T. C.
BURSA ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ
TIP FAKÜLTESİ
SPOR HEKİMLİĞİ ANABİLİM DALI

PATELLOFEMORAL AĞRIDA ŞOK DALGA TEDAVİSİNİN ETKİNLİĞİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

Dr. Uğur Can YALAKİ

UZMANLIK TEZİ

BURSA-2021

T. C.
BURSA ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ
TIP FAKÜLTESİ
SPOR HEKİMLİĞİ ANABİLİM DALI

PATELLOFEMORAL AĞRIDA ŞOK DALGA TEDAVİSİNİN ETKİNLİĞİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

Dr. Uğur Can YALAKİ

UZMANLIK TEZİ

Danışman: Prof. Dr. Bedrettin AKOVA

BURSA-2021

İÇİNDEKİLER

ÖZET ii
SUMMARY iv
GİRİŞ 6
1. Patellofemoral Ağrı 6
2. Patellofemoral Ağrının Biyolojik Temeli 7
3. Ekstrakorporeal Şok Dalga Tedavisi: Genel Bilgiler ve Kas-İskelet Sisteminde Kullanımı 10
4. ESWT'nin PFA Tedavisindeki Olası Yeri 13
GEREÇ VE YÖNTEM 15
1. Gönüllüler 15
2. Çalışma Planı 16
2.1. Randomizasyon Öncesi Uygulamalar 16
2.2. Çalışma Grupları ve Randomizasyon 19
2.3. Randomizasyon Sonrası Uygulamalar 26
3. İstatistiksel Analiz 29
BULGULAR 30
1. Gönüllülerin Fiziksel Özellikleri 30
2. VAS Skorlarındaki Değişim 30
3. Kujala Skorlarındaki Değişim 32
4. Kuadriseps İzometrik Kuvvetindeki Değişim 33
5. Egzersiz Tedavisine Uyum 35
6. Yan Etkiler 35
TARTIŞMA VE SONUÇ 36
1. ESWT'nin PFA Üzerine Etkisi 36
2. ESWT'nin Kuadriseps İzometrik Kuvvetine Etkisi 38
3. Çalışmanın Kısıtlılıkları 39
4. Sonuç 40
KAYNAKLAR 41
TEŞEKKÜR 47
ÖZGEÇMİŞ 48

ÖZET

Bu çalışmada patellofemoral ağrı (PFA) şikâyeti olan hastalarda ekstrakorporeal şok dalga tedavisi (ESWT) uygulamasının ağrı ve diz ekleminin fonksiyonel kapasitesi üzerine etkilerinin değerlendirilmesi amaçlanmıştır.

Yaşları 18-45 arasında olan 36 gönüllü Egzersiz (n=12), Egzersiz + ESWT (n=12) ve ESWT (n=12) gruplarına randomize edilmiştir. Egzersiz grubunda yer alan gönüllülere PFA'ya yönelik ev egzersiz programı verilmiştir. ESWT grubundakilere 5 günde bir toplam 5 seans patellofemoral eklem ve çevresine radial şok dalga tedavisi uygulanmıştır. Başlangıç dozu 1.8-2 bar, 2000 atım, 8 Hz olarak planlanmış olup hasta tolere edebildiği sürece, her seansta 0.2 bar ve 200 atım arttırılarak devam edilmiştir. Egzersiz + ESWT grubundakilere her iki tedavi de uygulanmıştır.

Gönüllülerin tedavi öncesi ile tedavi sonrası 1. ve 8. haftalarda ağrı durumu görsel analog ölçeği (VAS), dizin fonksiyonel durumu ise Kujala skorlaması ile değerlendirilmiştir. Ayrıca tedavi öncesi ve sonrası izokinetik dinamometrede 60˚ fleksiyonda kuadriseps izometrik kuvveti ölçülmüştür.

Tedavi sonrası 1. ve 8. haftalarda tedavi öncesine göre her üç grupta da VAS skorlarında istatistiksel olarak anlamlı azalma ($p<0.001$), Kujala skorlarında ise istatistiksel olarak anlamlı bir artış ($p<0.01$-0.001) tespit edilmiştir. Her üç grup arasında tedavi öncesi ile tedavi sonrası 1. ve 8. haftalarda VAS ve Kujala skorlarındaki değişim açısından istatistiksel olarak anlamlı bir fark saptanamamıştır ($p>0.05$).

Tedavi öncesi ile tedavi sonrası kıyaslandığında sadece Egzersiz grubunda 60˚ fleksiyonda kuadriseps izometrik kuvvetinin pik torkunda istatistiksel olarak anlamlı bir artış tespit edilmiştir ($p<0.001$). Egzersiz + ESWT ile ESWT grubunda tedavi öncesi ile sonrası arasında 60˚ fleksiyonda kuadriseps izometrik kuvvetinin pik torkunda istatistiksel olarak anlamlı bir değişim tespit edilmemiştir ($p>0.05$).

Bu çalışmanın sonucunda ESWT'nin PFA tedavisinde ağrının azalmasında ve dizin fonksiyonel kapasitesinin iyileşmesinde etkili olduğu; ancak egzersiz tedavisine göre tek başına ya da egzersiz tedavisiyle beraber uygulandığında bir üstünlüğü olmadığı gözlemlenmiştir. Ayrıca ESWT'nin 60˚ fleksiyonda diz izometrik kuvvetine olumlu ya da olumsuz bir etkisinin olmadığı söylenebilir. ESWT'nin PFA tedavisindeki etkinliğini değerlendiren daha çok sayıda randomize kontrollü çalışmaya ihtiyaç vardır.

Anahtar Kelimeler: patellofemoral ağrı, ekstrakorporeal şok dalga tedavisi, kuadriseps izometrik kuvveti

SUMMARY

EVALUATION OF THE EFFICACY OF SHOCKWAVE THERAPY IN PATELLOFEMORAL PAIN

In this study, it was aimed to evaluate the effects of extracorporeal shockwave therapy (ESWT) application on pain and functional capacity of the knee joint in patients with patellofemoral pain (PFP).

Thirty-six volunteers between the ages of 18-45 were randomized to Exercise (n=12), Exercise + ESWT (n=12) and ESWT (n=12) groups. Those in the exercise group were given a home exercise program for PFP. In the ESWT group a total of 5 sessions of radial shock wave therapy was applied to and around the patellofemoral joint in 5 days intervals. The initial dose was planned as 1.8-2 bar, 2000 pulses, 8 Hz, and it was continued by increasing the dosage to 0.2 bar and 200 pulses in each session as long as the patient could tolerate it. In the Exercise + ESWT group, both treatments were applied.

Pain status was evaluated with visual analog scale (VAS) and functional status of the knee was evaluated with Kujala scoring before and at 1 and 8 weeks after treatment. In addition, quadriceps isometric strength was measured at 60˚ knee flexion angle on isokinetic dynamometer before and after treatment.

A statistically significant decrease in VAS scores ($p<0.001$) and a statistically significant increase in Kujala scores ($p<0.01$-0.001) were detected in all three groups compared to before and at 1st and 8th weeks after treatment. There was no statistically significant difference between the three groups in terms of changes in VAS and Kujala scores before and at the 1st and 8th weeks after treatment ($p>0.05$).

A statistically significant increase in peak torque of quadriceps isometric strength at 60˚ flexion was detected only in the Exercise group when compared with before and after treatment ($p<0.001$). There was no statistically

significant change in peak torque of quadriceps isometric strength at 60˚ flexion in the Exercise + ESWT and the ESWT group before and after treatment ($p>0.05$).

As a result of this study, it was found that ESWT was effective in reducing pain and improving functional capacity of the knee in PFA treatment; however, it has been shown that it is not superior to exercise therapy when applied alone or in combination with exercise therapy. In addition, it could be said that ESWT has no positive or negative effect on knee isometric strength in 60˚ flexion. More randomized controlled studies are needed to evaluate the efficacy of ESWT in the treatment of PFA.

Keywords: patellofemoral pain, extracorporeal shockwave therapy, quadriceps isometric strength

GİRİŞ

1. Patellofemoral Ağrı

Patellofemoral ağrı (PFA), patellanın arkası ve çevresindeki dokulardan kaynaklanan ağrının genel adıdır. Adölesanlarda ve 50 yaş altı erişkinlerde en sık görülen diz ağrısı nedenidir (1). Kadınlarda erkeklerden daha fazla görülmektedir. Yıllık prevelansı genel populasyonda %22.7, adölesanlarda %28.9 olarak rapor edilmiştir (2, 3). Bir meta-analiz çalışmasında prevelans adölesanlarda %7.2, amatör kadın sporcularda % 22.7 olarak bulunmuştur (4). Spor yaralanmasına bağlı poliklinik başvurularının %10 kadarı PFA ile ilişkilendirilmektedir (5). Koşucularda en sık görülen aşırı kullanım yaralanmalarından biridir (2).

Yapılan çalışmalarda PFA'nın kendi kendini sınırlayan bir durum olmadığı ortaya konmuştur. PFA tanısı konan hastaların uzun dönem takiplerinde %50'sinden fazlasında sonraki 5-20 yıl içinde yakınmalarının devam ettiği gözlemlenmiştir (2, 6). Adölesanlardaki kronikleşme oranı erişkinlerden fazladır. Adölesanların %78'inde uzun dönem takiplerde semptomların devam ettiği tespit edilmiştir (7, 8). Semptomların uzun süreli varlığı kötü prognoz belirtisidir (6, 9). Ayrıca PFA'nın patellofemoral osteoartrit için öncül olabileceği belirtilmektedir (10, 11).

PFA'sı olan hastalar dizin ön yüzünde yaygın bir ağrı tariflerler. Genellikle ağrıya neden olan belirgin bir olay tarif edilemese de bazı hastalarda ağrının başlangıcı bir travma (özellikle diz üzerine düşme) ile ilişkilidir. Uzun süreli diz bükülü oturma (tiyatro bulgusu), merdiven inip çıkma, yürüyüş ve koşu (özellikle yokuş aşağı), sıçrama ve çömelme gibi patellofemoral eklem üzerindeki stresi arttıran durumlarda ağrıda artış görülür. Dizde takılma hissi tariflenebilir. Kuadriseps kasındaki güçsüzlük ve aktivasyonundaki gecikmeye bağlı dizde boşluk ve güvensizlik hissi olabilir (2, 12, 13).

Literarüte bakıldığında PFA için anatomik, biyomekanik ve psikososyal birçok risk faktörü üzerinde durulmuştur. Bunlardan en önemlileri; a) kadın

cinsiyet, b) patella yerleşim bozukluğu ve hipermobilitesi, c) kuadriseps ile kalça abdüktör ve dış rotator kaslarındaki güçsüzlük, d) vastus medialis oblikus (VMO) aktivasyonunda gecikme, e) kuadriseps, hamstring, gastrokinemus ve iliotibial band (ITB) esneklik azlığı, f) arka ayak pronasyonunda artış, g) yürüyüş mekaniğindeki farklılıklar, h) egzersiz sıklığı ve yoğunluğundaki ani artış ve toparlanma süresinin azlığı, i) yokuş aşağı ve yokuş yukarı aktivitelerdeki artış sayılabilir (2, 12, 13).

PFA'da tedavi planlanırken hastada PFA'ya sebep olabilecek risk faktörleri belirlenerek bunların düzeltilmesi hedeflenmektedir. Kuadriseps ve kalça kaslarında güçsüzlük varsa bu kaslara yönelik kuvvetlendirme egzersizleri verilmelidir. VMO aktivasyonunda gecikme tespit edilirse egzersiz sırasında farkındalık ve geri bildirim yöntemleriyle düzeltilmeye çalışılmalıdır. Özellikle VMO kasının aktivasyonunu ve kuvvetini arttırmada nöromüsküler elektriksel stimülasyon kullanılabilir. ITB, kuadriseps, hamstring ve gastrokinemus kas gruplarında esneklik azlığı varsa germe egzersizleri verilmelidir. Patella yerleşim bozukluğu ve hipermobilitesi olanlarda patellar bantlama yapılmalı veya uygun bir dizlik reçete edilmelidir. Ayak basış problemleri için tabanlık gibi ayak ortezleri reçete edilmelidir. Yürüyüş ve koşu mekaniğindeki bozukluklar için görsel geri bildirimler de kullanılarak düzeltmeye yönelik eğitimler yapılmalıdır (2, 12, 13).

PFA tanısı konanların önemli bir kısmı tespit edilen problemlere yönelik uygun egzersiz ve rehabilitasyon protokolleri ile tedavi edilebilmektedir. Ancak bazı hastalarda bu tedavilerden istenilen sonuçlar alınamamaktadır.

2. Patellofemoral Ağrının Biyolojik Temeli

PFA'yı değerlendirirken biyolojik temelini bilmek ve göz önünde bulundurmak önemlidir; aksi halde tedavi yaklaşımı yetersiz kalabilir ve tedaviden istenilen sonuç elde edilemeyebilir. Anatomik, biyomekanik ve biyokimyasal çeşitli nedenlerin tetiklemesiyle patellofemoral eklem ve çevresindeki dokularda birtakım patolojik değişiklikler oluşmaktadır. PFA,

histopatolojik olarak incelendiğinde doku homeostazisi ve nöral model teorileri öne sürülmüştür (14, 15).

Geliştirilen nöral model teorisine göre PFA'nın nedeni patellofemoral imbalansa bağlı gelişen iskemilerin tetiklediği hiperinnervasyon ve hipervaskülarizasyondur (15-18).

PFA'da ağrının kaynağı olan serbest sinir uçları; lateral ve medial retinakulum, sinovyum, infrapatellar yağ yastığı ve patellar subkondral kemikte bulunmaktadır. Eklem kıkırdağında ise serbest sinir uçları yoktur (16).

