaki eklem ve ekstremitenin reseptörler aracılığıyla elde edilen pozisyon algısıdır. (33).

Yürüme, koşma veya sıçrama sırasında özellikle alt ekstremitte kasları postürün devamlılığında önemli rol oynar. Devamlılığı sağlayansa refleks bir mekanizmadan oluşan statik ve dinamik dengedir. Pozisyondaki ani değişim, refleks hareketle kaslar üzerinde uyarıcı etkilidir. Buradaki motor kontrol, görsel, işitsel, propriyoseptif ve somatosensöryel reseptörler aracılığıyla gerçekleşir. Tendon, eklem, kapsül, ligament, kas ve deride bulunan reseptörlerden gelen inputlar özel sinir uçlarıyla omurilik dorsal

boynuzuna girer, beyin kortikal ve subkortikal alanlarına doğru iletilir. Bilinçli ve bilinç dışı vücut pozisyon bilgileri bu yolla birleştirilir. (32, 33).

Propriyosepsiyon bozukluğunun tekrarlayan yaralanmalardan sorumlu olması muhtemeldir. Bu nedenle rehabilitasyon programında eğitime önem verilmelidir. Ancak, çoğu rehabilitasyon programında bu durum göz ardı edilir. Rehabilitasyon sürecinde verilen inputlar santral sinir sistemine iletilir ve reseptörler yavaşça adapte olur. Kapalı kinetik zincir egzersizlerinde çoklu düzlemde fonksiyonel hareketler sağlandığından bütün reseptörler uyarılmaktadır. Açık kinetik zincir egzersizlerinde ise belli bir düzlemde tek bir fonksiyonel hareket sağlandığından bütün reseptörler uyarılamaz ve sonuç olarak eklem propriyosepsiyon gelişimi sınırlı kalır (68).

Alt ekstremitte hareketsiz kaldığında, ekstremitenin hızlanması ve yavaşlamasında kontrol kaybı gelişir ve fonksiyonel kayıpla sonuçlanır. Propriyosepsiyon ve kas gücünün birlikte değerlendirilmesi fonksiyonel aktivitenin doğru bir şekilde yapılabilmesi için gereklidir (33).

Propriyosepsiyon Ölçüm Yöntemleri

Propriyosepsiyonun yeterliliğini değerlendirmek için kullanılan başlıca ölçüm yöntemleri kinestezi ve eklem pozisyon algısıdır. Bunlar ortopedik yaralanma, cerrahi ve rehabilitasyon sonrası en çok kullanılan değerlendirme yöntemleridir. Kinestezi, vücut bölümlerinin pasif hareketlerinin algılanmasıdır. Eklem pozisyon algısı, pozisyonun aktif ve pasif olarak yeniden tekrarlanması ile değerlendirilir. Ruffini ve golgi cisimciklerini uyarmak için hareket hızı saniyede 0,5-2,5 derece olarak ayarlanmalıdır. İzokinetik dinamometreler ve elektromanyetik takip cihazları propriyosepsiyon değerlendirilmesinde kullanılabilen cihazlardan bazılarıdır (32, 33). Denge ve postüral kontrolün ölçümü stabilometre ve kuvvet platformları ile olabilmektedir. Denge propriyosepsiyonla direk ilişkilidir. Kuvvet platformlarında basınç değişimleri ölçülerek postüral kontrol değerlendirilir (32, 69).

2.5. Diz Osteoartriti ve düşme riski

Düşme riski sağlıklı popülasyona göre daha fazladır. Hastaların yarısından fazlası bir önceki yılda düştüğünü bildirmiştir. Dizin fleksör ve ekstansör kas gücündeki azalma düşme riski ile ilişkili bulunmuştur. Ağrının fonksiyonel etkisi fiziksel aktivitede azalma olarak görülür. Buna bağlı olarak kas gücünde kayıplar veya ağrıya bağlı kaslarda refleks inhibisyon olabilir. Semptomların tedavisinde kas

güçlendirmenin önemi detaylı şekilde araştırılmıştır. Ancak, diz OA'lı hastalarda düşme riski üzerindeki etkisi belirsizliğini korumaktadır. Düşme riskindeki artış, somatosensoryal ve nöromusküler duyuusal bilginin bozulmuş entegrasyonuna bağlanabilir. Bu durumun altında yatan mekanizma ise propriyosepsiyonun bozulmuş olması ve eklem mekanoreseptörlerinin hasarlanması olarak açıklanabilir. Riskteki artışın bu mekanizma ile açıklanması orta düzeyde kanıta bağlanmıştır (70, 71).

2.6. Sanal Gerçeklik

Sanal gerçeklik uygulamaları gelişen teknolojiyle birlikte rehabilitasyon programlarında yerini almaya başlamıştır. Uygulamaların temelinde etkileşim yer alır. Oluşturulan simülasyonlar, katılımcılara gerçek nesne ve olaylara benzer ortamlara girme fırsatı tanır (72, 73).

Sanal gerçeklik sistemleri görsel, işitsel biyofeedback aracılığıyla, vücudun denge mekanizmasının doğru kullanılmasını sağlayarak egzersizlerin uygun şekilde yapılmasını sağlar (15). Geleneksel tedavi programlarına entegre edildiğinde eğlence ve motivasyon sağlayıcı etkisi ile tedavi uyumunu ve programdaki aktivite süresini artırabilir. Yapılan aktiviteler değerlendirilebilir ve performans hakkında ayrıntılı geri bildirim sağlayabilir. Klinik ve ev ortamı gibi çok çeşitli yerlerde kullanılabilen uygulamalardır (13). Sanal gerçeklik çok çeşitli rehabilitasyon hastalarında fonksiyonel yetenekleri geliştirebilen alternatif rehabilitasyon programı sağlar. Hedefe yönelik görevler ve tekrarlama gibi özellikler sağlar. Yaşlılarda özellikle son zamanlarda egzersiz davranışını artırma potansiyelinden dolayı önerilmekte ve bilişsel fonksiyonlara da etkili olabileceği belirtilmektedir. Yalnızca üst ekstremitelerde bozukluklarında değil, aynı zamanda alt ekstremitelerde bozuklukları, denge ve yürüme ile bilişsel bozukluklar için de yararlıdır (73).

Sanal gerçeklik tedavisi zengin, ilgi çekici, etkileşimli bir tedavi ortamı sağlayabilir ve bu sayede deneyimsel öğrenmeyi uygulamalı olarak destekler. Öğrenme süreci deneyimsel bir çerçevede gerçekleştiği için ilgi, motivasyon yüksekliği, beceri edinme ve transfer sürecine katkı sağlayabilir. Fonksiyonel aktivitenin gelişmesini sağlayan hareketlerin doğru kontrolünü, gövde stabilitesini ve vücut ağırlığını destekleyen alt ekstremitelerde hareketlerini sağlar (74).

Sanal gerçeklik tedavi süre ve seansları konusunda kesinlik bulunmamaktadır. Seanslar genel olarak 20-60 dk aralığında haftada 3 ya da 5 seans olacak şekilde 3-12 hafta aralığında uygulanmıştır (75).

- **Sanal Gerçeklik Uygulamalarının Avantajları**

- 1) Eğlenceli ve motivasyonu artırıcı olduğu için egzersize ayrılan sürenin artmasını ve tedaviye devamlılığı sağlar.
- 2) Bireysel rehabilitasyon programlarının oluşturulmasını sağlar.
- 3) Terapistte bağımlılığı azaltır.
- 4) Mekan ve zaman bağımlılığını azaltır.
- 5) Performansa dair ayrıntılı geribildirim sağlar.
- 6) Uygulaması kolay, ucuz ve güvenlidir.
- 7) Aktivitelerin birden çok tekrarının yapılmasına olanak sağlar.
- 8) Motor öğrenmeyi ve kortikal plastisiteyi uyarır.
- 9) Sosyal etkileşim sağlar ve bilişsel fonksiyonları destekler (75).

- **Sanal Gerçeklik Uygulamalarının Dezavantajları**

Özellikle üç boyutlu sisteme sahip olanlarda baş ağrısı, baş dönmesi gibi yan etkiler görülmüştür (73).

2.6.1. BTs Nirvana Sanal Gerçeklik Uygulaması

BTs Nirvana, optoelektrik kızılötesi sensörleri olan, hastanın sanal ortamda hareketleriyle etkileşimini sağlayan bir cihazdır. Sistem bir projektöre veya büyük bir ekrana yerleştirilir. Kızılötesi sensörlerle hastanın hareketleri analiz edilir. Bu analizle birlikte etkileşim oluşturularak gövde, alt ekstremita, üst ekstremita ve bilişsel süreçlerle ilgili birçok egzersiz üretir. Gerçekleştirilen egzersizlerin listesi ve her egzersiz için alınan puan ekrana yansıtılabilir (76).

Yapılan egzersizler, duyuşsal ve işitsel geribildirim sağlar. Hastanın motivasyonunu ve tedavi uyumunu artırır. Rehabilitasyon sürecini daha etkili hale getirebilir. Egzersizler zorluk seviyesine ve hastanın performansına göre ayarlanabilmektedir. Uygulanan seans sonunda yapılan egzersizlerin sonuçları ve listeleri raporlanabilir, önceki seansların sonuçlarıyla karşılaştırma yapılabilir. Ayrıca, her seans webcam yardımıyla kayıt altına alınabilir, böylece hastadaki gelişim karşılaştırılabilir. Sistemde kayıtlı yirmiyeye yakın oyun ve uygulama bulunur (17).

Yaptığımız literatür taraması sonucunda BTs N sistemi ile diz OA'lı hastalarda yapılmış ve denge ve düşme riskinin değerlendirildiği bir çalışma bulunamamıştır. Bu nedenle, primer diz OA olan hastalarda konvansiyonel egzersizlerle kombine edilen SG tedavisinin düşme riski, denge, ağrı ve yürüme parametreleri üzerine etkilerinin karşılaştırıldığı randomize- kontrollü bu prospektif çalışmayı planladık.

3. GEREÇ VE YÖNTEM

3.1. Araştırmanın Tipi

Diz OA'sı olan hastalarda konvansiyonel egzersizler, konvansiyonel egzersizlerle kombine edilen SG tedavisi ve yalnız SG tedavisinin denge, yürüme parametreleri, ağrı ve düşme riski üzerine etkilerinin değerlendirildiği prospektif, tek kör ve randomize kontrollü bir çalışmadır.

3.2. Örneklem Seçimi

ESOGÜ Tıp Fakültesi Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon kliniğine tedavi amaçlı başvuran, primer diz OA tanısı alan, dahil etme kriterlerini karşılayan 40-75 yaş aralığında 54 hasta çalışmaya alındı. Radyolojik olarak Kellgren-Lawrence sınıflamasına göre evre 2 veya 3 diz OA'sı olan hastalar çalışmaya dahil edildi. Çalışmanın başlangıcında; yaş, kilo, boy, vücut kitle indeksi (VKİ), eğitim, meslek, sistemik hastalıklar ayrıntılı olarak sorgulandı.

❖ Örneklem Seçiminde Dahil Etme Kriterleri:

- Çalışmaya katılmayı kabul etmiş olmak
- 40-75 yaş arası olmak
- Kellgren-Lawrence evrelemesine göre evre II veya III diz OA olan hastalar
- Kognitif fonksiyonlarında bozukluk olmayan hastalar

❖ Örneklem Seçiminde Dışlama Kriterleri

- Kognitif fonksiyonları bozuk olanlar
- Bağımsız ambulasyonun olmaması
- Görsel, işitsel bozukluklar
- Son 6 ayda diz cerrahisi geçirme
- Son 6 ayda diz enjeksiyon öyküsü
- Bilateral diz ağrısı olan hastalar
- Osteomyelit
- Lokal veya sistemik enfeksiyon öyküsü
- Kanseri öyküsü
- Egzersizlere katılımı engelleyecek sistemik hastalık olması (nörolojik, kardiyovasküler problemler, KOAH..vs)
- Dengeyi etkileyecek nörolojik hastalık olması (MS..vs)

- Diz eklemine etkileyen gut, romatoid artrit gibi romatolojik hastalıklar
- Dize yönelik travma öyküsü
- Kalça eklem hareketlerini etkileyen hastalık ya da travma öyküsü

3.3. Bilgilendirme ve Onay

Katılımcılar çalışmanın amacı, uygulanacak tedavi ve süreç hakkında yazılı ve sözel olarak bilgilendirildi. Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Tıp Fakültesi Etik Kurulu tarafından belirlenen standartlarla hazırlanmış ‘Bilgilendirilmiş Gönüllü Olur Formu’ tüm katılımcılara imzalatıldı (Bkz. EK 1).

