



PATELLOFEMORAL AĞRI SENDROMU TEDAVİSİNDE SON BEŞ YILDA KANITA DAYALI YENİ FİZYOTERAPİ YAKLAŞIMLARI

Musa ÇANKAYA^{1*}, İlkin ÇITAK KARAKAYA²

¹Necmettin Erbakan Üniversitesi, Seydişehir Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu, Terapi ve Rehabilitasyon Bölümü, 42370, Seydişehir, Konya, Türkiye

²Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Fizyoterapi Ve Rehabilitasyon Bölümü, 48000, Muğla, Türkiye

Özet: Patellofemoral ağrı sendromu (PFAS), fleksiyon ve ekstansiyon sırasında dize aşırı yüklenme nedeniyle çömelme, koşma, tırmanma ve merdiven inip çıkma gibi ekleme yük binen aktiviteler sırasında ki ön diz ağrısı olarak tanımlanır. Klinik teşhiste altın bir standart yoktur. Olabilecek diğer problemler elimine edilerek tanı konulur. Konservatif tedavide nonsteroid anti-inflamatuvar ilaçlar, dizlik, bantlama, germe ve kuvvetlendirme egzersizleri uygulanmaktadır. Egzersiz programı olarak, PFAS'li hastalarda en etkin yöntemin, kuadriseps ve proksimal kalça egzersizlerinin birleştirilmesi yönünde olduğu belirtilmektedir. PFAS'de kullanılan yeni tedavi yöntemlerini belirlemek amacıyla PubMed, Google Scholar ve Science Direct veri tabanında "patellofemoral pain syndrome", "patellofemoral pain syndrome treatment", "intervention for patellofemoral pain syndrome" ve "patellofemoral ağrı sendromu", "patellofemoral ağrı sendromu tedavisi", "patellofemoral ağrı sendromu için müdahale" yazılarak İngilizce ve Türkçe dillerinde tarama yapılmıştır. Tarama başlangıç tarihi 2016 olup, belirlenen veri tabanlarında 30 Kasım 2021 tarihine kadar yer alan konuyla ilgili tüm araştırmalar incelenmiştir. Bu araştırmada PFAS'de kullanılan tedaviler ve tedavi yöntemlerindeki yeni yaklaşımlar üzerinde durulmuştur. Yeni çalışmalar, rehberler PFAS'de etkili olabilecek yeni yaklaşımların kullanılabilceğini göstermektedir. 5. Uluslararası Patellofemoral Ağrı tedavisi araştırma konsensüs kararlarında yürümenin tekrar eğitimi ve kan akımı kısıtlanmalı egzersizlerin PFAS'de yeni tedavi seçenekleri olarak kullanılabilceğinden bahsedilmiştir. Ayrıca son yıllarda yapılan çalışmalarda dizle ilgili vakum ve elastometrik bresler ve teknoloji destekli theraband, vücut vibrasyon eğitiminin kullanılabilceği belirtilmiştir.

Anahtar kelimeler: Patellofemoral sendrom, Ön diz ağrısı sendromu, Kan akışı kısıtlama eğitimi, Tüm vücut vibrasyon eğitimi


New Evidence-Based Physiotherapy Approaches in the Treatment of Patellofemoral Pain Syndrome in the Last Five Years


Abstract: Patellofemoral pain syndrome (PFPS) is defined as anterior knee pain during activities that are loaded with joint loads such as crouching, running, climbing, up and down stairs due to knee overload during flexion and extension. There is no gold standard in clinical diagnosis. Other possible problems are eliminated and diagnosis is made. In conservative treatment nonsteroidal anti-inflammatory drugs, knee brace, taping, stretching and strengthening applications are performed. As an exercise program, the most effective method in patients with PFAS is to combine quadriceps and proximal hip exercises. In order to determine new treatments used in PFPS, "patellofemoral pain syndrome", "patellofemoral pain syndrome treatment", "intervention for patellofemoral pain syndrome" were written and screened in PubMed, Google Scholar and Science Direct database. The scanning start date is 2016, and all the researches on the subject up to 30 November 2021 in the determined databases were examined. In this research, the treatments used in PFPS and new approaches in treatment are emphasized. New studies, guidelines show that new approaches that can be effective in PFPS can be used. 5. In the international patellofemoral pain treatment consensus decisions, it was mentioned that gait retrain and blood flow restricted exercises could be used as new treatment options in PFPS. In addition, in recent studies, it has been stated that vacuum and elastometric knee braces and technology supported theraband, body vibration training can be used.