PFA'da ağrının en önemli kaynağı olarak lateral retinakulum gösterilebilir. PFA'sı olan hastalarda lateral retinakulumda artmış gerginlik ve hassasiyet görülür. Lateral retinakulumdaki bu gerginlik ve kısalma patellanın normalden daha laterale kaymasına sebep olur. Diz fleksiyona giderken patella, mediale femoral trohlea'ya doğru yer değiştirir ve lateral retinakulumda tekrar eden gerilmeler olur. Bu gerilmeler sırasında lateral retinakulumdaki damarlarda bükülmeler ve torsiyonlar meydana gelir. Bu durum lateral retinakulumda kısa süreli iskemilere neden olur. Bu iskemilerin tetiklemesiyle nöronal büyüme faktörü (NGF) ve vasküler endotelyal büyüme faktörü (VEGF) salınımı artar. VEGF, lateral retinakulumda damarlanmada artışa neden olur. NGF ise bu damar duvarlarında nöronal proliferasyona yol açar ve serbest sinir uçlarından ağrı iletiminde rol alan bir mediyatör olan substans P salınımında artışa sebep olur. Hem ağrı duyusunu algılayan serbest sinir sonlanmalarının hem de substans P'nin artışına bağlı gelişen hiperinnervasyon ve hiperaljezi nedeniyle ağrı ortaya çıkar (16-24).

Yapılan bir çalışmada PFA tanısı konan 22 hastanın toplam 35 dizinin lateral retinakulumunda yapılan histopatolojik incelemede 9 dizde ciddi, 9'unda orta, 11'inde hafif derecede nöronal dejenerasyon bulguları tespit edilirken, 6'sı ise normal olarak değerlendirilmiştir (25). Başka bir çalışmada PFA tanısı konan 16 dizin lateral retikanulumunda yapılan immünohistokimyasal incelemede orta ve şiddetli ağrısı olanlarda hafif ağrısı olanlara göre lateral retinakulumdaki sinir sayısı ve yoğunluğu daha fazla bulunmuştur (20, 23).

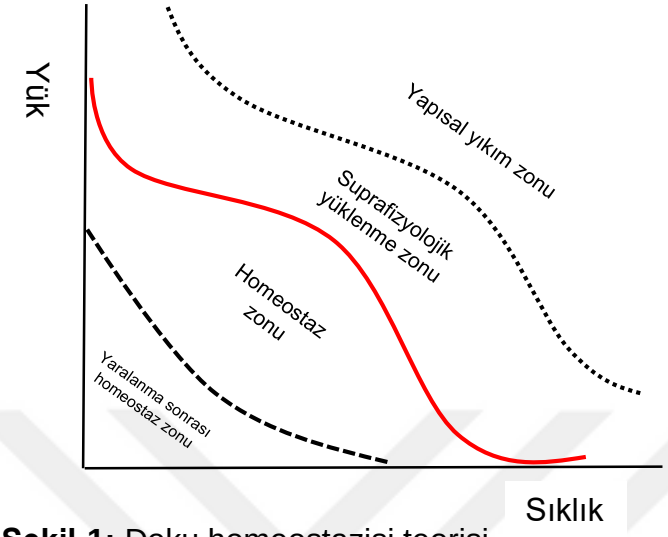
Lateral retinakulum dışında sinovyum, infrapatellar yağ yastığı (Hoffa yağ yastığı) ve patellar subkondral kemik de ağrının kaynağı olabilir. Tüm bu

yapılar ağrı duyusunu ileten ve substans P salgılayabilen serbest sinir uçları açısından zengindir. Sinovyumda görülebilen pilika ve katlantıların patellanın hareketiyle sıkışması ağrıya sebep olabilir. Koşu, sıçrama, düz bacak kaldırma gibi aktivitelerin eksentrik yüklenme fazında görülebilen impingement ile gergin bir lateral retinakulum ve buna bağlı gelişen irritasyon Hoffa yağ yastığında ağrıya sebep olabilir (16). Vastus medialis ve vastus lateralisten gelen sinirler patellar subkondral kemiğe kadar ulaşırlar ve bu sinirler de ağrı iletiminde rol oynarlar. Bu sinirlerin giriş yerinden lokal anestetik verildiğinde hastaların ön diz ağrılarının azaldığı gösterilmiştir (26).

Woolf; nosiseptif, homeostatik, nöropatik ve fonksiyonel olmak üzere dört tip ağrı tariflemiştir. Nosiseptif ağrı, ağrı reseptörleri olan serbest sinir uçlarının uyarılması ile olur, geçici bir ağrıya sebep olur. Homeostatik ağrı, yaralı dokunun iyileşirken homeostazinin yeniden sağlanması için salınan mediatörlerin neden olduğu ağrıdır. Nöropatik ağrı, sinir sisteminde meydana gelen bir hasar sonucu ortaya çıkan hipersensiviteye bağlı spontan gelişen ağrıdır. Fonksiyonel ağrı, merkezi yapılarda gelişen bozukluklara bağlı olarak normal uyarılara anormal yanıt verilmesine bağlı gelişir (16, 27). PFA'daki ağrının kaynağı bu dört mekanizmayla da ilişkilidir. Bu durum aynı zamanda PFA'nın patofizyolojisinin karmaşıklığının da bir göstergesidir. Örneğin PFA'da görülen tiyatro bulgusu allodini ve hiperaljeziye bir örnektir. İskeminin tetiklediği merkezi duyarlılıkta artışa bağlı olarak normal uyarılar bu hastalarda ağrı olarak algılanmaktadır (16).

Doku homeostazisi teorisi ise eklemlerin sadece mekanik yapılar olmaması, aynı zamanda yaşayan ve metabolik olarak aktif sistemler olması üzerine temellendirilmiştir. Patellofemoral ekleme yapılan yüklenme ve yüklenmenin sıklığı, dokunun yük kabul kapasitesi sınırları içinde olması halinde eklemde yüklenmeye bağlı gelişen mikrotravmalar kolayca onarılabilir ve doku homeostazisi fizyolojik sınırlar içinde kalır. Ekleme binen yük ve sıklığı dokunun yük kabul kapasitesinin aşması halinde dokuda meydana gelen mikrotravmalar zamanında ve yeterince onarılamaz, gelişen inflamasyona bağlı doku homeostazisi bozulur ve sinirlerde biyokimyasal iritasyon görülür.

Buna bağlı olarak ağrı, şişlik ve kuvvette azalma gelişir ve bunların sonucunda dokunun yük kabul kapasitesi azalır (Şekil-1) (14, 18).



Şekil-1: Doku homeostazisi teorisi

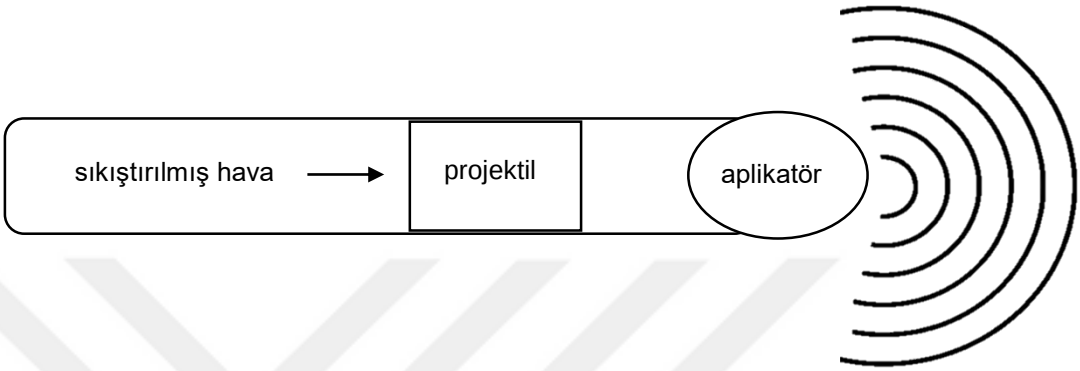
3. Ekstrakorporeal Şok Dalga Tedavisi: Genel Bilgiler ve Kas-İskelet Sisteminde Kullanımı

Ekstrakorporeal şok dalga tedavisi (ESWT) tıpta birçok alanda kullanılan non-invazif bir tedavi formudur. İlk olarak 1960'lı yıllarda akustik şok dalgalarının ekstrakorporeal olarak uygulanmasıyla uygulandığı bölgedeki çevre dokuya zarar vermeden böbrek ve safra kesesi taşlarını kırma fikri ile yola çıkılmış ve 1980 yılında ilk başarılı uygulaması yapılmıştır (28). O zamandan günümüze kadar başta kas-iskelet sistemi olmak üzere tıpta birçok alanda giderek yaygınlaşan kullanıma sahip olmaya başlamıştır.

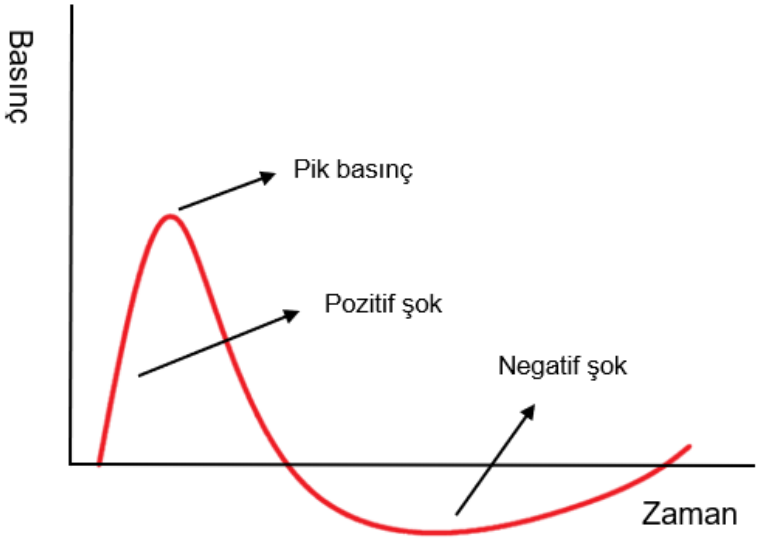
Şok dalga tedavisi fokus ve radial şok dalga tedavisi olarak iki grupta değerlendirilebilir. Bu çalışmada radial şok dalga tedavisi kullanıldığı için ağırlıklı olarak radial şok dalga tedavisinden bahsedilecektir.

Radial şok dalgalarının oluşumu fizikçi Sir Isaac Newton'un 1687 yılında ortaya koyduğu etki-tepki kanunu temeline dayanmaktadır. Radial şok dalga cihazlarının genel çalışma prensibi, sıkıştırılmış havanın ya da elektromanyetik dalgaların bir projektil üzerinde aniden artan bir pozitif basınç

oluşturması ve projektil üzerinden doğan radial dalgaların aplikatör üzerine aktarılması şeklindedir (Şekil-2). Böylece meydana gelen mekanik akustik dalgalar aplikatör üzerinden uygulandığı bölgedeki dokuya aktarılmaktadır. Pik pozitif basınçtan sonra negatif basınç oluşturulur, projektil geriye doğru çekilir ve bir sonraki dalga siklusuna hazırlanılır (Şekil-3) (29-32).



Şekil-2: Radial ESWT genel çalışma prensibi



Şekil-3: Tipik bir radial şok dalga paterni

Fokus ve radial şok dalgaları hem üretim yöntemi hem de fiziksel özellikleri bakımından birbirinden oldukça farklıdır. Fokus ve radial şok dalgalarının temel farklılıklarından biri; fokus şok dalgalarının odaklanıp maksimal enerjilerine ulaştıkları yer uygulandığı hedef doku olmaktadır. Radial şok dalgalarında ise farklı olarak enerjinin en çok olduğu yer aplikatör üzerindedir ve hedef dokuya doğru yayılarak ilerler. Ayrıca doku penetrasyonu

fokus şok dalgalarında daha fazladır (200 mm'ye kadar). Radial şok dalgaları ise daha yüzeysel bölgelere etki eder (40mm'ye kadar). Her iki yöntem de tıpta başarılı bir şekilde kullanılmalarına rağmen farklı fiziksel özellikleri nedeniyle kullanıldıkları alanlar farklılık gösterebilmektedir (29-32).

ESWT'nin kas-iskelet sistemi için en önemli kullanım amacı ise kronik ağrılı durumlarda ağrı inhibisyonudur. ESWT'nin ağrı inhibisyonunu nasıl sağladığına yönelik birkaç teori ortaya konmuştur. Bunlardan biri ESWT'nin ağrı iletiminden sorumlu nosiseptörlerden çok sayıda uyarı çıkmasını sağlaması ve bu uyarıların merkezi sinir sistemine iletilmesinin kapı kontrol teorisine göre engellenmesidir. Bir başkası ise şok dalgalarının yarattığı basıncın hücre membran potansiyelini değiştirerek nosiseptörlerin uyarı çıkarmasını inhibe etmesidir. ESWT'nin vaskülarizasyon üzerine olan düzenleyici etkisinin de ağrı kontrolünde faydalı olabileceği belirtilmektedir. (29, 33-35)

ESWT ile oluşturulan şok dalgalarının uygulandığı dokuya başka etkileri de bulunmaktadır. Uygulanan fiziksel enerji dokuda birtakım biyolojik yanıtların oluşmasını tetikler. Hücre iskelet yapılarının aktivasyonu sonrası çeşitli yolaklar ile hücre nükleusundan mRNA salınımı gerçekleşir. Bu sayede iyileşme sürecinde kullanılan birtakım spesifik proteinlerin sentezi aktive edilmiş olur (31, 36). ESWT ile serbest radikallerin salınımı artar, bu da birçok büyüme faktörünün salınımını uyarır (31, 37). ESWT ayrıca osteoklast inhibisyonu ve osteblast aktivasyonu ile osteogenesisi aktive eder (31, 38).