Çalışmamız Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Tıp Fakültesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulu tarafından 27.02.2020 tarihinde 04 karar numarası ve 80558721-050.99-E.26788 sayılı 2019-92 karar konulu yazı ile onaylanmıştır.

3.4. Randomizasyon

Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Tıp Fakültesi Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon polikliniklerine başvuran ve çalışmaya alınma kriterlerini karşılayan 54 hasta, daha önceden bilgisayar programı ile belirlenmiş numaralandırma sistemine göre üç gruba randomize edildi.

3.5. Tedavi Protokolü

Çalışmaya alınma kriterlerine uygun olan ve çalışmaya katılmayı kabul eden 54 hastanın randomizasyonu yapılarak üç gruba ayrıldı. Birinci gruptaki hastalara 40 dk süreyle konvansiyonel egzersiz programı uygulandı. İkinci grupta yer alan hastalara 40 dk süreli konvansiyonel egzersizleri takiben 20 dk süreyle SG programı verildi. Üçüncü gruptaki hastalara ise yalnızca 20-25 dk süreyle SG egzersiz programı uygulandı. Seansların ilk 5 dk’sı bisikletle ısınma ile başladı ve son 5 dk’sı soğuma ile bitti. Güçlendirme, germe ve EHA egzersizlerinin her biri 10 tekrar olacak şekilde 3 set halinde uygulandı. Setler arasında 30 sn dinlenme verildi. Aşağıda uygulanan egzersiz programı listelenmiştir:

- ❖ Isınma
- ❖ Güçlendirme, germe ve EHA egzersizleri;
 - Kuadriceps setting
 - Düz bacak kaldırma

- İzotonik kalça ve diz fleksiyonu
- Dirençli, izotonik kalça ve diz fleksiyonu
- Hamstring izometrik güçlendirme
- Hamstring izometrik dirençli güçlendirme
- Bacak ekstansiyon egzersizi
- Dirençli bacak ekstansiyon egzersizi

❖ Denge egzersizleri:

İlk hafta:

- Gözler kapalı ayakta dengede durma (sert ve yumuşak zemin üzerinde)
- Topuk yürüme
- Parmak ucu yürüme
- Tandem yürüme
- Tek ayak üzerinde durma (sert ve yumuşak zemin üzerinde)
- Gözler açık ve kapalı olacak şekilde tek ekstremitte üzerinde öne, yana ve arkaya eğilme
- Piliyometrik egzersizler(15 cm yükseklikten atlayarak geçme)
- Mini squat
- Tandem pozisyonunda 20 sn gözler kapalı durma
- Geri yürüme 20 metre
- Gözler kapalı geri yürüme 20 metre

İkinci hafta:

- İlk hafta yapılan egzersizlere ek olarak
- Desteksiz yüksek sandalyede otur kalk egzersizleri
- Piliometrik egzersizler 30 cm yükseklikten atlayarak geçme
- Yana adımlayarak yürüme (gözler açık ve kapalı)
- Lateral step up

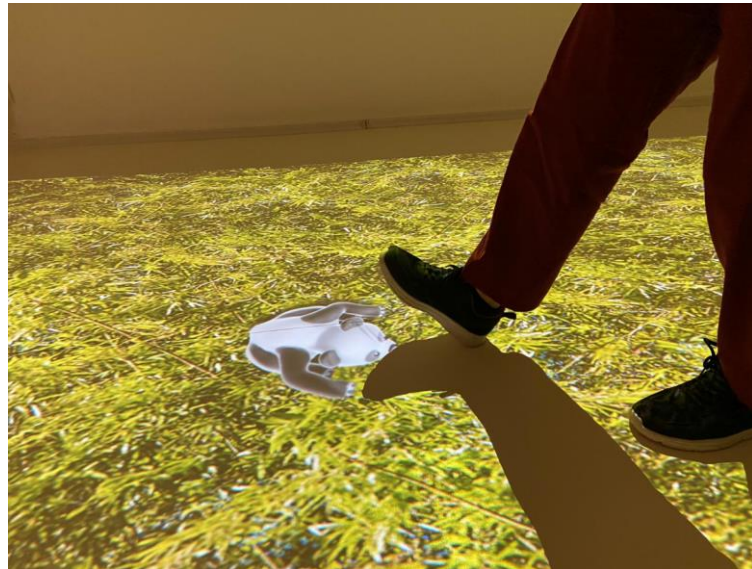
Üçüncü hafta:

- Birinci ve ikinci hafta yapılan egzersizlere ek olarak;
- Denge tahtası ile egzersiz
- Desteksiz alçak sandalyede otur kalk egzersizleri

❖ Sanal gerçeklik tedavisinde kullanılan egzersizler:

Sanal gerçeklik sistemi olarak BTs N ile çalışılmıştır. Sistemde alt ekstremité ile ilgili egzersizlerden 5 tanesi önceden belirlenmiş olup her hasta için bu belirlenmiş egzersiz programı izlendi. Her bir egzersiz için oyun hız ve zorluk derecesi hastaya göre ayarlandı. Tedavi öncesinde hastalar bilgilendirilerek seans sırasında yere yansıtılan uygulamadaki görevlerin yerine getirilmesi istendi. Aşağıda belirlenen egzersiz programı örneklendirilmiştir:

Pandayı takip et: Bu uygulamada hastalardan yerdeki pandayı takip etmeleri istendi. Her bir hasta için yapabileceği uygun hız ayarlandı. Panda durduğunda ve pandaya basıldığında pandanın aniden yön değiştirmesi hastaların da aynı şekilde ani yön değiştirmesini ve buna adaptasyonunu gerektirir.



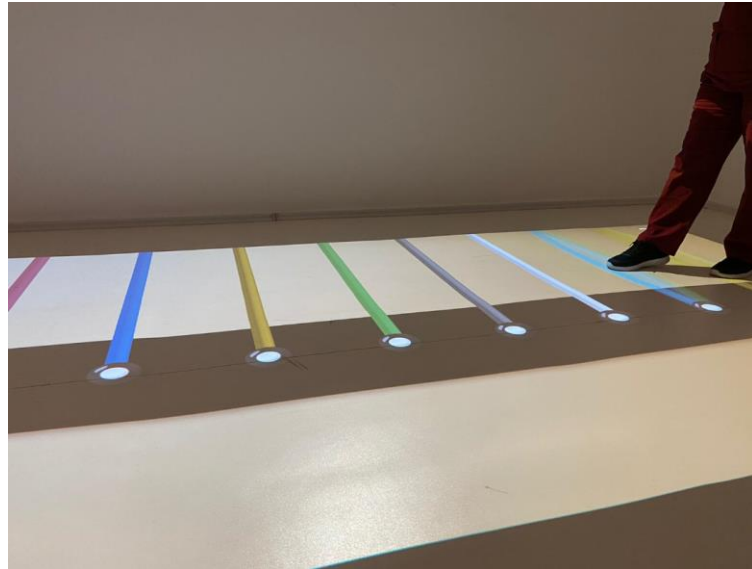
Şekil 3. 1. Pandayı Takip Et uygulama örneği

Yaprak süpürme: Hastalardan tek ayak üzerinde durarak kalça rotasyonu ile birlikte ayağıyla yerdeki yaprakları süpürmeleri istendi ve bunu sırayla değiştirmeleri istendi. Burada tek ekstremité üzerine ağırlık aktarımı ile vücut postürünün devamlılığını sağlandı. Ayrıca yansıtılan zemin üzerinde süpürülen yaprak sayısı üst köşede görünmekte ve bu durum hastalarda daha fazla yaprak süpürme motivasyonunu sağlamaktadır.



Şekil 3. 2. Yaprak Süpürme uygulama örneği

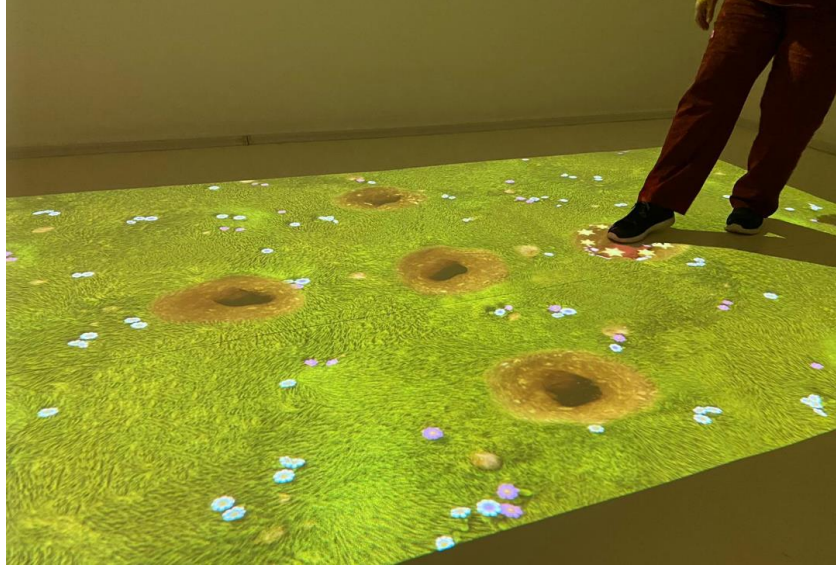
Gitar tellerine basma: Bu uygulama belli mesafelerle dizilmiş tellerden oluşmaktadır. Hastalara bu tellere basarak yürümesi istenmiştir. Hastaların her bir tele basmasıyla gitar titreşim sesleri duyulmuştur. Böylece, hem işitsel hem de görsel geribildirimler sayesinde hastanın daha ritmik yürümesi sağlanmıştır.



Şekil 3. 3. Gitar Tellerine Basma uygulama örneği

Köstebek yakalama: Hastalardan yerde yansıtılmış olan belli sayıdaki çukurlardan çıkan köstebek üzerine basarak yakalaması istendi. Her hastaya göre

hızları ayarlandı. Her kaçırılan köstebekte geribildirim olarak gülme sesi gelmiştir. Köstebeklerin hangi çukurdan çıkacağı bilinmediği için hastaların daha dikkatli olmaları sağlanmış oldu. Hasta bir sonraki köstebeği yakalayabilmek için ani manevralara kendini hazırlamış ve postüral dengesini korumuştur.



Şekil 3. 4. Köstebek Yakalama uygulama örneği

Ay yürüyüşü: Yere yansıtılmış belli sayıda ay bulunan bu programda hastalardan her bir aya sırayla basmaları istenmiştir. Her bir adımla birlikte ayın rengi sarıya dönmüştür. Buradaki aylar arasındaki mesafe diğer bir ifadeyle yansıtılan ay sayısı her hastaya göre belirlenmiştir. Böylelikle tandem yürüyüş paterni ile denge çalışılmıştır.