Keywords: Patellofemoral syndrome, Anterior knee pain syndrome, Blood flow restriction training, Whole body vibration

*Sorumlu yazar (Corresponding author): Necmettin Erbakan Üniversitesi, Seydişehir Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu, Terapi ve Rehabilitasyon Bölümü, 42370, Seydişehir, Konya, Türkiye

E mail: musa-cankaya@hotmail.com (M. ÇANKAYA)

Musa ÇANKAYA  <https://orcid.org/0000-0002-2093-5036>

İlkin ÇITAK KARAKAYA  <https://orcid.org/0000-0003-0233-4533>

Gönderi: 01 Ocak 2022

Kabul: 12 Nisan 2022

Yayınlanma: 01 Eylül 2022

Received: January 01, 2022

Accepted: April 12, 2022

Published: September 01, 2022

Cite as: Çankaya M, Çitak Karakaya İ. 2022. New evidence-based physiotherapy approaches in the treatment of patellofemoral pain syndrome in the last five years. BSJ Health Sci, 5(3): 356-364.

1. Giriş

Patellofemoral ağrı sendromu (PFAS), fleksiyon ve ekstansiyon sırasında dize aşırı yüklenme nedeniyle patella çevresinde ortaya çıkan dizin en sık görülen ağrı sendromudur. Doğası gereği travmatik olmayan, çömelme, koşma, tırmanma ve merdiven inme gibi ekleme

yük binen aktiviteler sırasında oluşan ağrı ön diz ağrısı olarak tanımlanmaktadır (Smith ve ark., 2018). PFAS 10-55 yaş aralığındaki bireylerde en yaygın görülen diz patolojisidir (Winters ve ark., 2020). PFAS genel popülasyonda özellikle adölesanlarda, genç aktif yetişkinlerde, elit sporcularda, askeri görevlilerde daha



yüksek insidanda olmakla birlikte en sık olarak kadınlarda ortaya çıkmaktadır (Smith ve ark., 2018; Winters ve ark., 2020). Prevalansı %15-45 arasındadır (Winters ve ark., 2020). PFAS tüm yaş gruplarının %85' ini etkilemekle birlikte ve hasta bireylerin %90'ına varan oranda tekrarlayabilmektedir. İlerleyen zamanlarda patellofemoral osteoartrite yol açabilmektedir. Yüksek prevalans ve ortalama 20 yıl süren yakınmalardan dolayı, ülkeler için tıbbi harcamalar konusunda çok büyük ekonomik yük oluşturmaktadır (Marra, 2020).

1.1. Patellofemoral Eklem Anatomi ve Biyomekanisi

Patellofemoral eklem kuadriseps kasına mekanik desteklik sağlar. Diz ekstansiyon kuvvetini %50 artırır. Anatomik olarak lateraldeki yapılar medialdeki yapılardan daha güçlüdür. Bu nedenle kuvvetler patellayı laterale hareket ettirir. Ayrıca Kuadriseps kasının, Vastus Medialis Obliquus (VMO) parçası, Vastus Lateralise (VL) göre daha küçük ve daha yavaş kasılan liflere sahip olduğu bilinmektedir. VMO son 20-30 drc patellanın primer stabilizörüdür. Bu açı aynı zamanda patellofemoral ağrının en fazla meydana geldiği açıdır. Patellofemoral eklem, yürüme sırasında vücut ağırlığının yarısı, merdiven inip-çıkma sırasında 3-4 katı, çömelme esnasında 7-8 katı yük biner (Kuru ve Yalman, 2012). Ayrıca obezite ve vücut postür bozuklukları diz eklemine olan yükü artırmakta, dize binen yük artışında patellar bölgede ağrıya neden olmaktadır.