Kas-iskelet sistemi için klinik çalışmalar en çok plantar fasiit, patellar tendiopati, aşil tendinopatisi, lateral epikondilit, omuz kalsifik tendinopatisi tanıları olan hastalar üzerinde yapılmış ve ESWT'nin etkili olduğu ve yan etki riskinin oldukça düşük olduğu gösterilmiştir. ESWT'nin ayrıca kaynamamış ya da kaynaması gecikmiş uzun kemik kırıkları, femur başı avasküler nekrozu, artiküler ayrışma olmamış osteokondrozis dissekans, stres kırıkları gibi kemik patolojilerinin tedavisinde de faydalı olduğu gösterilmiştir. Bunların dışında ESWT'nin diz osteoartriti, medial tibial stres sendromu, kemik iliği ödemi gibi birçok başka durumlarda da olumlu sonuçları olduğunu bildiren çalışmalar bulunmaktadır (30, 31).

4. ESWT’nin PFA Tedavisindeki Olası Yeri

Kronik aşil ve patellar tendinopatilerinde aşırı kullanıma ve mikrotravmalara bağlı gelişen hipervaskülarizasyon, hiperinnervasyon ve substans P’deki artışın ağrı gelişmesine neden olduğu gösterilmiştir. PFA’da da ağrının kaynağı benzer olarak başta lateral retinakulum olmak üzere çevre dokularda görülen hiperinnervasyon ve hiperaljezi olarak ifade edilmektedir. ESWT’nin, ağrı iletiminden sorumlu nosiseptörleri ve dolayısıyla hiperaljeziyi inhibe ettiği belirtilmektedir. Kronik aşil ve patellar tendinopatilerinde iyi bir tedavi alternatifi olan ESWT’nin ağrı oluşumunda benzer mekanizmaların yer aldığı PFA tedavisinde yeri olabileceği düşünülmektedir (16, 29, 38, 39).

PFA tedavisinin temeli olan birçok egzersiz ve rehabilitasyon uygulamalarının ağrı üzerine etkisini göstermesi için en az birkaç hafta boyunca düzenli uygulanması gerekir. Ayrıca egzersiz tedavisinin başlangıcında ağrıda bir miktar artış da görülebilir. ESWT, erken dönemde de ağrı inhibisyonu yapabilir. ESWT’nin egzersiz tedavisi ile kombinasyonunun erken dönemde de ağrı kontrolü sağlayarak egzersizlerin daha rahat yapılmasını sağlayabileceği düşünülmektedir.

ESWT’nin kan akımını arttırıcı etkisinin doku homeostazisine yapacağı olumlu katkı, kas ve yumuşak doku fonksiyonlarının iyileşmesine katkıda bulunabilir. Ayrıca lateral retinakulum ve ITB gibi çevre yumuşak dokudaki gergin yapıların gevşemesine yardımcı olabilir (40).

Sonuç olarak PFA’nın anatomik, biyomekanik, biyolojik ve psikososyal birçok nedenle ilişkili karmaşık bir etiyolojisi vardır ve PFA birçok hastada kronikleşme eğilimi göstermektedir. Bütün bunlar göz önüne alındığında elimizde önemli tedavi seçenekleri olmasına rağmen bazı hastalarda bu tedaviler ile istenilen sonuç alınamamakta ve farklı tedavi alternatiflerine ihtiyaç duyulmaktadır. ESWT; girişimsel olmayan, komplikasyon oranı düşük, maliyeti az bir tedavidir. Sık görülen bir durum olan PFA için etkinliği gösterilirse iyi bir tedavi alternatifi olabilir.

Bu bilgiler ışığında planlanan bu çalışmada, patellofemoral ağrısı olan hastalarda ESWT uygulamasının ağrı ve diz ekleminin fonksiyonel kapasitesi üzerine etkilerinin incelenmesi amaçlanmıştır.

GEREÇ VE YÖNTEM

1. Gönüllüler

Çalışmaya dâhil edilen gönüllüler Ocak 2020 – Temmuz 2021 tarihleri arasında Bursa Uludağ Üniversitesi Hastanesi Spor Hekimliği polikliniğine patellofemoral ağrı şikâyeti ile başvuran ve çalışma için belirlenmiş dâhil edilme ve dışlama kriterlerine uygun hastalar arasından seçilmiştir.

Çalışmaya katılacak olan gönüllülere yapılacak işlemler ve olası yan etkiler detaylı bir şekilde anlatılmıştır. Ayrıca gönüllülere Bursa Uludağ Üniversitesi Tıbbi Araştırmalar Etik Kurulu 23.12.2020 tarihli ve 2020-23/8 no'lu kararı ile onaylı ve T.C. Sağlık Bakanlığı Türkiye İlaç ve Tıbbi Cihaz Kurumunun 13.01.2021 tarihli ve E-66175679-514.11-315637 sayılı yazısı ile izinli "Bilgilendirilmiş Gönüllü Olur Formu" imzalatılmıştır.

Çalışmaya dâhil edilme ve dışlama kriterleri Tablo-1'de verilmiştir.

Tablo-1: Çalışmaya dâhil edilme ve dışlama kriterleri

Dahil Edilme Kriterleri	Dışlama Kriterleri
• 18-45 yaş aralığında olanlar • 8 hafta ya da daha uzun süredir herhangi bir travma ile ilişkisi olmayan ön diz ağrısı şikayeti olanlar • Koşu, sıçrama, çömelme, merdiven inip çıkma, uzun süreli oturma aktivitelerin en az ikisinde görsel analog ölçeğine göre 3 ve üzeri ağrısı olanlar	• Grade 1-2 meniskopati ve grade 1 kondromalazi patella hariç intraartiküler bir patoloji tespit edilenler • Patellar insitabilitesi olanlar Palpasyonla patellar tendon, ilitotibial band ve pes anserinus tendonlarında ağrısı olanlar • Daha önceden diz cerrahisi geçirenler • Son 6 ay içinde herhangi bir diz içi enjeksiyon tedavisi uygulananlar • Kas-iskelet sistemini etkileyen nörolojik ve romatolojik hastalığı olanlar • ESWT uygulanacak alanda tümör, enfeksiyon ve açık yarası olanlar

Her iki dize PFA tanısı konan ve çalışmaya dahil edilme kriterlerini karşılayan gönüllülerin sadece daha çok şikayetinin olduğu dizi çalışmaya dahil edilmiştir.

2. Çalışma Planı

2.1. Randomizasyon Öncesi Uygulamalar

Gönüllüler detaylı bir öykü ve fizik muayene ile değerlendirildikten sonra boy, kilo ve vücut kitle indeksi (VKİ) ölçümleri yapılmıştır. Diz ve çevresindeki yumuşak doku, ek patolojiler açısından manyetik rezonans görüntüleme (MRG) ile değerlendirilmiştir. MRG değerlendirmesi kas-iskelet sistemi radyolojisinde uzmanlaşmış bir radyolog tarafından yapılmıştır.

İzokinetik dinamometre (Humac Norm, CSMİ) ile diz 60° fleksiyondayken kuadriseps kasının izometrik kuvveti ölçülmüştür. Kuvvet ölçümü oturur pozisyonda olacak şekilde cihaz ayarlanmıştır. Rotasyon aksı diz eklemini görecek şekilde ayarlandıktan sonra diz eklemi 60˚ fleksiyonda sabitlenmiştir. Gönüllülere 3 tekrar 5 saniye boyunca maksimum izometrik kasılma yaptırılmıştır. Her bir tekrar arasında 10 saniye dinlenme verilmiştir (Şekil-4).



Şekil-4: İzokinetik dinamometrede kuadriseps kasının izometrik kuvvetinin ölçümü

Gönüllülerden son bir hafta içinde yaşadıkları en şiddetli diz ağrısını görsel analog ölçeğine göre (visual analogue scale – VAS) 0-10 arası bir değerde değerlendirmeleri istenmiştir. Ağrının VAS ile değerlendirmesinde 0 hiç ağrı yok, 10 ise hasta için en şiddetli ağrı olarak sınıflandırılmıştır.

PFA'nın diz ekleminin fonksiyonel kapasitesi ve günlük yaşama etkisine dair değerlendirme için gönüllülerden patellofemoral ağrı için oluşturulmuş Kujala skorlaması formunu doldurmaları istenmiştir (Tablo-2). Kujala skorlaması patellofemoral ağrı için oluşturulmuş bir hasta tarafından bildirilen sonuç ölçüm skalasıdır. 0 ile 100 arasında puanlandırılır. Skorun 0'a yakın olması, ağrının diz ekleminin fonksiyonel kapasitesine ve günlük hayata olan etkisinin ciddiyetine dair bir gösterge kabul edilebilir.

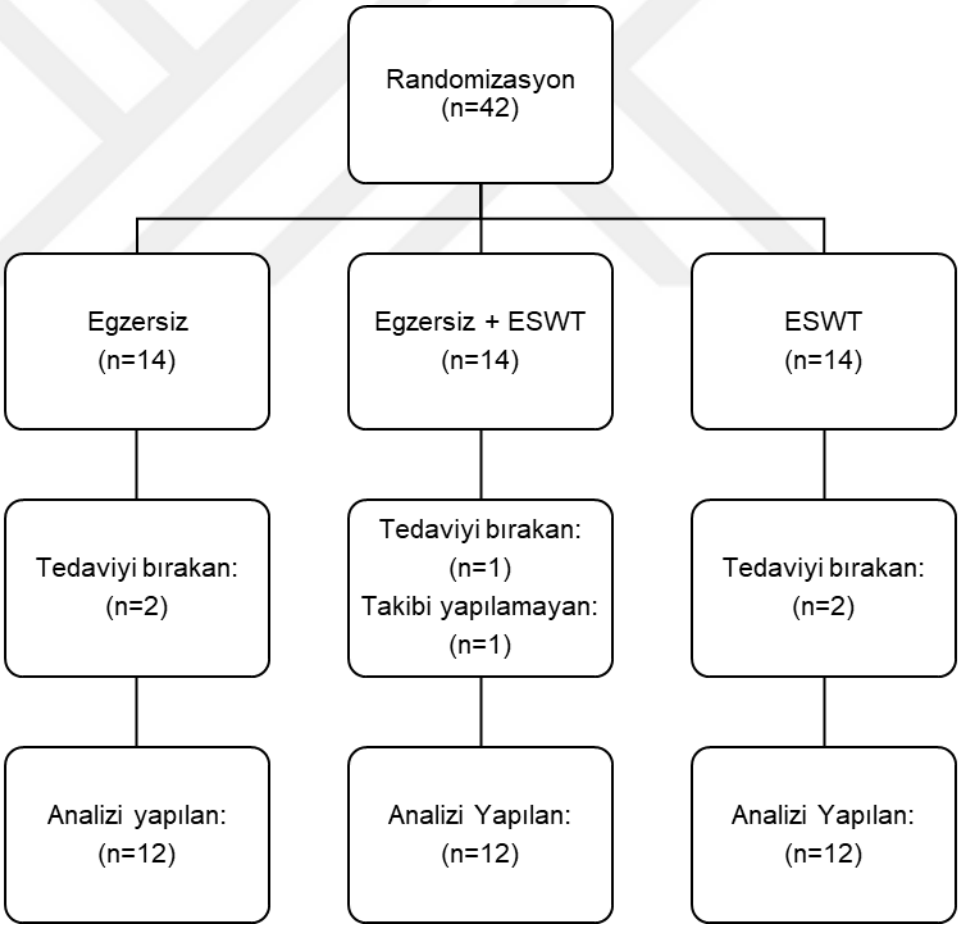
Tablo-2: Kujala skorlaması

	PUAN		PUAN
1. Aksama		**8. Dizler bükülü uzun süreli oturma**	
a) yok	5	a) zorluk yok	10
b) hafif ya da periyodik	3	b) egzersiz sonrası ağrı	8
c) sürekli	0	c) sürekli ağrı	6
2. Yük verme		d) şiddetli ağrı	4
a) ağrısız	5	e) imkânsız	0
b) ağrılı	3	**9. Ağrı**	
c) imkânsız	0	a) yok	10
3. Yürüme		b) ara sıra ve hafif	8
a) sınırsız	5	c) uyku sırasında ağrı	6
b) 2 km'den fazla	3	d) sıklıkla ve şiddetli	3
c) 1-2 km	2	e) sürekli ve şiddetli	0
d) imkânsız	0	**10. Şişlik**	
4. Merdivenler		a) yok	10
a) zorluk çekmeden	10	b) ciddi zorlanmadan sonra	8
b) inişte ağrılı	8	c) günlük aktivitelerden sonra	6
c) inişte ve çıkışta ağrılı	5	d) her sabah	4
d) imkânsız	0	e) sürekli	0
5. Çömelme		**11. Anormal ve ağrılı diz kapağı hareketi**	
a) zorluk çekmeden	5	a) yok	10
b) tekrarlayan çömelmeler ağrılı	4	b) sportif aktivite sonrası ara sıra	6
c) her seferinde ağrılı	3	c) günlük aktivite sonrası ara sıra	4
d) hafif yük verme ile mümkün	2	d) en az bir kez diz çıkığı	2
e) imkânsız	0	e) en az iki kez diz çıkığı	0
6. Koşma		**12. Uyluk kaslarında erime**	
a) zorluk yok	10	a) yok	5
b) 2 km'den sonra ağrılı	8	b) hafif	3
c) başlangıçtan itibaren hafif ağrılı	6	c) şiddetli	0
d) şiddetli ağrı	3	**13. Diz bükmede yetersizlik**	
e) imkânsız	0	a) yok	5
7. Zıplama		b) hafif	3
a) zorluk yok	10	c) şiddetli	0
b) hafif zorlanarak	7		
c) sürekli ağrı	2		
d) imkânsız	0		
SKOR:			

2.2. Çalışma Grupları ve Randomizasyon

Çalışmaya dâhil edilecek gönüllü sayısı için yapılan güç analizinde; VAS skoru ortalamaları arasında 2.2 birimlik fark, 2.6 standart sapma, α=0.05 anlamlılık düzeyi ve %80 güç için grup başına örneklem büyüklüğü 13 olarak belirlenmiştir.