Şekil 3. 5. Ay Yüyüşü uygulama örneği

3.6. Değerlendirme Yöntemleri ve Parametreleri

Sözel olarak bilgilendirilen ve yazılı onamları alınan hastalardan çalışma başlangıcında yaş, kilo, boy, meslek, VKİ, eğitim, etkilenen taraf, eklem hareket açıklıklarına ait bilgiler kaydedildi. Ağrı ve özürülük durumları vizüel analog skala (VAS) ve Western Ontario and McMaster Universities Arthritis Index (WOMAC) ile, denge değerlendirilmesi ise Berg Denge Ölçeği (BDÖ) ve düşme risk analizi ile yapılmıştır. Değerlendirilen ölçümler her üç grup için de tedavi öncesinde ve sonrasında değerlendirildi. Yürüme parametreleri de (ortalama hız, kadans ve tek/çift adım uzunlukları) tedavi öncesi ve sonrasında değerlendirilmiştir. Hastaların diz fleksiyon ve ekstansiyon hareket açıklığı değerleri gonyometre ile ölçülmüştür. Eklem hareket açıklığının gonyometre ile ölçümü özellikle Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon kliniklerinde sıkça kullanılan objektif bir ölçümdür. Değerlendirme hasta sırt üstü yatar pozisyonda nötral 0 metoduna göre yapılmıştır.

Radyolojik olarak Kellgren-Lawrence evrelemesine göre osteoartrit sınıflaması yapıldı. Bu evrelemeye göre diz osteoartrit evre 2 veya 3 olan hastalar çalışmaya dahil edildi. Bu sınıflandırma özellikle osteofit varlığını ve eklem aralığındaki daralmayı dikkate almaktadır (60).

Kellgren ve Lawrence Radyolojik Evreleme Skalası:

Evre 1: Olası osteofitler ile eklem aralığında şüpheli daralma

Evre 2: Kesin osteofit oluşumu ile eklem aralığındaki olası daralma

Evre 3: Orta derecede osteofit oluşumu, eklem aralığında kesin daralma, skleroz alanları ve olası kemik deformiteleri

Evre 4: Büyük osteofitler, eklem aralığında ileri derecede daralma, kesin kemik deformiteleri

3.6.1. Vizüel Analog Skala

Hastaların istirahat ve aktivite ile olan ağrı düzeyleri VAS ile değerlendirildi. Hiç ağrı olmaması 0, hayatta hissedilen en şiddetli ağrı ise 10 olarak hastalara açıklandı ve son bir hafta içinde hissettiği ortalama ağrı şiddetini işaretlemesi istendi (77).

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ağrı yok										Çok ağrılı

3.6.2. WOMAC Osteoartrit indeksi

WOMAC indeksi ağrı, tutukluk ve fiziksel fonksiyon olmak üzere 3 kategoride değerlendirme yapmaktadır. Ağrı için 5, tutukluk için 2 ve fiziksel fonksiyon için 17 soru olmak üzere toplam 24 sorudan oluşur. Likert versiyonunda her soru 0-4 arası skorlanmaktadır, skorlar 0: yok; 1:hafif; 2: orta şiddetli; 3: şiddetli; 4: çok şiddetli şeklindedir; düşük skorlar düşük seviye semptomları gösterir. Alınacak maksimum puan ise ağrı, tutukluk ve fiziksel fonksiyon için sırasıyla 20, 8, 68 puan şeklindedir (78). Ülkemizde WOMAC osteoartrit indeksinin Türkçe geçerlilik ve güvenilirliği Tüzün ve arkadaşları tarafından yapılmıştır. (79) (Ek-2)

3.6.3. Bilgisayarlı Yürüme Analizi

Yürüme analizi opto-elektrik algılama sisteminden oluşan Optogait bilgisayarlı yürüme analiz cihazı (Microgate, İtalya) kullanılarak yapıldı. Cihazda koşu bandının her iki yanında verici ve alıcı çubuklar bulunur. Cihaz sağ ve sol bacak arasındaki yürüyüş değişkenlerindeki farklılıkları kullanarak verileri toplar. Tüm hastalar için yürüme analizi 3 km/sa'ya ayarlanarak yapıldı. Yürüyüşe başlamadan önce hastaların ayak uzunluğu sistem tarafından ölçüldü. Katılımcıların sisteme alışabilmeleri için analiz öncesinde en az 1 dk yürütüldü ve tolere edebildikten sonra, tedavi öncesi ve sonrasında 2 dk süreyle veriler (yürüme hızı, tek/çift adım uzunluğu ve kadans) kaydedildi.



Şekil 3. 6. Bilgisayarlı yürüme analiz cihazı ile yürümenin değerlendirilmesi

3.6.4. Düşme riski indeksi ölçümü

Düşme riskini değerlendirmek amacıyla statik postürografi cihazı (Tetrax, Sunlight Medikal Ltd) kullanıldı. Sistem her iki parmak ucundan ve her iki topuktan gelen basınç değişikliklerine hassas 4 platform ve buradan gelen bilgilerin birleştirilerek dijital olarak işlendiği bilgisayardan oluşmaktadır. Bu dijital veriler özel bir algoritmayla hesaplanarak görsel ve sayısal veriler olarak dökümanite edilir. Hastalar 8 farklı pozisyonda değerlendirilir. Her bir pozisyon süresi 32 saniyeden oluşur. Yapılan ölçümler sonucunda elde edilen verilerle, Tetrax yazılım programı aracılığıyla düşme indeksi hesaplanmaktadır. Düşme indeksi arttıkça düşme riski artar. 0-36 minimal düşme riski, 37-58 orta derecede düşme riski ve 59-100 yüksek düşme riskini göstermektedir. (80, 81)

1. Ayaklar belirlenmiş bölgede, eller yanda olacak ve karşıya bakacak şekilde dik duracak şekilde
2. Gözler kapalı ve aynı pozisyonda
3. Ayakların altına yastık konularak gözler açık ve aynı pozisyonda
4. Ayakların altına yastık konularak gözler kapalı ve aynı pozisyonda

5. Baş 45° sağa çevrili, gözler kapalı ve aynı pozisyonda
6. Baş 45° sola çevrili, gözler kapalı ve aynı pozisyonda
7. Baş 30° yukarı yönde, gözler kapalı ve aynı pozisyonda
8. Baş 30° aşağı yönde, gözler kapalı ve aynı pozisyonda (80)



Şekil 3. 7. Tetrax interaktif denge sistemi ile düşme riski analizi

3.6.5. Berg Denge Ölçeği

Kişilerin fonksiyonel aktivitelerini yaparken dengelerini koruyabilme yeteneğini ölçen güvenilir bir testtir (82). Şahin ve ark. tarafından BDÖ'nün türkçe versiyonunun geçerlilik ve güvenilirliği gösterilmiştir (83). Desteksiz oturma, oturur pozisyondan ayağa kalkma, ayaktayken oturma, omuz üzerinden arkaya bakma, kendi etrafında 360° dönme, desteksiz ayakta durma, gözler kapalı ayakta durma, yerden cisim alma, transfer, ayaktayken kolları öne uzatma, basamak inip çıkma, tek ayak üzerinde durma, bir ayak önde desteksiz durma, sırt desteksiz ayaklar yerde oturma şeklinde toplam 14 maddeden oluşur. Her madde için yapılan aktivitedeki yeterlilik seviyesi 0 ve 4 arasında puanlanır. Puan 0 ise yapamaz; 4 ise bağımsız ve güvenli bir

şekilde eylemi yapar anlamındadır. Alınacak en yüksek puan 56'dır. Alınan puan 0–20 arası 'kötü denge', 40–56 arası 'iyi denge' olarak değerlendirilir (82). (Bkz. EK3)

3.7. İstatistiksel Analiz

Gerekli örneklem sayısı, daha önceki çalışmalar baz alınarak yapılan güç analizi ile belirlenmiştir. Güç analizi G-Power 3.0.10 ile yapıldı. Çalışma 3 bağımsız grup, 2 tekrarlı ölçüm ile inceleneceği için tekrarlı ölçümlerde varyans analizi yöntemi göz önünde bulundurularak hesaplamalar yapılmıştır. Orta düzeyde etki büyüklüğü (EB=0,25), anlamlılık düzeyi 0,05, güç %90 olarak alındığında çalışmaya toplamda 54 hastanın katılması gerektiği sonucuna ulaşıldı. Kişi sayıları gruplara eşit olarak dağıtıldı. Her bir grup için 18 hasta olarak planlandı.

Bu çalışmada sürekli değişkenlerin normal dağılıma uygunluğunu değerlendirmek için Shapiro Wilk testi uygulandı. Normal dağılan değişkenler için eşleştirilmiş t testi ve tek yönlü ANOVA kullanıldı. Tüm demografik ve nicel veriler ortalama \pm standart sapma (ort \pm ss) olarak gösterildi. Eşleştirilmiş t testi gruplar içinde tedavi öncesi ve sonrası değişikliklerin, tek yönlü ANOVA testi ise çoklu değişkenler arasındaki farklılığın değerlendirilmesinde kullanıldı. ANOVA testinde anlamlı değişiklik olması durumunda, gruplar arasındaki farklılıklar Tukey testi ile değerlendirildi. Kategorik değişkenler arasındaki ilişki kıkare testi ile değerlendirildi ve değerler frekans ve yüzde şeklinde gösterildi. Verilerin analizi için IBM SPSS Statistics 20.0 (SPSS Inc., Chicago, Illinois) programı kullanıldı. İstatistiksel anlamlılık düzeyi $P < 0.05$ olarak alındı.

4. BULGULAR

Bu çalışmada Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Tıp Fakültesi Hastanesi Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon Anabilim Dalı polikliniğine başvuran, dahil edilme kriterlerini karşılayan ve çalışmayı kabul eden toplam 54 hasta (Grup 1=18 hasta, grup 2=18 hasta ve grup 3=18 hasta) değerlendirildi. Birinci gruba konvansiyonel egzersiz programı, ikinci gruba konvansiyonel egzersiz programına ek olarak sanal gerçeklik tedavisi ve üçüncü gruba yalnızca sanal gerçeklik tedavi programı uygulandı.

Çalışma 43 kadın (% 79,6) ve 11 erkek (% 20,4) ile gerçekleştirildi. Hastaların 3'ü (% 5,6) çalışan, 11'i (% 20,4) emekli ve 40'ı (% 74) ev hanımıydı. Eğitim durumları 5'i (% 9,3) okuryazar, 32'si (% 59,3) ilkokul, 1'i (% 1,8) ortaokul, 12'si (% 22,2) lise ve 4'ü (% 7,4) lisans şeklindeydi. Tedavi grupları arasında cinsiyet, meslek ve eğitim durumları bakımından istatistiksel anlamlı fark saptanmadı (Tablo 4. 1).

Hastaların yaşları 50 ile 75 yaş aralığındaydı ($60,83 \pm 6,06$). Kilo, boy ve VKİ ortalamaları sırasıyla $81,64 \pm 10,38$; $160,5 \pm 6,21$; $31,69 \pm 3,6$ kg/m² olarak belirlendi. Çalışmaya toplamda evre 2 olan 34 (63%) ve evre 3 olan 20 (37%) hasta alındı. VKİ, K-L evresi, diz fleksiyon ve ekstansiyon açıları ve etkilenen ekstremiteler bakımından gruplar arasında karşılaştırma yapıldığında istatistiksel anlamlı farklılık bulunmadı (Tablo 4.1).

Tablo 4. 1. Grupların demografik ve klinik özellikleri.

	Grup 1 (N=18)	Grup 2 (N=18)	Grup 3 (N=18)
Cinsiyet (Kadın/ Erkek)	14/4	14/4	15/3
Yaş (yıl)	$61,1 \pm 6,15$	$60,77 \pm 6,46$	$60,6 \pm 5,95$
Meslek			
Çalışan	0	1 (%5,6)	2 (%11,1)
Ev Hanımı	13 (%72,2)	13 (%72,2)	14 (%77,8)
Emekli)	5 (%27,8)	4 (%22,2)	2 (%11,1)
Vücut kitle indeksi (kg/cm ²)	$32,8 \pm 4,1$	$31,8 \pm 3,18$	$30,45 \pm 3,22$
K-L radyolojik evre 2/3	11/7	8/10	15/3
Etkilenen ekstremiteler (sağ/sol)	10/8	9/9	8/10
Fleksiyon açısı	$126,66 \pm 5,1$	$126,66 \pm 5,1$	$126,66 \pm 5,1$
Ekstansiyon açısı	0	0	0

Tablo 4.1. 'Devam' Grupların demografik ve klinik özellikleri.