1.2. Patellanın Laterale Hareketi

Yapılan çalışmalarda PFAS'de patellanın lateralizasyonun önemli rol oynadığına rastlanmıştır. Draper ve ark. (2012) dinamik MRI squat sırasında patellanın lateralizasyonunu ve laterale tiltini göstermiştir. Witvrouw ve ark. (2000) hiper mobil patellanın PFAS insidansı ile kayda değer ilişki olduğunu belirtmiştir. Wilson ve ark. (2009) PFAS'li hastalarda patellar kaymayı incelemek için deri üzerine elektrotlar ve optik elektronik hareket yakalayıcıları kullanmışlardır. Yaptıkları çalışmada PFAS'li hastaların patellasının sağlıklı gruba kıyasla artmış lateral kayma (maltracking), patellar spin ve lateral tilt eğiliminde olduğunu belirtmişlerdir. Patellanın laterale hareketi ise bireylerde ön diz ağrısı olarak ortaya çıkmaktadır. Ağrı, hareketi ve fonksiyonelliği kısıtlamaktadır.

PFAS önemli yapısal değişiklikler olmaksızın ön diz ağrısının en yaygın nedenidir. Klinik teşhiste altın bir standart yoktur. Olabilecek diğer problemler elimine edilerek tanı konulur. Bu nedenle bir dışlanma kriteri tanısıdır. Tanıda patellofemoral kompresyon testi, dirençli diz ekstansiyonda ve patellanın palpasyonunda ağrı gibi subjektif ve objektif yöntemler detaylı olarak incelenir (Smith ve ark., 2018). PFAS dizin ön kısmında retropatellar ve peripatellar bölgede ağrı ile karakterizedir (Marra, 2020). PFAS diz hareketleri sırasında patellar dizilimdeki kuvvet dengesizliğinden dolayı kaynaklanmaktadır (Emamvirdi ve ark., 2019). PFAS semptomlarının çeşitliliği nedeniyle geniş şekilde tartışılan bir terminolojiye sahiptir. Bu durum aynı zamanda koşucu dizi, patellar ağrı, patellar kondropati, patellar aşırı yük sendromu olarak da bilinmektedir

(Karakaşlı ve ark., 2014).

Patellofemoral ağrı sendromunda risk faktörleri arasında fonksiyonel testlerde zayıflık, gastroknemius, hamstring, kuadriseps ve iliotibial bant gerginliği, genel bağ laksitesi, hamstring, kuadriseps ve kalça kasları zayıflığı, aşırı kuadriseps (Q) açısı, patellar kompresyon veya tilti ve anormal VMO/VL refleksi yer almaktadır. PFAS'de etkin tedavinin ortaya çıkarılabilmesi için, sendroma neden olabilecek birincil nedenler üzerinde durulmalıdır (Hu ve ark., 2019). PFAS nedenleri çok faktörlü olup, hastalığa neden olabilecek asıl etkilerin belirlenmesi zordur. Bu bağlamda PFAS biyomekaniksel açıdan düşünüldüğünde, ayak bileği, diz ve kalça eklemi arasında güçlü bir ilişki olduğu görülmektedir (Carlson ve ark., 2017).

Koşma, çömelme ve squat aktiviteleri sırasında PFAS'li kadınlarda anormal kalça biyomekanikliği olduğu bildirilmiştir. Bu hareketler aşırı kontralateral pelvik drop, kalça adduksiyonu ve kalça iç rotasyonunun neden olmaktadır. Bu bağlamda dizde Q açısı artmakta ve patellofemoral eklem lateral eklem stresini artırarak ağrıya neden olmaktadır (Noehren ve ark., 2012).

1.3. Tedavide Genel Yaklaşım

PFAS'de çoğu tedavi konservatiftir. Cerrahi müdahaleler çok azdır. Bu genellikle çeşitli formlarda egzersiz, nonsteroid anti-inflamatuar ilaçları, dizlik, bantlama, germe, esneklik ve kuvvetlendirme egzersizlerini, propriyosepsiyon, endurans, fonksiyonel eğitimi, bantlamayı, ayak ortezini ve spora kademeli bir dönüşü içerir (Willy ve ark., 2019). Egzersiz programı, PFAS tedavileri içerisinde en etkin yöntemdir (Evcik ve ark., 2010).