Çalışmaya dâhil edilen toplam 42 gönüllü (27 erkek, 15 kadın) kapalı zarf yöntemiyle üç gruba randomize edilmiştir. Tedaviyi bırakan ve takibi yapılamayanlar çıkarıldığında toplam 36 gönüllü (23 erkek, 13 kadın) analize dahil edilmiştir. Birinci gruba sadece egzersiz tedavisi verilmiştir. İkinci gruba egzersiz tedavisiyle beraber ESWT uygulanmıştır. Üçüncü gruba ise sadece ESWT uygulanmıştır. Çalışma gruplarının dağılımı şekil-5'te gösterilmiştir.

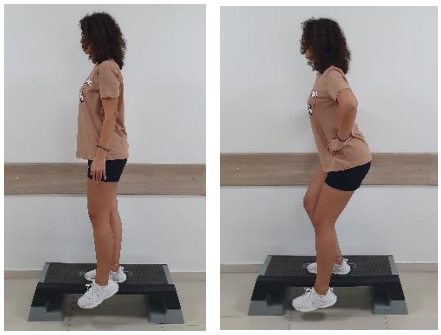
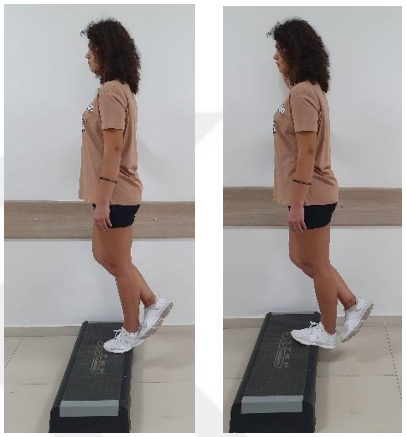
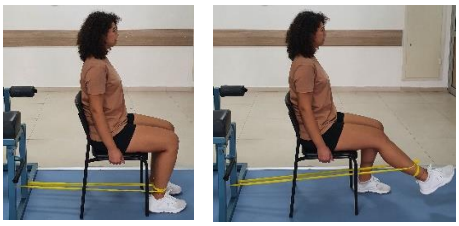
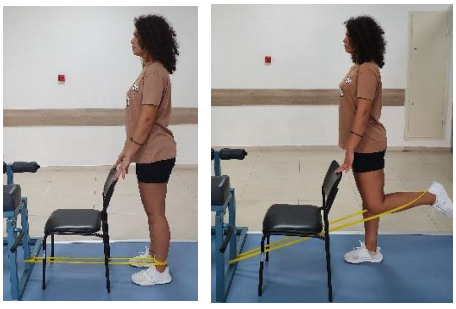


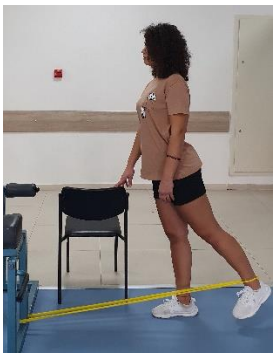
Şekil-5: Çalışma Gruplarının Dağılımı

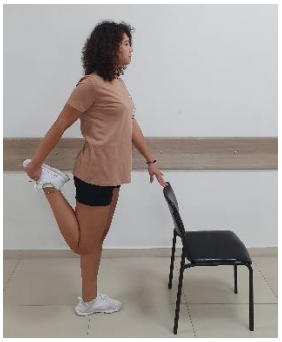
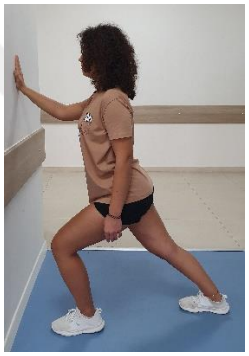
Egzersiz tedavisi uygulanan gönüllülere kalça, uyluk ve bacak kaslarına yönelik ısınma, germe, kuvvetlendirme ve propriospesiyon egzersizleri içeren ev egzersiz programı verilmiştir (Tablo-3). Egzersizler gönüllülerin kendi vücut ağırlıkları ve direnç bantları ile yapabilecekleri şekilde planlanmıştır. Başlangıçta gönüllülere yapmaları gereken egzersizler uygulamalı olarak anlatılmıştır. Egzersizlerin progresyonunu nasıl yapacakları öğretilmiştir. Ayrıca herhangi bir egzersiz ile ağrıları artıyorsa o egzersizi yapmamaları söylenmiştir. Gönüllülerin bu egzersizleri haftada en az 3 gün, 4 hafta süresince yapmaları istenmiştir. Egzersizlerin takibi egzersiz günlüğü tutturma ve telefonla arama yöntemleriyle yapılmıştır.

Tablo-3: Patellofemoral ağrı için gönüllülere verilen egzersizler

Egzersizin Adı: Yerinde Koşu **Yapılış Şekli:** Bulunduğunuz yerde yer değiştirmeden koşar adım hareket edin. **Süre:** 1-2 dakika	
Egzersizin Adı: Dinamik Kalça Fleksiyonu **Yapılış Şekli:** Ayakta durun. Kollarınızla dizinizi göğsünüze doğru çekin ve bacağınızı indirin. Diğer bacakla dönüşümlü olarak hareketi tekrarlayın. **Süre:** 1-2 dakika	
Egzersizin Adı: Çift Bacak Yana Sıçrama **Yapılış Şekli:** Ayakta durun. Her iki ayağınızla yana sıçrarken kollarınızı yandan baş üstüne kaldırın ve tekrar başlangıç pozisyonuna dönün. **Süre:** 1-2 dakika	 
Egzersizin Adı: Çömelme-Sıkıştırma (Uyluk Ön-İç-Arka) **Yapılış Şekli:** Her iki dizinizin arasına futbol topu büyüklüğünde bir cisim yerleştirin ve duvara yaslanın. Yavaşça sırtınızı duvardan ayırmadan ve bacak arasındaki cismi sıkıştırarak şekildeki kadar çömelin. Burada 3-5 saniye bekleyin ve tekrar kalkın. **Set ve Tekrar Sayısı:** 3 x 10 **Set Arası Dinlenme Süresi:** 30 saniye **Bekleme Süresi:** 3-5 saniye **Yük Miktarı:** Egzersizi önce duvara dayalı olarak yapın. Seanslar ilerledikçe duvara dayanmadan ve ellerinize ağırlık alarak hareketi zorlaştırın. Yük seviyesini ağrı sınırında kalarak dayanabildiğiniz ölçüde arttırın.	 

Egzersizin Adı: Basamak İnme ve Çıkma (Uyluk Ön-İç-Arka) **Yapılış Şekli:** Ayakta ve çalıştıracağınız bacağınız yüksek bir yerde kalacak şekilde yan durun. Boşta kalan bacağınızı hiç bükmeden bu yükseklikten inin ve çıkın. **Set ve Tekrar Sayısı**: 3 x 10 **Set Arası Dinlenme Süresi:** 30 saniye **Bekleme Süresi:** 1-2 saniye **Yük Miktarı:** Seanslar ilerledikçe ellerinize ağırlık alarak hareketi zorlaştırın. Yük seviyesini ağrı sınırında kalarak dayanabildiğiniz ölçüde arttırın.	
Egzersizin Adı: Dirençli Baldır **Yapılış Şekli:** Merdiven basamağı yüksekliğinde bir yerde tek ayak üzerinde durun. Destek olması amacıyla elinizle bir yere tutunun. Parmak ucunda yükselin, 1-2 saniye boyunca bu pozisyonda durun ve zeminden 1-2 parmak aşağıda olacak şekilde topuğunuz üzerine inin. **Set ve Tekrar Sayısı:** 3 x 10 **Set Arası Dinlenme Süresi:** 30 saniye **Tutma Süresi:** 1-2 saniye **Yük Miktarı:** Seanslar ilerledikçe boşta kalan elinize ağırlık alarak hareketi zorlaştırın. Yük seviyesini ağrı sınırında kalarak dayanabildiğiniz ölçüde arttırın.	
Egzersizin Adı: Dirençli Uyluk Ön **Yapılış Şekli:** Bir sandalyede oturun. Egzersiz bandının bir ucunu sandalyenin arka ayağına, diğer ucunu ayak bileğinize bağlayın. Dizinizi düzleştirin, 1-2 saniye bu poziyonda tutun ve bükün. **Set ve Tekrar Sayısı:** 3 x 10 **Set Arası Dinlenme Süresi:** 30 saniye **Tutma Süresi:** 1-2 saniye **Yük Miktarı:** Seanslar ilerledikçe egzersiz bandının seviyesini ağrı sınırında kalarak dayanabildiğiniz ölçüde arttırın.	
Egzersizin Adı: Dirençli Uyluk Arka **Yapılış Şekli:** Yüzüstü yatın. Egzersiz bandının bir ucunu bir yere sabitleyin ve diğer ucunu ayak bileğinize bağlayın. Dizinizi bükün, 1-2 saniye bu poziyonda tutun ve düzleştirin. **Set ve Tekrar Sayısı:** 3 x 10 **Set Arası Dinlenme Süresi:** 30 saniye **Tutma Süresi:** 1-2 saniye **Yük Miktarı:** Seanslar ilerledikçe egzersiz bandının seviyesini ağrı sınırında kalarak dayanabildiğiniz ölçüde arttırın.	

Egzersizin Adı: Dirençli Kalça Ekstansiyon **Yapılış Şekli:** Ayakta durun. Egzersiz bandının bir ucunu bir yere sabitleyin ve diğer ucunu ayak bileğinize bağlayın.Bacağınızı dizinizi bükmeden öne doğru götürün, 1-2 saniye bu pozisyonda bekleyin ve tekrar eski konumuna getirin. **Set ve Tekrar Sayısı:** 3 x 10 **Set Arası Dinlenme Süresi:** 30 saniye **Tutma Süresi:** 1-2 saniye **Yük Miktarı:** Seanslar ilerledikçe egzersiz bandının seviyesini ağrı sınırında kalarak dayanabildiğiniz ölçüde arttırın.	
Egzersizin Adı: Dirençli Kalça Fleksiyon **Yapılış Şekli:** Ayakta durun. Egzersiz bandının bir ucunu bir yere sabitleyin ve diğer ucunu ayak bileğinize bağlayın. Bacağınızı dizinizi bükmeden öne doğru götürün, 1-2 saniye bu pozisyonda bekleyin ve tekrar eski konumuna getirin. **Set ve Tekrar Sayısı:** 3 x 10 **Set Arası Dinlenme Süresi:** 30 saniye **Tutma Süresi:** 1-2 saniye **Yük Miktarı:** Seanslar ilerledikçe egzersiz bandının seviyesini ağrı sınırında kalarak dayanabildiğiniz ölçüde arttırın.	
Egzersizin Adı: Dirençli Kalça Abdüksiyon **Yapılış Şekli:** Ayakta durun. Egzersiz bandının bir ucunu bir yere sabitleyin ve diğer ucunu ayak bileğinize bağlayın. Bacağınızı dizinizi bükmeden dışa doğru götürün, 1-2 saniye bu pozisyonda bekleyin ve tekrar eski konumuna getirin. **Set ve Tekrar Sayısı:** 3 x 10 **Set Arası Dinlenme Süresi:** 30 saniye **Tutma Süresi:** 1-2 saniye **Yük Miktarı:** Seanslar ilerledikçe egzersiz bandının seviyesini ağrı sınırında kalarak dayanabildiğiniz ölçüde arttırın.	
Egzersizin Adı: Dirençli Kalça Addüksiyon **Yapılış Şekli:** Ayakta durun. Egzersiz bandının bir ucunu bir yere sabitleyin ve diğer ucunu ayak bileğinize bağlayın. Bacağınızı dizinizi bükmeden içe doğru götürün, 1-2 saniye bu pozisyonda bekleyin ve tekrar eski konumuna getirin. **Set ve Tekrar Sayısı:** 3 x 10 **Set Arası Dinlenme Süresi:** 30 saniye **Tutma Süresi:** 1-2 saniye **Yük Miktarı:** Seanslar ilerledikçe egzersiz bandının seviyesini ağrı sınırında kalarak dayanabildiğiniz ölçüde arttırın.	