Eğitim	Grup 1	Grup 2	Grup 3
okuryazar	1 (%5,6)	2 (%11,1)	2 (%11,1)
ilkokul	9 (%50)	13 (%72,2)	10 (%55,6)
ortaokul	1 (%5,6)	0	0
lise	6 (%33,4)	2 (%11,1)	4 (%22,2)
lisans	1 (%5,6)	1 (%5,6)	2 (%11,1)

Grup 1: Konvansiyonel tedavi uygulanan grup Grup 2: Konvansiyonel tedaviye ek olarak SG uygulanan grup Grup 3: SG uygulanan grup

VAS değerlerinin grup içinde karşılaştırılması

VAS ağrı skorları açısından ele alındığında, tedavi sonrasında her üç grupta başlangıca göre istatistiksel olarak ileri derecede anlamlı bir azalma saptandı ($p < 0,001$) (Tablo 4. 2).

Tablo 4. 2. VAS değerlerinin karşılaştırılması

	Grup 1 (N=18)	Grup 2 (N=18)	Grup 3 (N=18)
VAS hareket	6,1 ± 0,96	6,4 ± 1,24	6,27 ± 0,95
Tedavi öncesi	2,38 ± 1,57*	2,6 ± 1,57*	4,38 ± 1,33*
Tedavi sonrası			
VAS istirahat	6,05 ± 1,21	6,05 ± 1,21	5,88 ± 1,18
Tedavi öncesi	2,1 ± 1,81*	1,5 ± 1,5*	3,66 ± 1,18*
Tedavi sonrası			

* $p < 0,001$

Berg Denge Ölçeği ve düşme riskinin grup içinde karşılaştırılması

Tedavi sonrası saptanan veriler, düşme riski açısından grup içi değerlendirmede istatistiksel öneme sahip bir değişiklik olmadığını gösterdi. Berg denge ölçeğinde ise her üç grupta da tedavi öncesine göre istatistiksel olarak anlamlı düzeltilmeler olduğu saptandı ($p < 0,05$) (Tablo 4. 3).

Tablo 4. 3. BDÖ ve Düşme riskinin karşılaştırılması

	Grup 1 (N=18)	Grup 2 (N=18)	Grup 3 (N=18)
Düşme riski			
Tedavi öncesi	42,3 ± 27,39	46,4 ± 19,4	55,56 ± 19,69
Tedavi sonrası	38,77 ± 24,6	42,3 ± 21,3	49,67 ± 4,78
BDÖ			
Tedavi öncesi	50,6 ± 3,29	49,5 ± 2,7	50,5 ± 1,79
Tedavi sonrası	53,3 ± 2,47*	52,7 ± 2,1 [†]	52,16 ± 2,6 [†]

* $p < 0,001$ [†] $p=0,001$ [‡] $p=0,002$

WOMAC değerlerinin grup içinde karşılaştırılması

Tedavi öncesinde ağrı, tutukluk ve fiziksel fonksiyon değerleri gruplar arasında benzerdi. Tedavi sonrası analizler, üç grupta da WOMAC skorlarında tedavi öncesine göre anlamlı bir düzelme olduğunu ortaya koydu ($p < 0.01$) (Tablo 4.4).

Tablo 4. 4 WOMAC değerlerinin karşılaştırılması

	Grup 1 (N=18)	Grup 2 (N=18)	Grup 3 (N=18)
WOMAC ağrı			
Tedavi öncesi	10,3 ± 1,81	10,3 ± 1,8	10,66 ± 1,57
Tedavi sonrası	4,6 ± 2,4*	3,7 ± 2,1*	6,8 ± 1,75*
WOMAC tutukluk			
Tedavi öncesi	4,7 ± 1,07	3,9 ± 1,1	3,77 ± 1,35
Tedavi sonrası	3,4 ± 1,14*	2,3 ± 1,2*	2,77 ± 1,2*
WOMAC fonksiyon			
Tedavi öncesi	49,07 ± 6,4	47,3 ± 7,3	50,1 ± 8,2
Tedavi sonrası	28,3 ± 7,8*	23,4 ± 13,4*	41,7 ± 9,4*
WOMAC toplam			
Tedavi öncesi	65,04 ± 6,9	61,9 ± 7,9	65,2 ± 9,2
Tedavi sonrası	35,57 ± 7,79*	29,7 ± 15,4*	51,78 ± 11*

* $p < 0,01$

Yürüme parametlerinin tedavi öncesi ve sonrasında grup içi karşılaştırılması

Grup içi tedavi öncesi-sonrası karşılaştırmada Tablo 4.5'te de görüldüğü gibi konvansiyonel ve SG tedavisini birlikte alan 2. grupta yürüme hızında daha fazla iyileşme gözlemlendi ($p < 0,05$). Tek adım uzunluğu, çift adım uzunluğu ve kadans

değerlerinde ise yalnızca konvansiyonel tedavi alan grupta istatistiksel olarak anlamlı değişiklik saptandı ($p<0,05$) (Tablo 4. 5).

Tablo 4. 5. Yürüme parametrelerinin karşılaştırılması.

	Grup 1 (N=18)	Grup 2 (N=18)	Grup 3 (N=18)
Yürüme hızı			
Tedavi öncesi	0,83 ± 0,017	0,81 ± 0,054	0,829 ± 0,005
Tedavi sonrası	0,83 ± 0,003	0,83 ± 0,27**	0,83 ± 0,005
Tek adım uzunluğu			
Tedavi öncesi	49,6 ± 6,03	48,64 ± 5,8	52,08 ± 4,2
Tedavi sonrası	53,56 ± 5,19*	49,1 ± 4,7	51,1 ± 4,64
Çift adım uzunluğu			
Tedavi öncesi	100, 6 ± 11,99	98, 07 ± 10,64	104,9 ± 8,9
Tedavi sonrası	107,18 ± 9,32 [‡]	98,23 ± 8,85	101,8 ± 9,09
Kadans			
Tedavi öncesi	99,16 ± 9,16	99, 76 ± 8,8	97,6 ± 8,5
Tedavi sonrası	94,01 ± 8,17 [†]	101, 8 ± 8,1	99,5 ± 10,7

* $p=0,01$, [‡] $p=0,03$, [†] $p= 0,013$, ** $p=0,039$

Gruplar Arası Karşılaştırma

Gruplar arası VAS skorları karşılaştırıldığında; 1 ve 3. grup arasında 1. grup lehine ($p<0,05$), 2 ve 3. grup arasında ise 2. grup lehine ($p<0,05$) istatistiksel olarak anlamlı değişiklikler belirledik. WOMAC ağrı, fiziksel fonksiyon ve toplam WOMAC skorları 1 ve 3. grup arasında, 1. grup lehine istatistiksel olarak anlamlıydı (WOMAC ağrı skoru $p< 0.001$, WOMAC fiziksel fonksiyon skoru $p<0.05$ ve toplam WOMAC skoru $p<0.001$). Benzer şekilde 2. ve 3. gruplar arasında da 2. grup lehine anlamlı değişiklikler bulduk (WOMAC ağrı, $p<0.001$; WOMAC fiziksel fonksiyon, $p<0.05$; toplam WOMAC skoru, $p<0.001$). WOMAC tutukluk alt kategorisinde ise sadece 1 ve 2. grup arasında 1. grup lehine olmak üzere anlamlı bir farklılık mevcuttu ($p<0,05$). Gruplar arası karşılaştırmada tek adım uzunluğunda, çift adım uzunluğunda ve kadans değerlerinde 1 ve 2. grup arasında yine 1. grup lehine istatistiksel anlamlı değişiklik mevcuttu ($p<0,05$) (Tablo 4.6). Düşme riski, BDÖ ve yürüme hızında ise anlamlı değişiklik görülmedi.

Tablo 4. 6 Gruplararası VAS, WOMAC ve yürüme parametrelerinin karşılaştırılması.

	Tedavi öncesi				Tedavi sonrası				** Çoklu karşılaştırma
	Grup 1	Grup 2	Grup 3	P* değeri	Grup 1	Grup 2	Grup 3	P* değeri	
VAS hareket	6,1 ± 0,96	6,4 ± 1,24	6,27 ±0,95	0,546	2,38 ± 1,57	2,6 ±1,57	4,38 ±1,33	0,01 0,02	1-2 1-3
VAS istirahat	6,05 ± 1,21	6,05 ± 1,21	5,88 ±1,18	0,891	2,1 ± 1,81	1,5 ± 1,5	3,66 ±1,18	0,01 0,02	1-2 1-3
WOMAC ağrı	10,3 ± 1,81	10,3 ± 1,8	10,66 ±1,57	0,807	4,6 ± 2,4	3,7 ± 2,1	6,8 ±1,75	<0,001	1-3 2-3
WOMAC tutukluk	4,7 ± 1,07	3,9 ± 1,1	3,77 ± 1,35	0,047	3,4 ± 1,14	2,3 ± 1,2	2,77 ± 1,2	0,026	1-2
WOMAC fonksiyon	49,07 ± 6,4	47,3 ± 7,3	50,1 ± 8,2	0,508	28,3 ± 7,8	23,4 ±13,4	41,7 ± 9,4	0,03	1-3 2-3
WOMAC toplam	65,04 ± 6,9	61,9 ± 7,9	65,2 ± 9,2	0,401	35,57 ± 7,79	29,7 ±15,4	51,78 ± 11	<0,001	1-3 2-3
Tek adım uzunluğu	49,6 ± 6,03	48,64 ± 5,8	52,08 ± 4,2	0,156	53,56 ± 5,19	49,1 ± 4,7	51,1 ±4,64	0,029	1-2
Çift adım uzunluğu	100,6 ± 11,99	98,07 ± 10,64	104,9 ± 8,9	0,158	107,18 ±9,32	98,23 ±8,85	101,8 ±9,09	0,017	1-2
Kadans	99,16 ± 9,16	99,76 ± 8,8	97,6 ± 8,5	0,766	94,01 ± 8,17	101,8 ± 8,1	99,5 ±10,7	0,038	1-2

* $p < 0,05$ tek yönlü ANOVA testi **Tukey testi

5. TARTIŞMA

Primer diz OA tanısı almış hastalara uygulanan konvansiyonel egzersizlerin, konvansiyonel tedavi ile birlikte uygulanan SG tedavisinin ve yalnızca SG tedavisinin; ağrı, düşme riski, denge ve yürüme parametrelerindeki etkinliğini değerlendirmeyi hedeflediğimiz bu çalışmada, her üç tedavi grubunda da uygulanan tedavi sonrasında VAS (istirahat ve hareket), WOMAC (ağrı, tutukluk, fiziksel fonksiyon ve toplam) ve BDÖ değerlerinde iyileşme görüldü. Çalışmamızın sonuçları her üç tedavi uygulamasının da diz OA'lı hastalarda etkili olduğunu gösterdi. Konvansiyonel egzersizler ve konvansiyonel egzersiz ile birlikte uygulanan SG tedavisinin WOMAC ve VAS değerlerinde sağladığı iyileşme, yalnızca SG tedavisine göre daha etkin bulundu. Konvansiyonel egzersiz ve SG tedavisini birlikte alan hasta grubunda yürüme hızında saptanan iyileşme, gruplar arasında anlamlı değildi. Konvansiyonel egzersiz grubunda tek adım uzunluğu, çift adım uzunluğu ve kadans verilerinde anlamlı artış belirlendi.

1990-2017 yıllarını kapsayan sistematik analiz verilerine göre semptomatik bir diz OA'sı özellikle 55-59 yaş aralığında pik yapmakta ve kadınlarda daha çok görülmektedir (7). Çalışmamıza katılan hastaların özellikleri her üç tedavi grubunda da bu demografik verilerle benzerlik göstermiştir. Katılımcıların yaş ortalamaları $60,83 \pm 6,06$ olarak belirlenmiştir ve popülasyonun büyük kısmını kadınlar (%79,6) oluşturmuştur.