Konservatif tedavi uygulandığında özellikle kuvvetlendirme egzersizleri, egzersiz programlarının önemli bir parçası olarak kabul edilir. Geleneksel olarak kuadriseps kuvvetlendirme, PFAS'li hastalarda fonksiyonel yeniden eğitim için kullanılmaktadır (Willy ve ark., 2019). Gluteus maksimus ve gluteus medius frontal ve transvers düzlemde kalçanın primer stabilizörleridir. PFAS'li hastalarda bu kaslar zayıf olduğu için, PFAS tedavisinde kalça kaslarının kuvvetlendirilmesi önerilmektedir. Ayrıca ağrıyı azaltma ve gelişmiş fonksiyonel beceriler açısından daha iyi sonuçlar elde etmek için PFAS'li hastalarda kuadriseps, proksimal kalça egzersizlerinin birleştirilmesi önemle tavsiye edilmektedir (Collins ve ark., 2018; Corum ve ark., 2018). PFAS ile ilgili bir kohort çalışmasında, kalça kaslarının kuvvetlendirilmesinin kısa sürede ağrının azaltılmasında etkili olduğu belirtilmiştir (Dolak ve ark., 2011). Marra ve ark. (2020) patellofemoral ağrıyla ilgili rehberde ağrının azaltılması ve fonksiyonla gelişiminin artması için birincil tedavi olarak posterior kalça ve kuadriseps egzersizlerin yapılması gerektiğini belirtmiştir (Marra, 2020).

Genel olarak çok yönlü bir tedavi yapılmasına rağmen, PFAS tekrarlama oran %91' lerin üzerindedir. Tedavi edilen bireylerin %55'inin üç ayda ve %40'ının ise on iki ayda şikayetlerinin devam ettiği görülmektedir. Olguların %57' sinin ise beş ile sekiz yılda tamamen iyileşemediği belirtilmektedir (de Souza Júnior ve ark., 2021).

Semptomların geri dönüşü hem hasta, hem de tedavi sağlayıcılar için hayal kırıklığı oluşturmaktadır. Yüksek tekrarlama oranı nedeniyle daha etkin ve yeni tedavi seçeneklerinin üzerinde odaklanılması gerekmektedir.

2. Materyal ve Yöntem

PFAS' de kullanılan yeni tedavi yöntemlerini belirlemek amacıyla PubMed, Science Direct ve Google Scholar veritabanlarında "ön diz ağrısı", "patellofemoral ağrı sendromu", "patellofemoral ağrı sendromu tedavi", "patellofemoral ağrı sendromu için müdahale veya yeni tedavi", "Anterior knee pain", "Patellofemoral pain syndrome", "Patellofemoral pain syndrome treatment", "reat or new treatment for patellofemoral pain syndrome" kelimeleri kullanılarak tarama yapılmıştır. Tarama başlangıç tarihi 2016 olup (son beş yıl), belirlenen veri tabanlarında 30 Kasım 2021 tarihine kadar yer alan konuyla ilgili tüm araştırmalar incelenmiştir. "Patellofemoral pain syndrome" yazılarak arama yapıldığında Pubmed veritabanında 562, Science direct 1054, Google Scholar veritabanında gelişmiş aramalarda sadece başlıklar seçilerek 377 araştırma bulunmuştur. Bu sonuçlar ayrıntılı bir şekilde incelenmiştir. Bu araştırmalarda PFAS' de kullanılan tedavi yöntemleri ve tedavideki yeni yaklaşımlar üzerinde durulmuştur. Bu yaklaşımlar belirlenirken PFAS ile ilgili rehberlerden de faydalanılmıştır. İncelemeler sonrasında PFAS kullanılabilir 5 yaklaşım belirlenmiştir. Sonrasında bu yaklaşımlar "Patellofemoral pain Gait Retraining", "Patellofemoral Pain Blood Flow Restriction Training", "Patellofemoral Pain Blood Whole Body Vibration", "Patellofemoral Pain Elastomeric Knee Braces", "Patellofemoral Pain Technology Assisted Exercise Band (Bandcizer)" anahtar kelimeleri yazılarak tekrar değerlendirilmiştir. Bulunan makaleler dahil edilmiştir. Tedavi yaklaşımlarının karşılaştırmalı sonuçları incelenmiştir. İleri ki çalışmalar için yol göstereceği düşünülmektedir.

Bu çalışma için etik kurul onayı gerekmemekte olup temin edilmemiştir.