Egzersizin Adı: Uyluk Ön Germe **Yapılış Şekli:** Ayakta durup dengenizi sağlamak için bir yerden destek alın. Germe uygulayacağınız tarafı ayak bileğinden elle tutup uyluk ön kesimde gerilme hissedene kadar bükün. Bu pozisyonda 30 saniye sabit bir şekilde bekleyin. **Süre:** 30 saniye **Ek Açıklama:** Germe hareketleri sırasında çalışılan bölgede belirgin bir ağrı olmamalıdır. Ağrı belli bir noktada başlayıp artıyorsa germe işlemi o noktadan ileri götürülmemelidir.	
Egzersizin Adı: Uyluk Arka Germe **Yapılış Şekli:** Şekildeki gibi bir yere oturun. Germe uygulayacağınız taraf ayak parmaklarınıza doğru ellerinizle uzanmaya çalışın. Bu pozisyonda 30 saniye sabit bir şekilde bekleyin. **Süre:** 30 saniye **Ek Açıklama:** Germe hareketleri sırasında çalışılan bölgede belirgin bir ağrı olmamalıdır. Ağrı belli bir noktada başlayıp artıyorsa germe işlemi o noktadan ileri götürülmemelidir.	
Egzersizin Adı: Baldır Germe **Yapılış Şekli:** Ellerinizi duvara yaslayın. Germe uygulayacağınız taraf arkada kalacak şekilde diğer taraf dizinizi bükerek öne doğru ağrı duymadan gidebildiğiniz kadar gidin. Topukları yerden kaldırmadan baldırdaki gerilmeyi hissedin. Bu pozisyonda 30 saniye sabit bir şekilde bekleyin. **Süre:** 30 saniye **Ek Açıklama:** Germe hareketleri sırasında çalışılan bölgede belirgin bir ağrı olmamalıdır. Ağrı belli bir noktada başlayıp artıyorsa germe işlemi o noktadan ileri götürülmemelidir.	
Egzersizin Adı: Uyluk Dış Yan Germe **Yapılış Şekli:** Germe yapacağınız taraf duvar tarafında olacak şekilde yan durun. Aynı taraf elinizi duvara yaslayın ve diğer bacağınızı öne alın. Öndeki dizinizi bükerken germe yapacağınız bacağı yavaşça duvara doğru yaklaştırırın. Bu pozisyonda 30 saniye sabit bir şekilde bekleyin. **Süre:** 30 saniye **Ek Açıklama:** Germe hareketleri sırasında çalışılan bölgede belirgin bir ağrı olmamalıdır. Ağrı belli bir noktada başlayıp artıyorsa germe işlemi o noktadan ileri götürülmemelidir.	

Egzersizin Adı: Tek Bacak Denge	
Yapılış Şekli: Sert ve düz bir zeminde çalıştırdığınız taraf diziniz hafif bükülü, çalıştırmadığınız taraf ayağınızı kaldırarak tek bacak üzerinde durun. Kollarınız her iki yanda açık olsun. Sizin için belirlenmiş süreler kadar hata yapmadan (düşme veya havadaki ayakla yere değme) tek bacak üzerinde ayakta durmaya çalışın. **Süre:** 2-3 dakika **Ek Açıklama:** Dengeniz bozulup düşme ihtimali olduğunda havadaki ayağınızla kısa süreli yere değip dengenizi sağlayın ve tekrar ayağınızı kaldırın. Hareketi rahat yapabilmeye başladıktan sonra kollar göğsünüzde çapraz şekilde kapalı ve gözler kapalı şekilde zorlaştırın.	  

ESWT uygulanacak gönüllülere ise haftada 2 gün toplam 5 seans ESWT uygulanmıştır. Tedavide radial şok dalga cihazı kullanılmıştır (Chattanooga Intelect® RPW) (Şekil-6a). ESWT, medial ve lateral retinakulum ile infrapatellar yağ yastığını da içine alacak şekilde patella çevresine uygulanmıştır (Şekil-6b). Patellar tendon üzerine uygulama yapılmamıştır. ESWT yapılacak bölgeye öncesinde ultrason jeli sürülmüştür. Başlangıç tedavi protokolü daha önce dize yönelik yapılmış ESWT çalışmaları da dikkate alınarak 2000 atım, 1.8-2 bar, 8 hertz olarak planlanmıştır. Takip eden her bir seans için frekans tutulup, gönüllü tolere edebildiği sürece basınç 0.2 bar ve atım sayısı 200 arttırılarak devam edilmiştir. Hem egzersiz hem de ESWT tedavisi uygulanacak gruptaki gönüllülere yukarıda anlatılan her iki tedavi beraber uygulanmıştır. ESWT uygulanan toplam 24 gönüllüye her bir seansta uygulanan basınç ve atım sayısı değerleri Tablo-4'te verilmiştir.





6a 6b

Şekil-6: ESWT cihazı (6a), Patellofemoral eklem çevresine yapılan ESWT (6b)

2.3. Randomizasyon Sonrası Uygulamalar

Tedavi süreci tamamlandıktan sonraki ilk hafta sonunda kuadriseps kasındaki kuvvet değişimini değerlendirmek için izokinetik dinamometre ile diz 60° fleksiyondayken kuadriseps izometrik kuvvetinin ölçümü tekrarlanmıştır.

Çalışmaya katılan gönüllüler tedavi süreci tamamlandıktan sonraki 1. ve 8. haftalarda ağrıdaki değişimi değerlendirmek için son bir hafta içinde yaşadıkları en şiddetli diz ağrısını görsel analog ölçeğine göre 0-10 arası bir değerde değerlendirmişlerdir. Gönüllüler ayrıca tedavi süreci tamamlandıktan sonraki 1. ve 8. haftalarda diz eklemin fonksiyonel kapasitesindeki değişimi değerlendirmek için Kujala skorlaması formunu doldurmuşlardır.

Çalışma boyunca gönüllülere uygulanan tüm işlemler Tablo-5'te özetlenmiştir.

Tablo-4: Egzersiz + ESWT ve ESWT gruplarındaki gönüllülere ESWT seanslarında uygulanan basınç ve atım sayıları

		Basınç (Bar)						Atım Sayısı					
		S1	**S2**	**S3**	**S4**	**S5**	**Ort**	**S1**	**S2**	**S3**	**S4**	**S5**	**Ort**
Egzersiz + ESWT	**G1**	2.0	2.2	2.4	2.6	2.8	2.40	2000	2200	2400	2600	2800	2400
	G2	1.8	1.8	2.0	2.0	2.2	1.96	2000	2000	2000	2000	2200	2040
	G3	2.0	2.2	2.4	2.4	2.4	2.28	2000	2200	2400	2400	2400	2280
	G4	2.0	2.2	2.4	2.6	2.6	2.36	2000	2200	2400	2600	2600	2360
	G5	1.8	1.8	2.0	2.2	2.2	2.00	2000	2000	2000	2200	2200	2080
	G6	2.0	2.2	2.4	2.6	2.6	2.36	2000	2200	2400	2600	2600	2360
	G7	2.0	2.2	2.4	2.6	2.6	2.36	2000	2200	2400	2600	2600	2360
	G8	2.0	2.2	2.4	2.6	2.8	2.40	2000	2200	2400	2600	2800	2400
	G9	1.8	2.0	2.2	2.4	2.6	2.20	2000	2000	2200	2400	2600	2240
	G10	2.0	2.2	2.4	2.6	2.8	2.40	2000	2200	2400	2600	2800	2400
	G11	2.0	2.2	2.4	2.6	2.8	2.40	2000	2200	2400	2600	2800	2400
	G12	2.0	2.2	2.4	2.6	2.8	2.40	2000	2200	2400	2600	2800	2400
ESWT	**G1**	2.0	2.2	2.4	2.6	2.8	2.40	2000	2200	2400	2600	2800	2400
	G2	2.0	2.2	2.4	2.4	2.4	2.28	2000	2200	2400	2400	2400	2280
	G3	2.0	2.2	2.4	2.6	2.6	2.36	2000	2200	2400	2600	2600	2360
	G4	2.0	2.2	2.4	2.6	2.8	2.40	2000	2200	2400	2600	2800	2400
	G5	2.0	2.2	2.4	2.6	2.8	2.40	2000	2200	2400	2600	2800	2400
	G6	2.0	2.2	2.4	2.6	2.8	2.40	2000	2200	2400	2600	2800	2400
	G7	2.0	2.2	2.4	2.6	2.8	2.40	2000	2200	2400	2600	2800	2400
	G8	2.0	2.2	2.4	2.6	2.8	2.40	2000	2200	2400	2600	2800	2400
	G9	2.0	2.2	2.2	2.2	2.2	2.16	2000	2200	2200	2200	2200	2160
	G10	2.0	2.2	2.4	2.6	2.6	2.36	2000	2200	2400	2600	2600	2360
	G11	2.0	2.0	2.2	2.2	2.2	2.12	2000	2000	2200	2200	2200	2120
	G12	2.0	2.2	2.4	2.6	2.8	2.40	2000	2200	2400	2600	2800	2400

G: Gönüllü **S:** Seans **Ort:** Ortalama

Tablo-5: Çalışma boyunca gönüllülere uygulanan işlemler

	Tedavi Öncesi Viziti 1	Tedavi Öncesi Viziti 2	Tedavi Viziti 1	Tedavi Viziti 2	Tedavi Viziti 3	Tedavi Viziti 4	Tedavi Viziti 5	Tedavi Sonrası 1. Hafta	Tedavi sonrası 8. Hafta
Öykü ve Fizik Muayene	✓								
Demografik Veriler	✓								
Manyetik Rezonans Görüntüleme	✓								
Bilgilendirilmiş Gönüllü Olur Formu		✓							
Randomizasyon		✓							
Ağrı Değerlendirmesi (VAS ile)		✓						✓	✓
Fonksiyonel Değerlendirilme (Kujala ile)		✓						✓	✓
İzokinetik Dinamometre ile Kuadriseps Kası İzometrik Kuvvet Ölçümü		✓						✓	
Egzersizlerin Anlatımı (Egzersiz ve Egzersiz + ESWT gruplarında)		✓							
ESWT Uygulaması (ESWT ve Egzersiz + ESWT gruplarında)			✓	✓	✓	✓	✓		

3. İstatistiksel Analiz

İstatistiksel değerlendirmede SPSS istatistik programı (versiyon 23) kullanıldı. Tüm parametreleri tanımlamak için ortalama değer ve standart hata kullanıldı. Yüzdesel değişim hesaplamalarında (Tedavi Sonrası – Tedavi Öncesi) / Tedavi Öncesi X 100 formülü kullanıldı. Tüm verilerin dağılımının normalliğini değerlendirmek için Shapiro Wilk testi uygulandı. Gruplar arasında tedavi öncesi ile tedavi sonrası 1. ve 8. hafta VAS ve Kujala skorlarındaki değişimlerini karşılaştırmak için 3 (grup) x 3 (zaman) tekrarlayan ölçümlü varyans analizi (ANOVA) ve post hoc test olarak Bonferroni kullanıldı. Gruplar arasında tedavi öncesi ve sonrası 60˚ fleksiyonda kuadriseps izometrik kuvvetinin pik torkları arasındaki farkı karşılaştırmak için 3 (grup) x 2 (zaman) çok değişkenli varyans analizi (MANOVA) uygulandı. Grup x zaman etkileşimi gösteren parametrelerde yüzdesel değişim değerleri üzerinden gruplar arasındaki karşılaştırmada normal dağılım gösteren parametreler tek yönlü varyans analizi (ANOVA) ve post hoc test olarak Bonferroni ile, normal dağılım göstermeyen parametreler Kruskal Wallis testi ile değerlendirildi. Grup içi tedavi öncesi ve sonrası değerleri karşılaştırmak için eşleştirilmiş örnekler T testi kullanıldı. $p< 0.05$ değeri istatistiksel anlamlılık olarak kabul edildi.

BULGULAR

1. Gönüllülerin Fiziksel Özellikleri

Gönüllülerin fiziksel özellikleri Tablo-1'de özetlenmiştir. Gönüllülerin çalışmaya başlamadan önceki fiziksel özelliklerinden yaş, boy, kilo ve vücut kitle indeksi (VKİ) parametrelerinde her 3 grup arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark gözlenmemiştir (Tablo-6; p>0.05).

Tablo-6: Gönüllülerin fiziksel özellikleri

	Egzersiz (n=12)	**Egzersiz + ESWT (n=12)**	**ESWT (n=12)**
Cinsiyet (E:K)	8:4	7:5	8:4
Yaş (yıl)	27.3 (2.0)	27.7 (2.4)	24.1 (2.0)
Boy (cm)	171.5 (1.8)	173.2 (3.0)	177.4 (2.3)
Kilo (kg)	67.8 (3.2)	72.1 (3.7)	73.4 (3.9)
VKİ (kg/m^2)	23.0 (0.7)	23.8 (0.9)	23.2 (0.9)

Değerler ortalama (standart hata) şeklinde verilmiştir. **n:** Hasta sayısı **E:** erkek **K:** Kadın **VKİ:** Vücut kitle indeksi

2. VAS Skorlarındaki Değişim

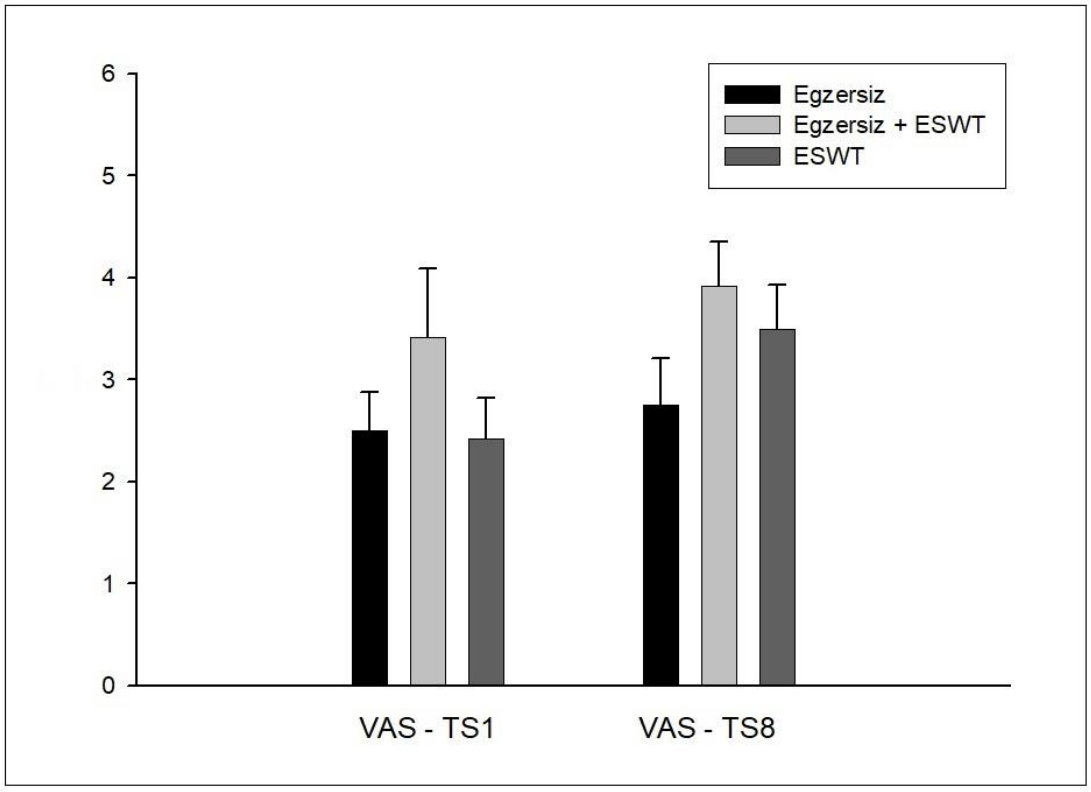
Tedavi öncesi ile tedavi sonrası 1. ve 8. haftalardaki VAS skorlarındaki değişim incelendiğinde gruplar arasında anlamlı bir fark tespit edilmemiştir (p>0.05). Her üç grup için grup içi tedavi öncesi ile tedavi sonrası 1. ve 8. haftalar kıyaslandığında VAS değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı bir değişim gözlenmiştir (p<0.001) (Tablo-7). Ancak her üç grupta da grup içi tedavi sonrası 1. ve 8. haftalar kıyaslandığında VAS skorlarında istatistiksel olarak anlamlı bir fark tespit edilmemiştir (p>0.05).