Mesleki faktörlerden, ağır fiziksel iş yükü, diz bükme ve çömelmeyi içeren aktivitelerin biyomekanik strese yol açarak risk artışına neden olabileceği belirtilmiştir (84). Yapılan bir çalışmada ağır kaldırma, diz çökme veya merdiven çıkma gibi mesleki gereklilikleri yerine getiren ve ortalama yaşı 55 olan işçilerde risk artışının 5 kattan daha fazla olduğu bildirilmiştir (85). Japon kadınlarla yapılmış olan bir vaka-kontrol çalışmasının sonuçlarına göre hareketin sınırlı olduğu çalışma şekli OA gelişiminde azalma ile ilişkilendirilmişken, toplam çalışma yılının fazlalığı ise hafif artmış risk faktörü olarak değerlendirilmiştir (86). Bir başka çalışmada çiftçilikle uğraşan kadınlarda risk artışında eğilim görülmesine rağmen istatistiksel anlamlılık saptanmamıştır (87). Çalışmamıza katılan hastaların meslek gruplarına baktığımızda çoğunluğun ev hanımlarından (40 hasta, % 74) oluştuğu gözlemlendi. Bu nedenle, meslek ilişkili etkenlerin ağrı, düşme riski ve yürüme parametreleri üzerindeki etkilerinin

değerlendirilebilmesi bakımından gereken gruplar sağlanamamıştır. Ayrıca ev hanımı oranının fazla olmasının nedeni, bu kadınların çalışanlara göre hastaneye daha rahat gidebilmeleri ve buna bağlı olarak tedaviye katılımının daha fazla olması olabilir.

Obezite farklı mekanizmalarla risk faktörü oluşturabilir. Ekleme binen yük miktarında artma, kas gücündeki azalma, eklem stabilitesinde ve diziliminde bozulma gibi nedenlere bağlı olarak OA gelişimine katkıda bulunmaktadır (88). Kaya ve arkadaşlarının kadınlarda tibiofemoral eklem OA'sı ve olası risk faktörleri arasındaki ilişkiyi değerlendirdikleri çalışmada, VKİ'nin belirgin bir risk faktörü olduğu sonucuna varmışlardır (89). Altındağ ve arkadaşları ise kadın cinsiyet, obezite ve düşük eğitim düzeyinin, ağrı ve fonksiyon kaybı üzerinde olumsuz etkilerini göstermişlerdir (90). Bizim çalışmamıza katılan hastaların ortalama VKİ'si $31,69 \pm 3,6 \text{ kg/m}^2$ ile normal değerlerin üzerinde bulunmuştur. Eğitim düzeylerine baktığımızda toplamda 5 hastanın (%9,2) okur-yazar olduğu ve 32 hastanın (%59,2) ilkokul mezunu olduğu görüldü. Bahsettiğimiz bu demografik veriler yapılan çalışmalarla benzer bulunmuştur.

Radyolojik olarak OA şiddetinin belirlenmesinde en sık kullanılan skala, Kellgren ve Lawrence evrelemesidir ve genel olarak K-L evre 2 veya 3 olan hastalar çalışmalara dahil edilmektedir (60, 91). Biz de bu çalışmada değerlendirme ve dahil edilme kriterlerinde K-L evrelemesini kullandık ve evre 2 veya 3 olan hastaları çalışmaya dahil ettik.

En sık görülen kronik eklem hastalığı olan OA'da, egzersiz tedavisi çok önemli bir yer tutar. Kılavuzlarda eklem hareket açıklığı egzersizleri, aerobik egzersizler, güçlendirme egzersizleri ve propriyoseptif egzersizler güçlü bir şekilde tavsiye edilmektedir (10-12). Teknolojideki gelişmelerle birlikte rehabilitasyon programlarına sanal gerçeklik uygulamaları gibi bilgisayar destekli sistemler dahil edilmeye başlanmıştır. Sanal gerçeklik uygulamalarının diz OA üzerindeki olası yararlı etkileri günümüzde halen netlik kazanmamıştır ve literatürde diz OA'lı hastalarda farklı SG sistemleri ile yapılmış kısıtlı sayıda çalışma bulunmaktadır (18-20).

Sanal gerçeklik uygulamalarında tedavi seanslarının ne sıklıkta ve ne sürede uygulanması gerektiği hakkında net bir fikir birliği yoktur. Diz OA tanısı almış yaşlı kadın hastalarda interaktif sanal gerçeklik oyunlarının dinamik denge üzerindeki

tedavi etkinliğinin araştırıldığı bir çalışmada, haftada 3 gün olacak şekilde toplam 18 seans egzersiz programı uygulanmış ve en az 15 seansını tamamlayan toplamda 40 hasta çalışmaya dahil edilmiştir (18). Elshazly ve ark.nın yapmış oldukları çalışmada 40-65 yaş aralığındaki 60 hasta haftada 3 gün olacak şekilde toplamda 24 seans tedavi almıştır (20). Lin ve arkadaşlarının aktif video oyunları kullanarak yaptıkları çalışmada ise 80 hasta haftada 3 gün, toplam 4 hafta ve 12 seans tedaviye alınmıştır (19). Biz de daha önce yapılan çalışmalara benzer şekilde 54 hastayı çalışmamıza dahil ettik ve her bir gruba toplamda 15 seans tedavi uyguladık.

Osteoartritli hastalarda ağrının yanısıra fonksiyon kayıpları, kas gücü kaybı ve kas atrofisi, kondisyon kaybı, egzersiz intoleransı ve ambulasyonda bozulma gözlenebilir. Tüm bu semptomlara ek olarak vücut denge mekanizması etkilenerek postüral denge ile ilişkili sorunlara neden olur. Sonuç olarak hastaların düşme riskinde artış görülür. Bu hastaların fonksiyonel aktivitelerinde de belirgin etkilenme olduğu için yaşam kalitesinde azalma meydana gelir. Uzun bir semptomsuz dönemi takiben, diz ekleminde ağrı ortaya çıkar ve zamanla bu ağrı istirahat sırasında bile belirgin bir hal alır. Bu da diz OA'sını önemli bir engellilik nedeni haline getirerek kişilerin günlük yaşam aktivitelerini ciddi oranda etkilemektedir (8, 9). Osteoartritli bireylerdeki düşme riski, sağlıklı popülasyona göre daha fazladır. Fleksör ve ekstansör kas gücündeki azalma düşme riski ile ilişkili bulunmuştur. Semptomların tedavisinde kas güçlendirmenin önemi detaylı şekilde araştırılmasına rağmen, düşme riski üzerindeki etkisi belirsizliğini korumaktadır. Bu durum, somatosensoryal ve nöromusküler duyuusal bilginin bozulmuş entegrasyonuna bağlanabilir. (70, 71). Sanal gerçeklik etkileşimli oyunların diz OA'lı yaşlı kadınlarda denge üzerine etkisinin değerlendirildiği, SG tedavisi ve klasik egzersizlerin karşılaştırıldığı bir çalışmada hastaların tedavi sonrası dengeleri postüral salınımla değerlendirilmiş ve her iki tedavi grubunda da dengede iyileşme sağlanmakla beraber SG tedavisi alanlarda iyileşmenin daha belirgin olduğu görülmüştür (18). Sanal gerçeklik tedavisi ilgi çekici ve etkileşim sağlayan bir çevre oluşturarak hastalarda motivasyonu artırmaktadır. Rehabilitasyondaki bu yeni teknolojilerin, özellikle OA rehabilitasyonundaki varsayımsal avantajları ise henüz doğrulanmamıştır (13-15). Çalışmamızda bu varsayımsal avantajları değerlendirmeyi amaçladık. Ancak, her üç tedavi grubunda da tedavi sonrasında hastalarda düşme risk skorlarında anlamlı bir farklılık saptamadık.

Bu durum hastaları tedavi sonrası tek bir zaman noktasında değerlendirmemiz ve uzun dönem izlemlerini yapmamış olmamızla ilgili olabilir.

Levinger ve ark. nın 60-90 yaş arası diz OA'lı hastalarda dirençli egzersizlerle birlikte denge egzersizlerinin, sadece dirençli egzersizlerin uygulandığı (8 haftalık tedavi) ve kontrol grubundan oluşan 3 gruplu pilot çalışmalarında her iki egzersiz grubunda da kontrol grubuna göre WOMAC ağrı, tutukluk ve fiziksel fonksiyon skorlarında iyileşme görülmüştür (92). Konvansiyonel egzersizler ile SG tedavisini (Nintendo Wii Fit ile) karşılaştıran Wibelinger ve ark.nın yaptıkları çalışma sonucunda, WOMAC tutukluk ve BDÖ skorlarında SG lehine anlamlı değişiklik gösterilmiştir. WOMAC ağrı ve fiziksel fonksiyon skorlarında ise konvansiyonel egzersiz grubu lehine anlamlı azalma görülmüştür (93). Tek ekstremitte semptomu olan hastalarda duyuşal motor eğitim ve sanal gerçeklik tedavisinin etkilerinin değerlendirildiği randomize kontrollü farklı bir çalışma sonucunda, hastalarda konvansiyonel egzersiz, sanal gerçeklik tedavisi ve duyuşal motor eğitim alan her üç tedavi grubunda da tedavi sonrası VAS skorlarında azalmaya bağılı olarak ağrıda anlamlı iyileşme görülmüştür. İyileşme yüzdesi olarak bakıldığında ise sanal tedavi grubunda diğere iki gruba göre daha fazla anlamlı iyileşme belirlenmiştir. Sanal gerçeklik tedavisi ile gerçekleşen ağrıdaki azalma ise Melzack ve Wall tarafından önerilen kapı kontrol teorisi ile açıklanmıştır. Bu teoriye göre; kişiler, ağrıya gösterdiği dikkat, acı ile ilişkili duygular ve geçmişteki ağrı deneyimi gibi faktörlere bağılı olarak uyarınları farklı algılayabilirler (94). Buna göre SG tedavisi ile dikkatin başka yere yönelmesi sağlanır ve ağrı algısını bu mekanizma üzerinden azalttığı varsayılır. Yine bu çalışmada, WOMAC toplam skorlarında her üç tedavi grubunda da anlamlı iyileşme görülmüştür. Bu üç grup kendi aralarında karşılaştırıldığında ise sanal gerçeklik tedavisi alan grupta, diğere iki gruba göre daha fazla iyileşme olduğu belirlenmiştir (20). Lin ve arkadaşlarının K-L evre 2 veya 3 diz OA'sı olan hastalar üzerinde gerçekleştirdikleri randomize kontrollü tek kör çalışmada, aktif video oyunları ile konvansiyonel tedavi etkinliği karşılaştırılmış ve her iki tedavi grubunda da WOMAC ağrı kategorisinde anlamlı azalma olduğu saptanmış ancak tedavi etkinliği açısından gruplar arasında anlamlı bir farklılık gösterilememiştir. Grup-zaman etkileşimine bakıldığında ise WOMAC tutukluk ve fiziksel fonksiyon değerlerinde tedavi gruplarının birbirlerine üstünlük göstermediği anlaşılmıştır.

Yöntem ve gereçle ilgili bazı farklılıklara rağmen elde ettiğimiz sonuçlar, bu çalışmalarla benzerlik göstermektedir. Buna göre, tedavi sonrasında her üç grupta da VAS ve WOMAC skorlarında anlamlı iyileşme sağlandı. Konvansiyonel tedavi ile kombine edilen SG tedavisi ve konvansiyonel egzersiz tedavisi alan grup, yalnızca SG tedavisi alan gruba göre daha fazla iyileşme gösterdi. Konvansiyonel egzersizle birlikte SG tedavisi alan grupta ise sadece konvansiyonel egzersiz uygulanan gruba göre istatistiksel anlamlı bir üstünlük gösterilemedi. Bununla birlikte, konvansiyonel tedavi ile kombine edilen SG tedavisinin daha anlamlı düzelme sağlaması bu uygulamanın alternatif bir yardımcı tedavi seçeneği olarak tercih edilmesini sağlayabilir. Ayrıca yalnızca SG tedavisi alan hastalarda ağrıda anlamlı azalma olması rehabilitasyon programında zaman ve iş gücünden tasarruf oluşturabilir. Ağrıdaki bu anlamlı azalmanın hastaların oluşturulan sanal ortamda dikkatlerinin oyunlara odaklanmasına, tedaviye daha çok katılımına ve motivasyon artırıcı etkisine bağlı geliştiği ileri sürülebilir.