Tablo-7: Gruplarda tedavi öncesi ile tedavi sonrası 1. ve 8. haftalarda VAS skorlarındaki değişim

	Egzersiz	Egzersiz + ESWT	ESWT
VAS – TÖ	5.33 (0.53)	6.50 (0.40)	5.42 (0.38)
VAS – TS1	2.83 (0.58) ***	3.08 (0.63) ***	3.00 (0.50) ***
VAS – TS8	2.58 (0.71) ***	2.58 (0.52) ***	1.92 (0.57) ***

Değerler ortalama (standart hata) şeklinde verilmiştir. **TÖ:** Tedavi öncesi **TS1:** Tedavi sonrası 1. hafta **TS8:** Tedavi sonrası 8. hafta ***p<0.001 Grup içi değerlendirmede tedavi öncesi değerlerle karşılaştırıldığında istatistiksel anlamlı farklılığı göstermektedir.

Tedavi öncesi ile tedavi sonrası 1. ve 8. haftalardaki VAS skorları arasındaki farkın değişimi incelendiğinde her üç grup arasında anlamlı bir farklılık bulunmamıştır (p>0.05) (Şekil-7).



Şekil-7: Gruplarda VAS skorlarının tedavi öncesi ile tedavi sonrası 1. ve 8. haftalar arasındaki fark değerleri
TS1: Tedavi sonrası 1. hafta **TS8:** Tedavi sonrası 8. hafta

3. Kujala Skorlarındaki Değişim

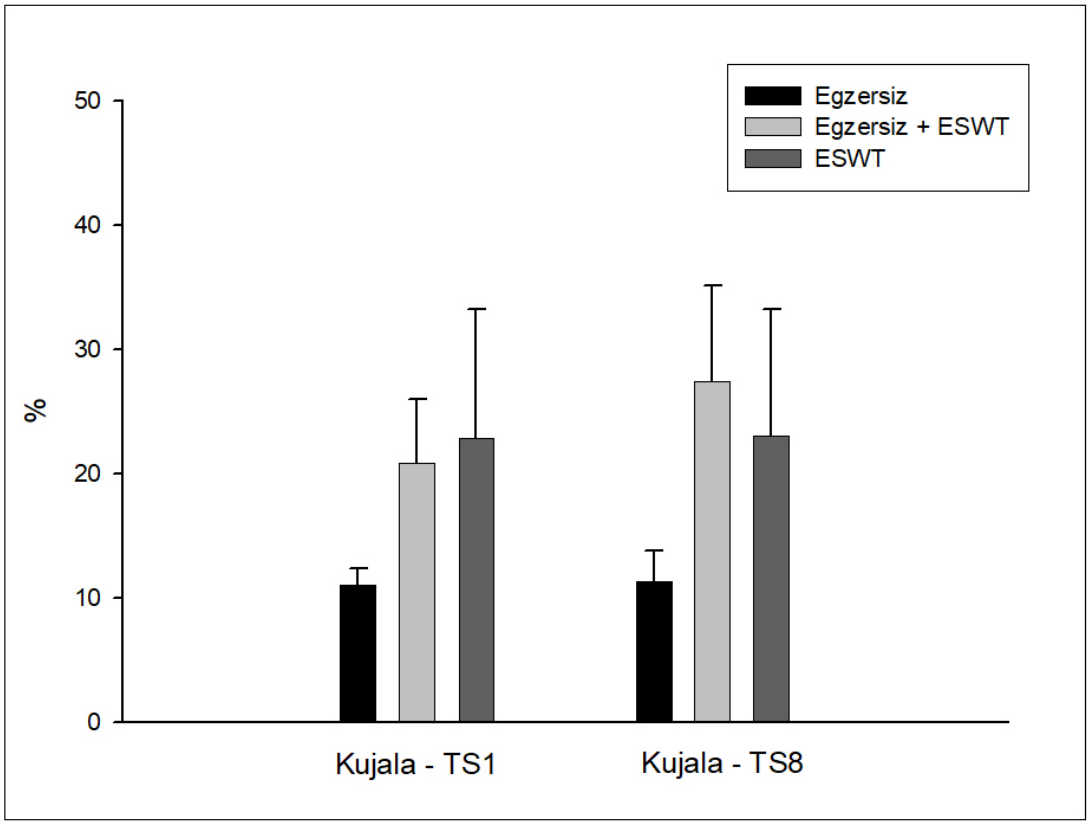
Tedavi öncesi ile tedavi sonrası 1. ve 8. haftalardaki Kujala skorlarındaki değişim incelendiğinde gruplar arasında anlamlı bir fark tespit edilmemiştir ($p>0.05$). Her üç grup için grup içi tedavi öncesi ile tedavi sonrası 1. ve 8. haftalar kıyaslandığında Kujala skorlarında istatistiksel olarak anlamlı bir değişim gözlenmiştir ($p<0.001$) (Tablo-8). Ancak her üç grupta da grup içi tedavi sonrası 1. ve 8. haftalar kıyaslandığında Kujala skorlarında istatistiksel olarak anlamlı bir fark tespit edilmemiştir ($p>0.05$).

Tablo-8: Gruplarda tedavi öncesi ile tedavi sonrası 1. ve 8. haftalarda Kujala skorlarındaki değişim

	Egzersiz	**Egzersiz + ESWT**	**ESWT**
Kujala – TÖ	81.67 (1.76)	72.58 (3.59)	78.17 (4.39)
Kujala – TS1	90.50 (1.57) ***	86.75 (3.90) **	91.42 (1.50) **
Kujala – TS8	90.58 (1.78) **	89.75 (2.12) **	91.75 (2.30) **

Değerler ortalama (standart hata) şeklinde verilmiştir. **TÖ:** Tedavi öncesi **TS1:** Tedavi sonrası 1. hafta **TS8:** Tedavi sonrası 8. hafta **p<0.01 ***p<0.001 Grup içi değerlendirmede tedavi öncesi değerlerle karşılaştırıldığında istatistiksel anlamlı farklılığı göstermektedir.

Tedavi öncesi ile tedavi sonrası 1. ve 8. haftalardaki Kujala skorları arasındaki yüzdesel değişimi incelendiğinde her üç grup arasında anlamlı bir farklılık bulunmamıştır ($p>0.05$) (Şekil-8).



Şekil-8: Gruplarda Kujala skorlarının tedavi sonrası 1. ve 8. haftalar ile tedavi öncesi yüzdesel değişim değerleri
TS1: Tedavi sonrası 1. hafta **TS8:** Tedavi sonrası 8. hafta

4. Kuadriseps İzometrik Kuvvetindeki Değişim

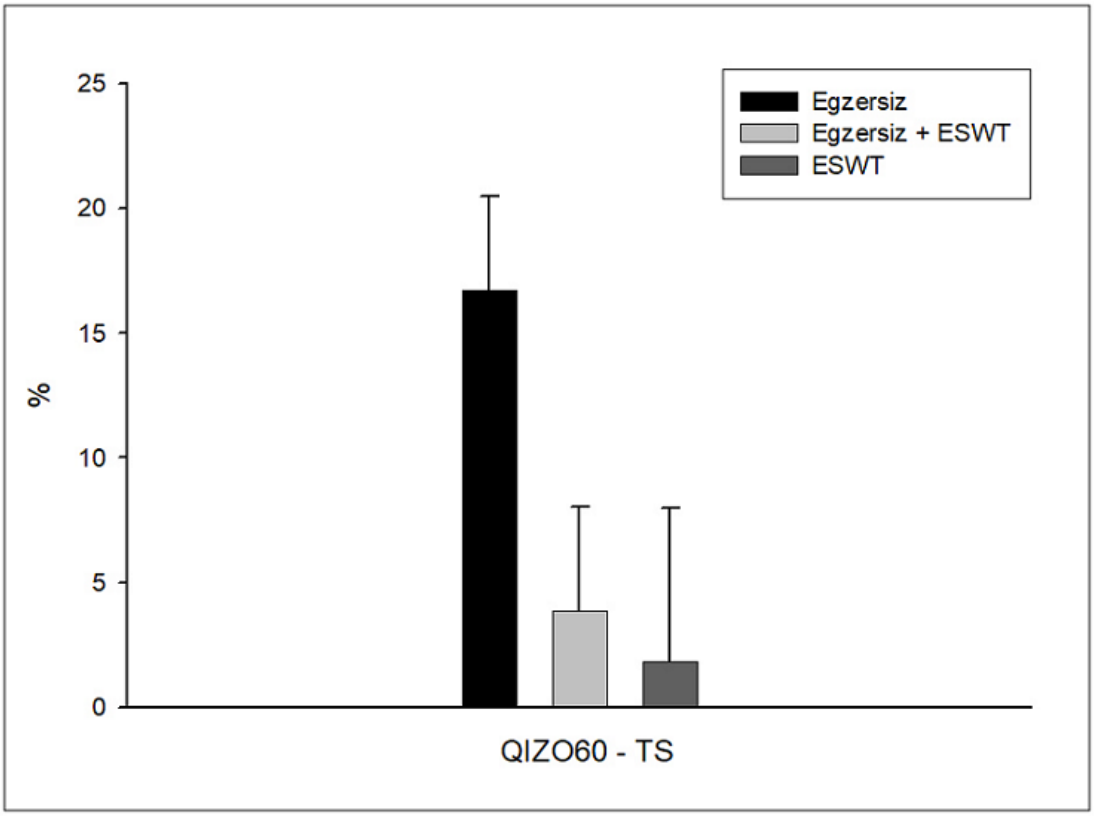
60˚ fleksiyonda kuadriseps izometrik kuvvetinin pik torku ile pik tork/kilo oranının yüzdesinin tedavi öncesi ve sonrası değerleri karşılaştırıldığında gruplar arasında anlamlı bir fark tespit edilmemiştir ($p>0.05$). Her üç grup için grup içi 60˚ fleksiyonda kuadriseps izometrik kuvvetinin pik torku ile pik tork/kilo oranın yüzdesinin tedavi öncesi ve sonrası değerleri kıyaslandığında; sadece egzersiz grubundakilerde tedavi sonrası tedavi öncesine göre istatistiksel olarak anlamlı bir artış tespit edilmiştir ($p<0.001$) (Tablo-9).

Tablo-9: Gruplarda tedavi öncesi ve tedavi sonrası 60˚ fleksiyonda kuadriseps izometrik kuvvetinin pik torku ile pik tork/kilo oranın yüzdesinin değerlerindeki değişim

	Egzersiz	Egzersiz + ESWT	ESWT
Q60İZO – TÖ (N)	166.08 (17.96)	196.75 (21.15)	253.42 (33.06)
Q60İZO – TS (N)	189.00 (16.72) ***	203.25 (21.95)	246.50 (26.80)
%PT - TÖ	241.32 (19.33)	270.41 (21.69)	337.01 (30.81)
%PT - TS	277.34 (17.67) ***	280.51 (24.03)	329.47 (23.58)

Değerler ortalama (standart hata) şeklinde verilmiştir. **Q60İZO:** 60˚ fleksiyonda kuadriseps izometrik kuvvetinin pik tork değeri **TÖ:** Tedavi öncesi **TS:** Tedavi sonrası **N:** Newton **%PT:** Pik tork/kilo oranının yüzdesel değeri ***p<0.001 Grup içi değerlendirmede tedavi öncesi değerlerle karşılaştırıldığında istatistiksel anlamlı farklılığı göstermektedir.

Tedavi öncesi ile tedavi sonrası 60˚ fleksiyonda kuadriseps izometrik kuvvetininin pik tork değerlerindeki yüzdesel değişim incelendiğinde her üç grup arasında anlamlı bir farklılık bulunmamıştır (p>0.05) (Şekil-9).



Şekil-9: Gruplarda 60˚ fleksiyonda kuadriseps izometrik kuvvetinin pik tork değerlerinin tedavi sonrası ile tedavi öncesi yüzdesel değişim değerleri
Q60İZO: 60˚ fleksiyonda kuadriseps izometrik kuvveti **TS:** Tedavi sonrası

5. Egzersiz Tedavisine Uyum

Egzersiz ve Egzersiz + ESWT gruplarındaki gönüllülerin tedavi süresince verilen egzersizleri haftalık ortalama uygulama sıklığı sırasıyla 5.2 ve 4.1 olmuştur.

6. Yan Etkiler

Çalışmaya dâhil edilen ve egzersiz tedavisi uygulanan gönüllülerden hiçbirinde egzersize bağlı önemli bir yan etki görülmemiştir.

Çalışmaya dâhil edilen ve ESWT uygulanan gönüllüler tedavi sırasında özellikle dizin inferomedial ve inferolateralindeki yumuşak dokuda daha belirgin olmak üzere hafif bir ağrı ve rahatsızlık hissi tariflemişlerdir. Tedavinin doğası gereği bu hafif ağrı ve rahatsızlık hissi normal kabul edilmekle beraber ağrıyı daha şiddetli hisseden ve tolere etmekte zorlanan hastalar için doz ayarlaması yapılmıştır.

Egzersiz + ESWT ve ESWT gruplarındaki 24 gönüllüye uygulanan toplam 120 ESWT seansının 15'inden sonra (%12.5) tedavi uygulanan bölgede tedavi sonrası birkaç saat süren ve kendiliğinden geçen hafif bir ağrı tarif edilmiştir. Bunun dışında ESWT uygulamasına bağlı herhangi bir yan etki görülmemiştir.

Bu verilerle birlikte diz çevresine yapılan ESWT'nin gönüllüler üzerinde kısa ve orta vadede ciddi bir yan etki oluşturmadığı ve iyi tolere edildiği görülmüştür.

TARTIŞMA VE SONUÇ

Patellofemoral ağrıda ESWT'nin etkinliğini inceleyen bu çalışmanın sonucunda Egzersiz, Egzersiz + ESWT ve ESWT gruplarının hepsinde tedavi öncesi ile tedavi sonrası 1. ve 8. haftalar kıyaslandığında VAS skorlarında anlamlı bir azalma, Kujala skorlarında da anlamlı bir artış görülmüştür. Her üç grup birbiriyle kıyaslandığında VAS ve Kujala skorlarındaki değişimde anlamlı bir fark tespit edilmemiştir.

1. ESWT'nin PFA Üzerine Etkisi

Bildiğimiz kadarıyla bu çalışma ESWT'nin PFA üzerine etkisini inceleyen ilk çalışmadır. Literatürde ESWT'nin PFA üzerine etkisini inceleyen başka bir çalışma bulunamamıştır. Literatüre bakıldığında ESWT'nin diz ve çevresindeki dokularda daha çok diz osteoartriti (DOA) ve patellar tendinopati tedavisindeki etkinliğinin değerlendirildiği görülmüştür.

14 çalışmanın değerlendirildiği (n=782 gönüllü, 877 diz) bir meta-analizde ESWT'nin DOA hastalarında kısa dönemde ağrıyı azalttığı (VAS skorlarındaki değişim ortalama değer (OD)=1.7, % 95 güven aralığı (GA) 1.1-2.3) ve dizin fonksiyonel kapasitesini iyileştirmeye yardımcı olduğu (Western Ontario and McMaster Universities Osteoarthritis Index [WOMAC] skorunda değişim OD=13.9, %95 GA: 6.9-20.8) sonucuna varılmıştır. ESWT'nin uzun dönem etkisini değerlendirmek için daha çok çalışmaya ihtiyaç olduğu belirtilmiştir (41).

Bir başka meta-analizde 9 çalışma (n=705) değerlendirilmiştir. DOA hastalarında ESWT grubundakilerde kontrol grubundakilere göre tedavinin 2. haftasından tedavi sonrası 6. aya kadar ağrı skorlarında daha düşük (VAS; 2. hafta OD=1.59, p=0.0003, %95 GA: 0.72-2.45 ve 6. ay OD=1.12, p=0.005, %95 GA: 0.34-1.89) ve fonksiyonel durumu değerlendiren skorlarda daha iyi sonuçlar (WOMAC; OD: 11.96, p=0.003, %95 GA: 4.15-19.76) elde edildiği gözlenmiştir. Ayrıca tedavi sonrası 12. ayda herhangi bir rebound ağrı tespit

edilmediği ve ESWT'nin etkisinin 6 ile 12. aya kadar devam edebildiği belirtilmiştir (42).

6 çalışmanın dahil edildiği (n=589) başka bir sistematik derleme ve meta-analizde ESWT alanlarda kontrol gruplarına göre tedavinin 4., 8. ve 12. haftalarında osteoartrit ile ilişkili diz ağrısının azalmasında ve eklem fonksiyonlarının iyileşmesinde etkili ve güvenli bir tedavi yöntemi olarak değerlendirilmiştir (40).

32 çalışmanın dâhil edildiği başka bir sistematik derleme ve meta-analizde diz osteoartritinde ESWT'nin plasebo, steroid, hyaluronik asit, medikasyon, platelet zengin plazma ve kinezyoterapiye göre ağrıda azalma ve fonksiyonel iyileşmede daha etkili olduğu görülmüştür (43).

Bu çalışmada ESWT ile ağrının azaldığı ve dizin fonksiyonel kapasitesinde iyileşme olduğu Egzersiz, Egzersiz + ESWT ve ESWT gruplarının her üçünde de gösterilmekle birlikte gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık gözlenmemiştir. Ayrıca bu etkilerin tedavi sonrası ikinci aya kadar devam ettiği saptanmıştır.

Diz tendinopatileri ve çevre yumuşak doku patolojilerine (kronik patellar tendinopati, pes anserin tendinopatisi, iliotibial band sendromu, Osgood-Schlatter hastalığı gibi) yönelik yapılan 19 randomize kontrollü çalışmanın incelendiği bir meta-analizde ESWT tedavisi alanların plasebo tedavisi alan kontrol gruplarına göre tedavi başarı oranı ve ağrıda azalma açısından istatistiksel olarak anlamlı ölçüde daha etkili olduğunu göstermiştir (44).

Kronikleşmiş PFA ile kronikleşmiş patellar tendinopati histopatolojik olarak incelendiğinde hiperinnervasyon, hipervaskülarizasyon gibi benzer patolojilere bağlı olarak ağrının ortaya çıktığını gösteren çalışmalar vardır (16, 29, 38, 39). ESWT'nin başta patellar tendinopati olmak üzere diz çevresinde görülen birçok yumuşak doku patolojilerinde etkili olmasının bu çalışmada ESWT'nin PFA tedavisindeki etkinliği üzerine elde ettiğimiz sonuçları destekler nitelikte olduğu söylenebilir.

2. ESWT'nin Kuadriseps İzometrik Kuvvetine Etkisi

Literatüre bakıldığında ESWT'nin kuadriseps kası kuvvetine olan etkisini değerlendiren çok az sayıda çalışma bulunmuştur. Bu çalışmalarda da ESWT'nin izometrik kuvvetten ziyade izokinetik kuvvetteki değişime etkisi incelenmiştir.

Patellar tendinopati tanılı sporcuların değerlendirildiği bir çalışmada sporcular deney (n=26) ve kontrol grubu (n=25) olmak üzere ikiye ayrılmıştır. Deney grubundakilere haftada bir olmak üzere toplam 16 doz (2000 atım, 1,5-3 bar, 9-12 Hz) ESWT uygulanmıştır. Kontrol grubuna ise fizik tedavi uygulanmıştır. Tedavi sonunda deney grubunda diz eklemi 60˚/s ve 240˚/s pik torkunda sırasıyla %17.2 ($p<0.01$) ve %7.2 ($p<0.05$); kas dayanıklılığında %17.4 ($p<0.05$) artış görülmüştür. Gruplar arası karşılaştırmada deney grubunda kontrol grubuna göre diz eklemi 60˚/s ve 240˚/s pik torkunda sırasıyla %8.8 ve %5.8; kas dayanıklılığında ise %12.5 ($p<0.05$) artış saptanmıştır. Çalışmada ağrıdan kaynaklı beyne giden geri bildirim sinyallerinin koruyucu etki oluşturmak için kuvvette azalmaya sebep olduğu belirtilerek ESWT'nin diz eklemi izokinetik kuvveti üzerine pozitif etkisi patellar tendinopatiye bağlı ağrıyı azaltması ile ilişkilendirilmiştir (45).

DOA hastalarının dâhil olduğu başka bir çalışmada hastalar r-ESWT (n=52) ve sham-ESWT (n=52) gruplarına ayrılmıştır. Her iki gruba da standart fizik tedavi uygulanmış ve ev egzersiz programı verilmiştir. Hastalara haftada bir, toplam 3 seans uygulanan ESWT tedavisi r-ESWT grubuna 2000 atım, 2-3 bar, 10 Hz; sham-ESWT grubuna ise 0 atım, 0.1 bar, 10 Hz dozlarında verilmiştir. Bu hastalara tedavi öncesi ile tedavi sonrası 0, 1 ve 3. aylarda 60˚/s ve 180˚/s açısal hızlarda diz izokinetik kuvveti ölçülmüştür. r-ESWT grubunda sham-ESWT grubuna göre tedavi öncesi ile kıyaslandığında tedavi sonrası 0. ayda ($p=0.024$), 1. ayda ($p=0.005$) ve 6. ayda ($p=0.006$) istatistiksel olarak anlamlı artışlar tespit edilmiştir (46).

Bu çalışma planlanırken ESWT'nin ağrıyı azaltıcı etkisinin kuadriseps izometrik kuvveti üzerine olumlu etki oluşturabileceği düşünülmüştür. Ancak sadece egzersiz grubunda tedavi öncesi ile tedavi sonrası karşılaştırıldığında

60˚ fleksiyonda kuadriseps izometrik kuvvetinin pik torku üzerinde istatistiksel olarak anlamlı bir artış ($p<0.001$) tespit edilmiştir. Egzersiz + ESWT ve ESWT gruplarında tedavi öncesi ve sonrası 60˚ fleksiyonda kuadriseps izometrik kuvvetinin pik torkunda istatistiksel olarak anlamlı bir değişim saptanmamıştır ($p>0.05$).

Egzersiz tedavisinin uygulandığı Egzersiz ve Egzersiz + ESWT gruplarını düşündüğümüzde kuvvetteki artışın her iki grupta da beklenildiği gibi benzer ölçüde olmaması ESWT dışındaki başka nedenlerle ilişkilendirmek daha doğru olabilir. Tedavi öncesi ölçülen ortalama kuvvet değerlerinin Egzersiz grubunda Egzersiz + ESWT grubuna göre daha az olması, egzersiz tedavisi sonrası birinci grupta ikinciye göre kuvvette daha çok artış olmasının olası nedeni olabilir. Ayrıca egzersiz grubundaki gönüllüler, Egzersiz + ESWT grubundakilere göre egzersizlerin progresyonunu daha iyi yapmış olabilirler. Bunların dışında egzersiz tedavisine uyumun Egzersiz grubunda Egzersiz + ESWT grubuna göre daha iyi olduğu görülmüştür (sırasıyla 5.2 ve 4.1).

Bu çalışma ile PFA hastalarında ESWT'nin tek başına ya da egzersiz tedavisiyle birlikte uygulanmasının ağrıda azalma ve dizin fonksiyonel kapasitesinde iyileşme sağlamasına rağmen bu durumun kuvvet artışına anlamlı bir etkisinin olmadığı görülmüştür. Ancak ESWT'nin ağrı nedeniyle azalmış olduğu varsayılan kuvvete olan etkisini daha net değerlendirebilmek için daha çok gönüllünün dâhil olduğu daha fazla randomize kontrollü çalışmaya ihtiyaç olduğu söylenebilir.

3. Çalışmanın Kısıtlılıkları

Bu çalışmanın en önemli kısıtlılıklarından birisi gönüllülerin gruplara dağılımının kapalı zarf yöntemiyle rastgele yapılmasına rağmen çalışmayı yürütenlerin ve sonuçları değerlendirenlerin kör olmamasıdır.

Çalışmanın bir diğer kısıtlılığı; çalışma öncesi güç analizi yapılarak gönüllü sayısı belirlenmiş olsa da, çalışmaya dâhil edilen gönüllü sayısının bazı gönüllülerin çalışma dışı kalması nedeniyle azalmasıdır. Çalışmaya dâhil

edilen gönüllü sayısı daha fazla olsaydı tedavilerin etkinliği açısından daha farklı bir sonuç elde edilebilirdi.

Bu çalışmada gönüllülere Q açısı, Insall-Salvati oranı, patella alta/baja, genu varus/valgus, femoral anteversiyon, hamstring esnekliği, subtalar pronasyon gibi PFA için risk faktörü olabilecek durumlara yönelik inceleme yapılmamıştır. ESWT'nin bu biyomekanik varyasyonlar üzerinde etkisinin olmayacağı göz önüne alınarak, daha çok ağrı ve dizin fonkisyonel kapasitesi üzerine olan etkisini değerlendirmek amaçlanmıştır.

Uygulanan tedavilerin etkinliğinin değerlendirilmesi tamamen subjektif olan VAS ve Kujala Skorlaması gibi hasta tarafından bildirilen sonuç ölçümleri ile yapılmıştır. Bunların beraberinde radyolojik ve histopatolojik yapısal değişiklikleri değerlendiren daha objektif ölçütlerin kullanılması değerlendirmenin sadece hasta bağımlı olmasının önüne geçebilir ve bize daha detaylı bilgiler sağlayabilirdi.