Sanal gerçeklik oyunlarının, OA'lı hastalarda propriyosepsiyonu geliştirdiği düşünülmektedir. Yapılan fiziksel aktivite ve hareketlerle sağlanan görsel ve işitsel geribildirimlerin, denge üzerine pozitif etkiler oluşturduğu ve ayrıca katılımcıların aktif katılımında ve ilgilerinde artışa yol açtığı gözlenmiştir. OA hastalarında güvenle uygulanabilir bir tedavi olduğu düşünülmektedir (18). Çalışmamız boyunca hastalarda denge bozukluğu ve ağrı gibi herhangi bir şikayet gelişmemiştir. Oyunlar hastaların yoğun ilgiyle tedaviye aktif katılımını sağlamış ve tedavi seanslarına devamlılık açısından motive edici olmuştur.

Nintendo Wii Fit video oyunlarının etkinliğinin değerlendirildiği ve sınırlı sayıda yaşlı hastayı içeren pilot bir çalışmada, tedavi sonrası BDÖ skalasında anlamlı iyileşme görülmüştür (95). Yaşlı diz OA'lı kadınlarda Nintendo Wii Fit ile yapılan randomize kontrollü bir başka çalışmada da, sonuçlar SG lehine olacak şekilde BDÖ'de iyileşmeler gösterilmiştir (93). Lin Y.T ve arkadaşları terapötik egzersizlerle aktif video oyunlarını karşılaştırdıkları çalışmalarında, aktif video oyunlarının dinamik dengenin olumlu yönde gelişmesinde daha etkin olduğunu bulmuşlardır (19). Bir metaanaliz sonucuna göre toplum içinde yaşayan yaşlı bireylerde aktif video oyunlarının, terapötik konvansiyonel egzersizler ya da herhangi bir tedavi uygulanmayan gruba göre BDÖ skalasını iyileştirmede daha etkili olduğu bildirilmiştir

(96). Sanal gerçeklik tedavisinde ekrandaki hedefle katılımcıların etkileşimde bulunması gerekir. Hastaların daha yüksek skor elde edebilmeleri yönünde motive edici etkisiyle alt ekstremitelerini daha aktif kullanmalarını sağlar. Böylelikle dinamik denge, fiziksel fonksiyonel performans ve fiziksel sağlık için konvansiyonel terapötik egzersizlere göre daha iyi sonuçlar elde edilebilir (97). Etkileşimin sürekli aktif olduğu bu oyunlar sayesinde dopamin salınımında artış sağlanır. Dopaminerjik salınımın artması ise öğrenmeyi, davranışın pekiştirilmesini, dikkati ve sensorimotor entegrasyonu geliştirir. Tüm bu etkiler, tedavinin potansiyel olumlu etkisine kısmen katkıda bulunur (98). Bu olumlu etkilere rağmen, metaanaliz sonuçları sağlıklı yaşlı popülasyon baz alındığında konvansiyonel egzersizlerin aktif video oyunlarından daha etkin olduğunu desteklemektedir (99). Çalışmamız sonucunda her üç tedavi grubunda da dinamik ve statik dengeyi gösteren BDÖ skalasında iyileşme saptadık. Bununla birlikte, gruplar arasında üstünlük gösterilemedi. Bu durum SG tedavisinin dengeyi iyileştirme konusundaki varsayımsal etkileri üzerine kurduğumuz hipotezimize ters düşmekle birlikte, konvansiyonel egzersizlere yardımcı tedavi yöntemi olarak ve tek başına uygulamalarında ise dengeyi iyileştirici etkisi bakımından önemlidir.

Çalışmamızda yürüme döngüsünün zamansal parametrelerinden kadans ve yürüme hızı ile uzaysal parametrelerden tek ve çift adım uzunluklarındaki değişim tedavi sonrasında değerlendirilmiştir. Yu Chang ve arkadaşları bilateral medial diz OA'lı hastalarda yaptıkları çalışmada, 6 hafta süreli konvansiyonel bir egzersiz programı uygulamışlar ve bu tedavi sonrasında yürüme hızında ve adım uzunluğunda anlamlı farklılık saptamışlardır (100). Thorp ve arkadaşlarının yaptıkları çalışmada ise, yine medial diz OA'sı olan hastalara 4 hafta süreyle kas güçlendirici egzersiz programı uygulanmıştır. Ancak bu çalışmada hastaların yürüme hızlarında tedavi öncesine göre anlamlı artış saptanmamıştır (101). Wang ve arkadaşlarının çalışmasında kontrol grubundaki hastalara basit kuadriseps egzersizleri, tedavi grubundaki hastalara ise klasik egzersiz tedavisi uygulanmıştır. Çalışma sonucunda, tedavi grubundaki hastalarda adım uzunluğu ve kadansta artış gözlenmiştir. Bu iyileşme kontrol grubundakilere kıyasla istatistiksel olarak önemli ölçüde daha anlamlı bulunmuştur (102). Agmon ve ark.nın sınırlı sayıda örneklem grubuyla (7 katılımcı) oluşturdukları ve yaşlılarda Nintendo Wii Fit video oyunlarının etkinliğini

değerlendirdikleri çalışmalarında, hastalardan tedavi sonrasında 4 metrelik platformda olabildiğince hızlı yürüme hızları istenmiş ve sonuç olarak yürüme hızında artış saptanmıştır (95).

Lin ve ark. çok yakın tarihli prospektif, tek kör ve randomize kontrollü çalışmalarında aktif video oyunlarının konvansiyonel egzersizlere göre fiziksel fonksiyonel performans üzerindeki etkinliğini 10 metre yürüme süresi ile değerlendirmişlerdir. Çalışma sonucunda her iki tedavi grubunun da fiziksel fonksiyonel performans üzerinde etkili olduğu belirlenmiştir. Ancak, aktif video oyunları ile tedavi alan grup konvansiyonel egzersizlere göre daha fazla iyileşme göstermiştir. Bu durum aktif video oyunlarını alternatif tedavi haline getirebilir olarak değerlendirilmiştir (19). Literatür incelememize göre SG tedavisinin diz OA'sındaki etkinliğinin değerlendirildiği kısıtlı sayıda çalışma mevcuttur. Bu çalışmalardan yürüme parametrelerini değerlendirenler ise çok az sayıdadır. Yürümeyi değerlendirme yöntemlerinde ise bir standardizasyon bulunamamıştır. Çalışmamızdaki yürüme ilişkili kinematik verileri objektif olarak değerlendirebilmek amacıyla Optogait yürüme analiz sistemi ile verileri topladık. Tedavi sonrasında çalışma grupları içinde konvansiyonel tedavi ile birlikte verilen SG tedavisi alan hastalarda yürüme hızında anlamlı iyileşme sağlandı. Ancak, kombine tedavi alan grupta yürüme hızındaki artış daha fazla olmasına rağmen gruplar arası karşılaştırmada fark görülmedi. Konvansiyonel tedavi alan grup ise tedavi sonrasında tek adım uzunluğu, çift adım uzunluğu ve kadans değerlerinde anlamlı artış gösterdi. Gruplar arası karşılaştırma yapıldığında, konvansiyonel egzersiz tedavisi alan grupta bahsettiğimiz bu değerlerdeki anlamlı iyileşme konvansiyonel egzersizle birlikte SG tedavisi alan gruba göre daha üstün bulundu. Optogait analiz sistemindeki platform hızı manuel olarak ortalama hız olan 3 km/sa hızına ayarlandı ve veriler bu hızda toplandı (103). Çalışmamızın sonucunda uygulanan konvansiyonel egzersizlerin yürüme parametrelerindeki iyileştirici etkisinin SG tedavisine üstün olduğunu söyleyebiliriz. Bunun yanısıra çalışmamızda SG tedavisi ile birlikte kombine edilen egzersiz grubunda yürüme hızında anlamlı iyileşme belirlemiş olmamız SG tedavisini yardımcı tedavi yöntemi olarak gündeme getirebilir. Ayrıca, çalışmada hastaları yürütme platformunda normal yürüme hızında değerlendirmemiz ve yürüme

parametrelerini çoklu değişkenlerin etkiliyor olması bu sonuçlara ulaşmamıza neden olmuş olabilir.

Çalışmaya katılan hastaların tedaviye kör olmamaları, tedavi sonrası tek bir zaman noktasında değerlendirilmesi, uzun dönem takiplerinin olmaması, tedavi sürelerinin farklılığı ve çalışma örnekleminin küçük olması çalışmamızı kısıtlayan faktörlerdir. Hastalar gözetim altında tedaviye alındığından, gelişen teknolojiyle birlikte bu tedavi seçeneği eve uyarlanabilirliği konusunda gerçekliği yansıtmayabilir.

Biz bu çalışmayı kısıtlı sayıda örneklem grubuyla ve sadece tedavi sonrası olmak üzere tek bir zaman noktasında değerlendirdik. Sanal gerçeklik tedavisinin OA hastalarındaki muhtemel iyileştirici etkileri halen netlik kazanmamıştır. Bu çalışma BTs Nirvana SG sistemi kullanılarak diz OA'lı hastalardaki düşme riski, denge, ağrı ve yürüme parametrelerinin değerlendirildiği ilk çalışmadır. Çalışmamızı planlarken temel hedefimiz bu parametrelerde konvansiyonel gruba kıyasla daha fazla iyileşme olup olmadığını araştırmaktı. Ancak, çalışma sonucumuzda SG tedavisinin konvansiyonel tedaviye üstünlüğü gösterilememiştir. Bu konuda daha fazla örneklem grubuyla ve daha uzun vadede değerlendirmeyi hedefleyen ileri çalışmalara ihtiyaç vardır.

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu randomize kontrollü tek kör çalışmada, primer diz osteoartrit tanısı alan 40-75 yaş arasındaki hastalar üç gruba ayrıldı. Birinci gruba konvansiyonel egzersizler, ikinci gruba konvansiyonel egzersizlerle birlikte SG tedavisi ve üçüncü gruba yalnızca SG tedavisi uygulandı. Tedavi sonrasında grup içi ve gruplar arası karşılaştırmalar yapıldı. Uygulanan tedavilerin klinik değerlendirmesi VAS (istirahat ve hareket), WOMAC (ağrı, tutukluk, fiziksel fonksiyon ve toplam), düşme riski, BDÖ ve yürüme parametreleri (yürüme hızı, tek adım uzunluğu, çift adım uzunluğu ve kadans) ile yapıldı. Çalışmamızın sonuçlarına göre,

- 1) Konvansiyonel egzersiz grubunda tedavi sonrasında VAS ve WOMAC skorlarının tüm değerlerinde, BDÖ'de ve yürüme parametrelerinden tek adım uzunluğu, çift adım uzunluğu ve kadans değerlerinde iyileşme saptandı. Düşme riski ve yürüme hızında değişiklik gözlenmedi.
- 2) Konvansiyonel egzersizle birlikte SG tedavisi alan grupta ise tedavi sonrasında VAS ve WOMAC skorlarının tüm değerlerinde, BDÖ'de ve yürüme hızında iyileşme saptandı. Düşme riski, tek adım uzunluğu, çift adım uzunluğu ve kadans değerlerinde farklılık gözlenmedi.
- 3) Yalnızca SG tedavisi alan grupta tedavi sonrasında VAS ve WOMAC tüm değerlerinde ve BDÖ'de anlamlı değişiklik saptandı.
- 4) Tedavi sonrası tüm gruplar karşılaştırıldığında VAS ve WOMAC tüm parametrelerinde konvansiyonel tedavi ile konvansiyonel tedaviyle birlikte SG tedavisi alan grupta yalnızca SG tedavisi alan gruba göre anlamlı farklılık bulunmuştur. Konvansiyonel tedavi alan grupta yürüme parametrelerinden tek adım uzunluğu, çift adım uzunluğu ve kadans değerlerinde konvansiyonel tedaviyle birlikte SG tedavisi alan gruba kıyasla anlamlı değişiklik gözlenmiştir.

O Bununla birlikte görece yeni bir tedavi seçeneği olan SG tedavisinin OA tedavisindeki yeri ve uygulanabilirliği net değildir. Bunun için daha geniş örneklemelerle ve daha uzun süre uygulanabilen çalışmalara ihtiyaç vardır. Çalışmamızın bu yönüyle gelecek çalışmalara örnek teşkil edeceği düşüncesindeyiz.

KAYNAKLAR

1. Safiri S, Kolahi A-A, Smith E, Hill C, Bettampadi D, Mansournia MA, et al. Global, regional and national burden of osteoarthritis 1990-2017: a systematic analysis of the global burden of disease study 2017. *Ann Rheum Dis.* 2020; 79(6): 819-28.
2. McAlindon T, Dieppe P. Osteoarthritis: definitions and criteria. *Ann Rheum Dis.* 1989; 48(7): 531.
3. Organization World Health. Chronic diseases and health promotion. [homepage on the Internet]. No date [cited 2021] Available from: <https://www.who.int/chp/topics/rheumatic/en/>.
4. Felson DT. Developments in the clinical understanding of osteoarthritis. *Arthritis Res Ther.* 2009; 11(1): 1-11.
5. Benjamin M, McGonagle D. Histopathologic changes at “synovio–enthesal complexes” suggesting a novel mechanism for synovitis in osteoarthritis and spondylarthritis. *Arthritis Rheum.* 2007; 56(11): 3601-9.
6. Ahmed AF. Effect of sensorimotor training on balance in elderly patients with knee osteoarthritis. *J Adv Res.* 2011; 2(4): 305-11.
7. Safiri S, Kolahi A-A, Smith E, Hill C, Bettampadi D, Mansournia MA, et al. Global, regional and national burden of osteoarthritis 1990-2017: a systematic analysis of the global burden of disease study 2017. *Ann Rheum Dis.* 2020; 79(6):819-28.
8. Smith TO, Higson E, Pearson M, Mansfield M. Is there an increased risk of falls and fractures in people with early diagnosed hip and knee osteoarthritis? Data from the osteoarthritis initiative. *Int J Rheum Dis.* 2018; 21(6): 1193-201.
9. Özçakır Ş. Diz osteoartriti. *Turkiye Klinikleri J PM&R-Special Topics.* 2018;11(3): 32-8.
10. Tuncer T, Cay FH, Altan L, Gurer G, Kacar C, Ozcakir S, et al. 2017 update of the Turkish league against rheumatism evidence-based recommendations for the management of knee osteoarthritis. *Rheumatol Int.* 2018; 38(8): 1315-31.

11. Fernandes L, Hagen KB, Bijlsma JW, Andreassen O, Christensen P, Conaghan PG, et al. EULAR recommendations for the non-pharmacological core management of hip and knee osteoarthritis. *Ann Rheum Dis.* 2013; 72(7): 1125-35.
12. Hochberg MC, Altman RD, April KT, Benkhalti M, Guyatt G, McGowan J, et al. American College of Rheumatology 2012 recommendations for the use of nonpharmacologic and pharmacologic therapies in osteoarthritis of the hand, hip, and knee. *Arthritis Care Res.* 2012; 64(4): 465-74.
13. Laver K, Ratcliffe J, George S, Burgess L, Crotty M. Is the Nintendo Wii Fit really acceptable to older people?: a discrete choice experiment. *BMC Geriatr.* 2011; 11(1): 1-6.
14. Byra J, Czernicki K. The Effectiveness of virtual reality rehabilitation in patients with knee and hip osteoarthritis. *J Clin Med.* 2020; 9(8): 2639.
15. Gianola S, Stucovitz E, Castellini G, Mascali M, Vanni F, Tramacere I, et al. Effects of early virtual reality-based rehabilitation in patients with total knee arthroplasty: a randomized controlled trial. *Medicine.* 2020; 99(7): e19136.
16. Rendon AA, Lohman EB, Thorpe D, Johnson EG, Medina E, Bradley B. The effect of virtual reality gaming on dynamic balance in older adults. *Age Ageing.* 2012; 41(4): 549-52.
17. Nirvana B. [homepage on the Internet]. c2021 [cited 2021]. Available from: <https://www.btsbioengineering.com/nirvana/>.
18. Wi S-y, Kang J-h. The effects of virtual reality interactive games on the balance ability of elderly women with knee osteoarthritis. *J Korean Soc Phys Med.* 2012; 7(3): 387-93.
19. Lin Y-T, Lee W-C, Hsieh R-L. Active video games for knee osteoarthritis improve mobility but not WOMAC score: a randomized controlled trial. *Ann Phys Rehabil Med.* 2020; 63(6): 458-65.

20. Elshazly FAA, Nambi GS, Elnegamy TE. Comparative study on virtual reality training (VRT) over sensory motor training (SMT) in unilateral chronic osteoarthritis—A randomized control trial. *Int J Med Res Health Sci.* 2016; 5: 7-16.
21. Oatis CA. *Kinesiology: the mechanics and pathomechanics of human movement.* 3rd ed. Pennsylvania: Lippincott Williams & Wilkins; 2009.
22. Karataş M. Denge ve Koordinasyon. İç: Akman N, Karataş M, editörler. *Temel ve uygulanan kinezyoloji.* Ankara: Haberal Eğitim Vakfı; 2003; s. 281-288.
23. Gözübüyük ÖB, Coşkun O, Bayraktar B. Dizin anatomisi ve biyomekaniği. *Türkiye Klinikleri J Sports Med- Special Topics.* 2018;4(1): 1-8.
24. Bircan Ç. Diz biyomekaniği. *Türkiye Klinikleri J PM&R-Special Topics.* 2018;11(3):1-7.
25. Aga YT. Diz: fonksiyonel anatomi ve biyomekanik. İç: Akalın E, Şendur ÖF, Gülbahar S, editörler. *Ortopedik Rehabilitasyon El Kitabı.* İstanbul: Akademi Yayınevi; 2016. s. 427-46.
26. Standring S, Ellis H, Healy JC, Johnson D, Williams A, editors. *Gray's Anatomy The Anatomical Basis of Clinical Practice.* 39th edition. New York : Elsevier Churchill Livingstone; 2005.
27. Netter FH. *Atlas of Human Anatomy: Latin Terminology.* 7th edition. Philadelphia: Elsevier Health Sciences; 2018.
28. Esmer AF, Başarır K, Binnet M. Diz ekleminin cerrahi anatomisi. *TOTBİD Dergisi.* 2011; 10(1): 38-44.
29. Doral MN, Dönmez G, Atay ÖA, Bozkurt M, Leblebicioğlu G, Üzümcügil A, ve ark. Dejeneratif eklem hastalıkları. *TOTBİD dergisi.* 2007; 6: 56-65.
30. Işık Ç, Bozkurt M. Diz biyomekaniği ve kinezyolojisi. *Türkiye Klinikleri Orthop Traumatol- Special Topics.* 2016; 9(3): 7-12.
31. Knoop J, Steultjens M, Van der Leeden M, Van der Esch M, Thorstensson C, Roorda L, et al. Proprioception in knee osteoarthritis: a narrative review. *Osteoarthritis Cartilage.* 2011; 19(4): 381-8.

32. Ergen E, Ulkar B. Proprioception and coordination. Pioli S, editor. *Clinical Sports Medicine*. New York: Saunders Elsevier; 2007. p. 237-55.
33. Sayaca C, Kocabey Y, Cicek EI. Osteoarthritis and proprioception. In: Kaya D, Yosmaoglu B, Doral MN, editors. *Proprioception in orthopaedics, sports medicine and rehabilitation*. Springer; 2018; p.175-188.
34. Bannuru RR, Osani M, Vaysbrot E, Arden N, Bennell K, Bierma-Zeinstra S, et al. OARSI guidelines for the non-surgical management of knee, hip, and polyarticular osteoarthritis. *Osteoarthritis Cartilage*. 2019; 27(11):1578-89.
35. 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*. 2020; 72(2): 220-33.
36. 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*. 2020; 29: 100587.
37. Fosang AJ, Neame PJ, Last K, Hardingham TE, Murphy G, Hamilton JA. The interglobular domain of cartilage aggrecan is cleaved by PUMP, gelatinases, and cathepsin B. *Biochem J*. 1992; 267(27): 19470-4.
38. Goldring MB, Otero M, Plumb DA, Dragomir C, Favero M, El Hachem K, et al. Roles of inflammatory and anabolic cytokines in cartilage metabolism: signals and multiple effectors converge upon MMP-13 regulation in osteoarthritis. *Eur Cell Mater*. 2011; 21: 202.
39. Sohn DH, Sokolove J, Sharpe O, Erhart JC, Chandra PE, Lahey LJ, et al. Plasma proteins present in osteoarthritic synovial fluid can stimulate cytokine production via Toll-like receptor 4. *Arthritis Res Ther*. 2012; 14(1): 1-13.
40. Troeberg L, Nagase H. Proteases involved in cartilage matrix degradation in osteoarthritis. *Biochim Biophys Acta*. 2012;1824(1):133-45.
41. Felson DT, Lawrence RC, Dieppe PA, Hirsch R, Helmick CG, Jordan JM, et al. Osteoarthritis: new insights. Part 1: the disease and its risk factors. *Ann Intern Med*. 2000; 133(8): 635-46.

42. Zhang Y, Jordan JM. Epidemiology of osteoarthritis. *Clin Geriatr Med.* 2010; 26(3): 355-69.
43. Srikanth VK, Fryer JL, Zhai G, Winzenberg TM, Hosmer D, Jones G. A meta-analysis of sex differences prevalence, incidence and severity of osteoarthritis. *Osteoarthritis Cartilage.* 2005; 13(9): 769-81.
44. Wluka AE, Cicuttini FM, Spector TD. Menopause, oestrogens and arthritis. *Maturitas.* 2000; 35(3): 183-99.
45. Spector TD, MacGregor AJ. Risk factors for osteoarthritis: genetics. *Osteoarthritis Cartilage.* 2004; 12: 39-44.
46. Garfinkel RJ, Dilisio MF, Agrawal DK. Vitamin D and its effects on articular cartilage and osteoarthritis. *Orthop J Sports Med.* 2017; 5(6): 1-8.
47. Diao N, Yang B, Yu F. Effect of vitamin D supplementation on knee osteoarthritis: a systematic review and meta-analysis of randomized clinical trials. *Clin Biochem.* 2017; 50(18): 1312-6.
48. El-Brashy AS, El-Tanawy RM, Hassan WA, Shaban HM, Bhnasawy MM. Potential role of vitamin K in radiological progression of early knee osteoarthritis patients. *Egypt Rheumatol.* 2016; 38(3): 217-23.
49. Mobasher A, Goldring MB, Loeser RF. Cartilage and Chondrocytes. In: Firestein GS, Budd RC, Gabriel SE, McInnes IB, O'Dell J, eds. *Firestein & Kelley's Textbook of Rheumatology.* 11th ed. Canada: Elsevier, 2020; p. 34-59.
50. Kılıç G, Akıncı A. Osteoartritte etyopatogenez. *Turkiye Klinikleri J PM&R-Special Topics.* 2020; 13(1): 9-15.
51. Coggon D, Croft P, Kellingray S, Barrett D, McLaren M, Cooper C. Occupational physical activities and osteoarthritis of the knee. *Arthritis Rheum.* 2000; 43(7): 1443-9.
52. Spector TD, Harris PA, Hart DJ, Cicuttini FM, Nandra D, Etherington J, et al. Risk of osteoarthritis associated with long-term weight-bearing sports: a radiologic survey of the hips and knees in female ex-athletes and population controls. *Arthritis Rheum.* 1996; 39(6): 988-95.