Egzersiz tedavisi her ne kadar hastalara uygulamalı olarak anlatılıp takibi yapılmış olsa da egzersizlerin ev yerine salonda gözetim altında yapılması egzersizlerin doğru yapılması, progresyonunun sağlanması ve tedavi uyumu gibi faktörlerin daha iyi takibini sağlayabilirdi. Buna karşılık pratikte egzersiz reçetelendirilen her hastanın salonda gözetim altında takibinin zorluğu ve genel olarak hastalar için egzersizleri evde uygulamanın daha konforlu olması gibi faktörler de göz önüne alınmıştır. Ayrıca hastaların verilen egzersiz tedavisine uyumunun iyi olduğu görülmüştür.

4. Sonuç

Bu çalışmanın sonucunda ESWT'nin PFA tedavisinde ağrının azalmasında ve dizin fonksiyonel kapasitesinin iyileşmesinde etkili olduğu; ancak egzersiz tedavisine göre tek başına ya da egzersiz tedavisiyle beraber uygulandığında daha iyi bir klinik etki sağlamadığı gözlenmiştir. Ayrıca ESWT'nin 60˚ fleksiyonda diz izometrik kuvvetine olumlu ya da olumsuz bir etkisinin olmadığı söylenebilir.

Bu çalışmadan elde edilen sonuçlar bize ESWT'nin PFA tedavisinde de iyi bir alternatif olabileceği düşündürmektedir. Ancak ESWT'nin PFA üzerindeki etkinliğini net olarak ortaya koyabilmek için a) daha çok gönüllü sayısının olduğu b) farklı dozların ve uygulama sıklıklarının değerlendirildiği c) PFA tedavisinde kullanılan farklı tedavi yöntemlerine karşı da etkinliğinin kıyaslandığı d) plasebo ESWT tedavisinin uygulandığı kontrol gruplarının olduğu e) kısa ve orta dönem etkisinin yanı sıra uzun dönemdeki etkisini inceleyen daha başka randomize kontrollü çalışmalara ihtiyaç vardır.

KAYNAKLAR

1. Lankhorst NE, Bierma-Zeinstra SMA, van Middelkoop M. Risk factors for patellofemoral pain syndrome: A systematic review. J Orthop Sports Phys Ther 2012; 42(2):81-91.
2. Crossley KM, van Middelkoop M, Barton CJ et al. Rethinking patellofemoral pain: Prevention, management and long-term consequences. Clin Rheumatol 2019;33:48-65.
3. Dey P, Callaghan M, Cook N, et al. A questionnaire to identify patellofemoral pain in the community: An exploration of measurement properties. BMC Muscoskelet Disord 2016;17:237.
4. Smith BE, Selfe J, Thacker D, et al. Incidence and prevalence of patellofemoral pain: a systematic review and meta-analysis. PLoS One 2018;13(1): e0190892.
5. Waryasz GR, McDermott AY. Patellofemoral pain syndrome (PFPS): A systematic review of anatomy and potential risk factors. Dyn Med 2008;7:9.
6. Lankhorst NE, van Middelkoop M, Crossley KM, et al. Factors that predict a poor outcome 5-8 years after the diagnosis of patellofemoral pain: A multicentre observational analysis. Br J Sports Med 2016;50(14):881-6.
7. Stathopulu E, Baildam E. Anterior knee pain: A long-term follow-up. Rheumatology 2003;42(2):380-2.
8. Rathleff MS, Rathleff CR, Olesen JL, et al. Is knee pain during adolescence a self-limiting condition? Prognosis of patellofemoral pain and other types of knee pain. Am J Sports. Med 2016;44(5):1165-71.
9. Collins NJ, Bierma-Zeinstra SM, Crossley KM, et al. Prognostic factors for patellofemoral pain: a multicentre observational analysis. Br J Sports Med 2013;47(4):227-33.
10. Crossley KM. Is patellofemoral osteoarthritis a common sequela of patellofemoral pain? Br J Sports Med 2014;48(6):409-10.

11. Thomas MJ, Wood L, Selfe J, et al. Anterior knee pain in younger adults as a precursor to subsequent patellofemoral osteoarthritis: A systematic review. BMC Muscoskelet Disord 2010;11:201.

12. Rothermich MA, Glaviano NR, Jiacheng Li, et al. Patellofemoral pain: Epidemiology pathophysiology, and treatment options. Clin Sports Med 2015;34:313-27.

13. Dutton RA, Khadevi MJ, Fredericson M. Patellofemoral pain. Phys Med Rehabil Clin N Am 2016;27:31-52.

14. Dye SF. The pathophysiology of patellofemoral pain: A Tissue homeostasis perspective. Clin Orthop Relat Res 2005;436:100-10.

15. Sanchis-Alfonso V, Roselló-Sastre E. Anterior knee pain in the young patient – what causes the pain? “Neural model”. Acta Orthop Scand 2003;74:697-703.

16. Sanchis-Alfonso V, Rosello-Sastre E, Saus-Mes J, et al. Biological causes of anterior knee pain. In: Sanchis-Alfonso V (ed). Anterior knee pain and patellar instability. Second edition. London: Springer; 2011:33-49.

17. Sanchis-Alfonso V. Holistic approach to understanding anterior knee pain: Clinical implications. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc 2014;22(10):2275-85.

18. Sanchis-Alfonso V, Dye SF. How to deal with anterior knee pain in the active young patient. Sports Health 2017;9(4):346-51.

19. Fulkerson JP. The etiology of patellofemoral pain in young active patients: A prospective study. Clin Orthop Relat Res 1983;179:129-33.

20. Sanchis-Alfonso V, Roselló-Sastre E, Monteagudo-Castro C, et al. Quantitative analysis of nerve changes in the lateral retinaculum in patients with isolated symptomatic patellofemoral malalignment. A preliminary study. Am J Sports Med 1998;26:703-9.

21. Sanchis-Alfonso V, Roselló-Sastre E. Immunohistochemical analysis for neural markers of the lateral retinaculum in patients with isolated symptomatic patellofemoral malalignment. A neuroanatomic basis for anterior knee pain in the active young patient. Am J Sports Med 2000;28:725-31.

22. Sanchis-Alfonso V, Roselló-Sastre E, Revert F. Neural growth factor expression in the lateral retinaculum in painful patellofemoral malalignment. Acta Orthop Scand 2001;72:146-9.

23. Sanchis-Alfonso V, Roselló-Sastre E, Revert F, et al. Histologic retinacular changes associated with ischemia in painful patellofemoral malalignment. Orthopedics 2005;28:593-9.

24. Shweiki D, Itin A, Soffer D, et al. Vascular endothelial growth factor induced by hypoxia may mediate hypoxiainitiated angiogenesis. Nature 1992;359:843-5.

25. Mori Y, Fujimoto A, Okumo H, et al. Lateral retinaculum release in adolescent patellofemoral disorders: Its relationship to peripheral nerve injury in the lateral retinaculum. Bull Hosp Jt Dis Orthop Inst. 1991;51:218-29.

26. Maralcan G, Kuru I, Issi S, et al. The innervation of patella: Anatomical and clinical study. Surg Radiol Anat 2005;27:331-5.

27. Woolf CJ. Pain: Moving from symptom control toward mechanism-specific pharmacologic management. Ann Intern Med 2004;140:441-51.

28. Chaussy C, Schmiedt E, Brendel W. Extracorporeally induced distruction of kidney stones by schock waves. Lancet 1980;13(2):1265-8.

29. Loske AM. Medical and biomedical applications of shock waves. First edition. Switzerland: Springer; 2017.

30. An S, Li J, Xie W, et al. Extracorporeal shockwave treatment in knee osteoarthritis: Therapeutic effects and possible mechanism. Biosci Rep 2020;40(11): BSR20200926.

31. Auersperg V, Trieb K. Extracorporeal shock wave therapy: An update. EFORT Open Rev 2020;5:584-92.

32. Simplicio CL, Purita J, Murrell W, et al. Extracorporeal shock wave therapy mechanisms in musculoskeletal regenerative medicine. J Clin Orthop Trauma 2020;11:309-18.

33. Contaldo C, Högger DC, Borozadi MK, et al. Radial pressure waves mediate apoptosis and functional angiogenesis during wound repair in ApoE deficient mice. Microvasc Res 2012;84:24-33.

34. Zhao Z, Ji H, Jing R, et al. Extracorporeal shock-wave therapy reduces progression of knee osteoarthritis in rabbits by reducing nitric oxide level and chondrocyte apoptosis. Arch Orthop Trauma Surg 2012;132:1547-53.

35. Gollwitzer H, Gloeck T, Roessner M, et al. Radial extracorporeal shock wave therapy (rESWT) induces new bone formation in vivo: Results of an animal study in rabbits. Ultrasound Med Biol 2013;39:126-33.

36. Wang FS, Yang KD, Kuo YR, et al. Temporal and spatial expression of bone morphogenetic proteins in extracorporeal shock wave-promoted healing of segmental defect. Bone 2003;32:387-96.

37. Wang FS, Wang CJ, Chen YJ, et al. Ras induction of superoxide activates ERK-dependent angiogenic transcription factor HIF-1 and VEGF-A expression in shock wavestimulated osteoblasts. J Biol Chem 2004;279:10331-7.

38. Messner K, Wei Y, Andersson B, et al. Rat model of Achilles tendon disorder. A pilot study. Cells Tissues Organs 1999;165:30-9.

39. Sanchis-Alfonso V, Roselló-Sastre E, Subías-López A. Neuroanatomic basis for pain in patellar tendinosis ("jumper's knee"): A neuroimmunohistochemical study Am J Knee Surg 2001;14(3):174-7.

40. Ma H, Zhang W, Shi J, et al. The efficacy and safety of extracorporeal shockwave therapy in knee osteoarthritis: A systematic review and meta-analysis. Int J Surg 2020;75:24-34.

41. Avendaño-Coy J, Comino-Suárez N, Grande-Muñoz J, et al. Extracorporeal shockwave therapy improves pain and function in subjects with knee osteoarthritis: A systematic review and meta-analysis of randomized clinical trials. Int J Surg 2020;82:64-75.

42. Hsieh CK, Chang CJ, Liu ZW, et al. Extracorporeal shockwave therapy for the treatment of knee osteoarthritis: A meta-analysis. Int Orthop 2020;44:877-84.

43. Chen L, Ye L, Liu H, et al. Extracorporeal shock wave therapy for the treatment of osteoarthritis: A systematic review and meta-analysis. Biomed Res Int 2020:1907821.

44. Liao CD, Xie GM, Tsauo JY, et al. Efficacy of extracorporeal shock wave therapy for knee tendinopathies and other soft tissue disorders: A meta-analysis of randomized controlled trials. BMC Musculoskelet Disord 2018;19(1):278.

45. Cheng L, Chang S, Qian L, et al. Extracorporeal shock wave therapy for isokinetic muscle strength around the knee joint in athletes with patellar tendinopathy. J Sports Med Phys Fitness 2019;59(5):822-7.

46. Uysal A, Yidizgoren MT, Guler H, et al. Effects of radial extracorporeal shock wave therapy on clinical variables and isokinetic performance in patients with knee osteoarthritis: A prospective, randomized, single-blind and controlled trial. Int Orthop 2020;44(7):1311-9.

TEŞEKKÜR

Başta tez konusu seçiminden yazım aşamasına kadar bana her aşamada yardımcı olan ve anlayış gösteren hocam Prof. Dr. Bedrettin Akova'ya,

Araştırma görevlisi olduğum süre boyunca eğitimime katkıda bulunan, bilgi ve deneyimlerini benimle paylaşan Prof. Dr. Hakan Gür ve Prof. Dr. Ufuk Şekir hocalarıma,

Dört yıl boyunca beraber çalıştığım ve desteklerini hep yanında hissettiğim Bursa Uludağ Üniversitesi Spor Hekimliği Anabilim Dalı personellerine ve çalışma arkadaşlarıma,

Rotasyonlarımda eğitimime katkıda bulunan tüm öğretim üyelerine,

Pandemi koşullarında büyük bir özveriyle çalışmama katılan tüm gönüllülere,

Tezin fotoğraflarındaki katkılarından dolayı Dr. Melike Tuğran ve Dr. Canalp Mandacı'ya,

Birçok fedakârlıklarla benim bugünlere gelmemde büyük emekleri olan, desteklerini ve sevgilerini hep yanımda hissettiğim başta annem Leyla Yalaki, rahmetli babam Ali Yalaki, abim Yalçın Yalaki, ablam Yeşim Yalaki, yengem Zahide Yalaki ve eniştem Gökhan Yoldaş olmak üzere ailemin tüm fertlerine,

Sonsuz teşekkürlerimi ve şükranlarımı sunarım.

ÖZGEÇMİŞ

[redacted] tarihinde [redacted]'da doğdum. İlköğretimi Celalettin Sayhan İlköğretim Okulu'nda okudum. Ortaöğretimi okuduğum Adana Anadolu Lisesi'nden okul ikincisi olarak mezun oldum. 2007 yılında başladığım Çukurova Üniversitesi Tıp Fakültesi'nden 2013 yılında mezun oldum. Mezun olduktan sonra 6 ay kadar Mersin Bozyazı Devlet Hastanesi'nde acil pratisyen hekimi olarak çalıştım. Eylül 2014 Tıpta Uzmanlık Sınavı (TUS) ile Ankara Numune Eğitim ve Araştırma Hastanesi Enfeksiyon Hastalıkları ve Klinik Mikrobiyoloji bölümünü kazandım. Yaklaşık 3 sene orada çalıştıktan sonra Ekim 2017'de Bursa Uludağ Üniversitesi Tıp Fakültesi Spor Hekimliği bölümüne geçiş yaptım ve halen uzmanlık eğitimime devam etmekteyim.