53. Slemenda C, Brandt KD, Heilman DK, Mazzuca S, Braunstein EM, Katz BP, et al. Quadriceps weakness and osteoarthritis of the knee. *Ann Intern Med.* 1997; 127(2): 97-104.
54. 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; 29(8): 1039-49.
55. Aydemir S, Çeliker R. Osteoartrit: Klinik bulgular ve muayene. *Türkiye Klinikleri J PM&R-Special Topics.* 2020; 13(1): 33-9.
56. Atay MB. Osteoartrit. İç: Beyazova M, Kutsal YG, editörler. *Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon.* 2.baskı. Ankara: Güneş tıp kitabevleri ; 2011; s. 2533-2560.
57. Zhang W, Doherty M, Peat G, Bierma-Zeinstra M, Arden N, Bresnihan B, et al. EULAR evidence-based recommendations for the diagnosis of knee osteoarthritis. *Ann Rheum Dis.* 2010; 69(3): 483-9.
58. *Osteoarthritis: care and managements in adults.* London: National Clinical Guideline Centre; 2014.
59. Hayashi D, Roemer FW, Guermazi A. Imaging for osteoarthritis. *Ann Phys Rehabil Med.* 2016; 59(3): 161-9.
60. Kellgren J, Lawrence J. Radiological assessment of osteo-arthrosis. *Ann Rheum Dis.* 1957; 16(4): 494.
61. Oo WM, Bo MT. Role of ultrasonography in knee osteoarthritis. *J Clin Rheumatol.* 2016; 22(6): 324-9.
62. Kaptanoğlu E. Osteoartritte labaratuvar ve ayırıcı tanı. *Türkiye Klinikleri J PM&R-Special Topics.* 2020; 13(1): 40-7.
63. Geenen R, Overman CL, Christensen R, Åsenlöf P, Capela S, Huisinga KL, et al. EULAR recommendations for the health professional's approach to pain management in inflammatory arthritis and osteoarthritis. *Ann Rheum Dis.* 2018; 77(6): 797-807.

64. McAlindon TE, Bannuru RR, Sullivan M, Arden N, Berenbaum F, Bierma-Zeinstra S, et al. OARSI guidelines for the non-surgical management of knee osteoarthritis. *Osteoarthritis Cartilage*. 2014; 22(3): 363-88.
65. Kryger A, Andersen J. Resistance training in the oldest old: consequences for muscle strength, fiber types, fiber size, and MHC isoforms. *Scand. J Med Sci Sports*. 2007; 17(4): 422-30.
66. Regnaud JP, Lefevre-Colau MM, Trinquart L, Nguyen C, Boutron I, Brosseau L, et al. High-intensity versus low-intensity physical activity or exercise in people with hip or knee osteoarthritis. *Cochrane Database Syst Rev*. 2015; 29(10): CD010203.
67. Jeong HS, Lee S-C, Jee H, Song JB, Chang HS, Lee SY. Proprioceptive training and outcomes of patients with knee osteoarthritis: a meta-analysis of randomized controlled trials. *J Athl Train*. 2019; 54(4): 418-28.
68. Bunton EE, Pitney WA, Cappaert TA, Kane AW. The role of limb torque, muscle action and proprioception during closed kinetic chain rehabilitation of the lower extremity. *J Athl Train*. 1993; 28(1): 10.
69. Kaynak H, Altun M, Özer M, Akseki D. Sporda proprioepsiyon ve sıcak-soğuk uygulamalarla ilişkisi. *CBÜ Bed Eğt Spor Bil Dergisi*. 2015; 10(1): 10-35.
70. Manlapaz DG, Sole G, Jayakaran P, Chapple CM. Risk factors for falls in adults with knee osteoarthritis: a systematic review. *PMR*. 2019; 11(7): 745-57.
71. Sturmeiks DL, Tiedemann A, Chapman K, Munro B, Murray SM, Lord SR. Physiological risk factors for falls in older people with lower limb arthritis. *J Rheumatol*. 2004; 31(11): 2272-9.
72. Weiss PL, Kizony R, Feintuch U, Rand D, Katz N. Virtual reality in neurorehabilitation. In: Selzer M, Clarke S, Cohen L, Kwakkel G, Miller R, editors. *Textbook of Neural Repair and Rehabilitation*. New York: Cambridge University Press 2006; p. 182-97.
73. Bevilacqua R, Maranesi E, Riccardi GR, Di Donna V, Pelliccioni P, Luzi R, et al. Non-immersive virtual reality for rehabilitation of the older people: a systematic review into efficacy and effectiveness. *J Clin Med*. 2019; 8(11): 1882.

74. Fluet GG, Deutsch JE. Virtual reality for sensorimotor rehabilitation post-stroke: the promise and current state of the field. *Curr Phys Med Rehabil Rep*. 2013; 1(1): 9-20.
75. Smith C, Read J, Bennie C, Hale L, Milosavljevic S. Can non-immersive virtual reality improve physical outcomes of rehabilitation? *Phys Ther Rev*. 2012; 17(1): 1-15.
76. Russo M, De Luca R, Naro A, Sciarrone F, Aragona B, Silvestri G, et al. Does body shadow improve the efficacy of virtual reality-based training with BTS NIRVANA?: A pilot study. *Medicine*. 2017; 96(38): e8096.
77. Huskisson E. Visual analogue scales. In: Melzack R, editor. *Pain measurement and assessment*. New York: Raven Press, 1983; p. 33-7.
78. McConnell S, Kolopack P, Davis AM. The Western Ontario and McMaster Universities Osteoarthritis Index (WOMAC): a review of its utility and measurement properties. *Arthritis Rheum*. 2001; 45(5): 453-61.
79. Tüzün E, Eker L, Aytar A, Daşkapan A, Bayramoğlu M. Acceptability, reliability, validity and responsiveness of the Turkish version of WOMAC osteoarthritis index. *Osteoarthritis Cartilage*. 2005; 13(1): 28-33.
80. Bozbaş GT, Gürer G. Does the lower extremity alignment affect the risk of falling? *Turk J Phys Med Rehabil*. 2018; 64(2): 140.
81. Diraçoğlu D, Cihan C, İşsever H, Aydın R. Servikal radikülopatili hastalarda postüral performans. *Turk J Phys Med Rehabil*. 2009; 55(4): 153-57.
82. Berg KO, Maki BE, Williams JI, Holliday PJ, Wood-Dauphinee SL. Clinical and laboratory measures of postural balance in an elderly population. *Arch Phys Med Rehabil*. 1992; 73(11): 1073-80.
83. Sahin F, Yilmaz F, Ozmaden A, Kotevoglou N, Sahin T, Kuran B. Reliability and validity of the Turkish version of the Berg Balance Scale. *J Geriatr Phys Ther*. 2008; 31(1): 32-7.
84. Yucesoy B, Charles LE, Baker B, Burchfiel CM. Occupational and genetic risk factors for osteoarthritis: a review. *Work*. 2015; 50(2): 261-73.

85. Sandmark H, Hogstedt C, Vingård E. Primary osteoarthritis of the knee in men and women as a result of lifelong physical load from work. *Scand J Work Environ Health*. 2000; 26(1): 20-5.
86. Yoshimura N, Nishioka S, Kinoshita H, Hori N, Nishioka T, Ryujin M, et al. Risk factors for knee osteoarthritis in Japanese women: heavy weight, previous joint injuries, and occupational activities. *J Rheumatol*. 2004; 31(1): 157-62.
87. Holmberg S, Thelin A, Thelin N. Is there an increased risk of knee osteoarthritis among farmers? A population-based case-control study. *Int Arch Occup Environ Health*. 2004; 77(5): 345-50.
88. Alkan H, Ardıç F. Güncel kılavuzlar eşliğinde osteoartritte non-farmakolojik tedavi. *Turkiye Klinikleri J PM&R-Special Topics*. 2020; 13(1): 70-7.
89. Kaya T, Avcı S, Özsüer D, Gürgan A. Kadınlarda tibiofemoral eklem osteoartriti ile olası risk faktörleri arasındaki ilişkinin değerlendirilmesi. *Türk Fiz Tıp Rehab Derg*. 2005; 51: 50-3.
90. Altındağ Ö, Sırmatel Ö, Tabur H. Diz osteoartriti olan hastalarda demografik özellikler ve klinik parametrelerle ilişkisi. *J Harran Univ Med Fac*. 2006; 3(2): 62-6.
91. Levinger P, Dunn J, Bifera N, Buton M, Elias G, Hill KD. High-speed resistance training and balance training for people with knee osteoarthritis to reduce falls risk: study protocol for a pilot randomized controlled trial. *Trials*. 2017; 18(1): 1-11.
92. Tascioglu F, Armagan O, Tabak Y, Corapci I, Oner C. Low power laser treatment in patients with knee osteoarthritis. *Swiss Med Weekly*. 2004; 134: 254-58.
93. Wibeling LM, Batista JS, Vidmar MF, Kayser B, Pasqualotti A, Schneider RH. Effects of conventional physiotherapy and wii therapy on pain and functional capacity of elderly women with knee osteoarthritis. *Rev Dor*. 2013; 14(3): 196-9.
94. Melzack R. From the gate to the neuromatrix. *Pain*. 1999; 82: S121-S6.

95. Agmon M, Perry CK, Phelan E, Demiris G, Nguyen HQ. A pilot study of Wii Fit exergames to improve balance in older adults. *J Geriatr Phys Ther.* 2011; 34(4): 161-7.
96. Taylor LM, Kerse N, Frakking T, Maddison R. Active video games for improving physical performance measures in older people: a meta-analysis. *J Geriatr Phys Ther.* 2018; 41(2): 108.
97. Cho GH, Hwangbo G, Shin HS. The effects of virtual reality-based balance training on balance of the elderly. *J Phys Ther Sci.* 2014; 26(4): 615-7.
98. Koeppe MJ, Gunn RN, Lawrence AD, Cunningham VJ, Dagher A, Jones T, et al. Evidence for striatal dopamine release during a video game. *Nature.* 1998; 393(6682): 266-8.
99. Tahmosybayat R, Baker K, Godfrey A, Caplan N, Barry G. A systematic review and meta-analysis of outcome measures to assess postural control in older adults who undertake exergaming. *Maturitas.* 2017; 98: 35-45.
100. Chang SY, Lin YJ, Hsu WC, Hsieh LF, Lin YH, Chang CC, et al. Exercise alters gait pattern but not knee load in patients with knee osteoarthritis. *Biomed Res Int.* 2016; 2016: 1-12.
101. Thorp LE, Wimmer MA, Foucher KC, Sumner DR, Shakoor N, Block JA. The biomechanical effects of focused muscle training on medial knee loads in OA of the knee: a pilot, proof of concept study. *J Musculoskelet Neuronal Interact.* 2010; 10(2): 166-73.
102. Wang H, Ma Y, Guo Y, Pan Y. Effects of exercise therapy for knee osteoarthritis. *Int J Clin Exp Med.* 2018; 11(9): 10009-14.
103. Messier SP, Beavers DP, Mihalko SL, Miller GD, Lyles MF, Hunter DJ, et al. The effects of intensive dietary weight loss and exercise on gait in overweight and obese adults with knee osteoarthritis. The intensive diet and exercise for arthritis (IDEA) trial. *J Biomech.* 2020; 98: 1-22.

104. Toth-Tascau M, Stoia D, editors. Influence of treadmill velocity on gait characteristics—case study of a patient with ankle instability. International Conference on Advancements of Medicine and Health Care through Technology; 2011 Aug 29- Sep 2; Cluj Napoca, Romania. Springer; 2011.