3. Patellofemoral Ağrı Sendromunda Yeni Tedavi Yöntemleri

PFAS tanısında geleneksel tedavi olarak egzersizin çeşitli formları, splint, bantlama ve ayak ortezleri yaygınlıkla kullanılmaktadır. Fakat bu yaklaşımlarında semptomları başarılı bir şekilde çözemediği görülmüştür. Standart yaklaşımların başarılı olamamasından ve yüksek tekrarlama oranlarından dolayı, sorunun altta yatan sebebi iyice araştırılmalıdır (Davis ve ark., 2020). PFAS ile ilgili yeni çalışmalar, PFAS yönetiminde etkili olabilecek yeni yaklaşımların kullanılabilirliği göstermektedir. 5.Uluslararası Patellofemoral Ağrı Tedavisi araştırma (2018) konsensus kararlarında, yürümenin tekrar eğitimi ve kan akımı kısıtlayıcı egzersizlerin PFAS tanılı vakalarda yeni tedavi seçenekleri olarak kullanılabilirliği belirtilmiştir (Collins ve ark., 2018). Ayrıca elastometrik

breyler ve teknoloji destekli elastik dirençli bant yöntemleri de mevcuttur (Rathleff ve ark., 2016; Uboldi ve ark., 2018). Yapılan yeni çalışmalarda tüm vücut vibrasyon eğitiminde de kullanılabilirliği belirtilmiştir (Corum ve ark., 2018; Yañez-Álvarez ve ark., 2020; Rasti ve ark., 2020).

3.1. Yürümenin Tekrar Eğitimi

Yürümenin Tekrar Eğitimi (YTE), nörolojiksel teknikler veya yoğun egzersizler ile yürüyüşün rehabilitasyonuna odaklanan, non-invazif bir tekniktir (van Gelder ve ark., 2018). YTE tedavisi hastanın koşu bandında, ayna veya bir görüntü karşısında yürümedeki bozuklukların fizyoterapist veya yazılım programı sayesinde azaltılmasına dayanmaktadır. Hastadan bu anormal hareketleri, sesli ikaz ve yazılım programı yardımıyla düzeltilmesi istenmektedir. Bu yeni yürüyüş paternine, uyum sırasında en yaygın yaklaşım normal hareket paternlerini kontrol altına almak ve kasları kuvvetlendirmektir. Tedavi ortalama 4-6 hafta kadar sürmekte, 2-3 ayda ise alışkanlık haline gelmesi gerekmektedir. Devam eden dönemde ise aktiviteler kademeli olarak artırılmalıdır (Davis ve ark., 2020).

Willy ve Davis (2011) yaptığı çalışmada 40 bireyi, kalça kuvvetlendirme deney grubu ve kontrol grubunu randomize etmiştir. Kalça abduktör ve dış rotatörler kaslarına yönelik 6 haftalık kuvvetlendirme programı uygulamıştır. Bu kasların kuvvetinde artış olmasına rağmen kalça adduksiyonu, iç rotasyonunda, kontralateral pelvik düşmede (drop) azalma (bu parametreler PFAS'da görülen yaygın bozukluklardır) gözlemlenmiştir. Willy ve Davis (2011) bu sonuçlar nedeniyle tek başına kuvvetlendirme programının hareket şeklini değiştirmedini öne sürmüştür. Kuvvetlendirme farklı hareket etme kapasitesi sağlayabilir, fakat kişinin hareket etme şeklini değiştirmek için hareketin yeniden eğitimi yoluyla motor modelin yeniden programlanmasının gerekli olduğu belirtilmiştir (Davis ve ark., 2020). Yürümenin tekrar eğitimi uzman görüşü olarak tavsiye edilmektedir (Barton ve ark., 2015).

Çalışmalar yeniden yürüyüş eğitiminin PFAS yönetiminde etkili bir tedavi sağladığını göstermektedir (Dos Santos ve ark., 2019; Davis ve ark., 2020). Noehren ve ark. (2011) PFAS'lı hastalarda yaptıkları çalışmada, YTE tedavisi ile kalça mekaniklerinden önemli gelişmeye bağlı olarak ağrı azalma ve fonksiyonel düzeyde artma sağlamışlardır. Roper ve ark. (2016) yaptıkları PFAS' lı hastalarında yürümenin tekrar eğitimi tedavisinde diz ağrısının önemli derece azaldığını, bu azalmanın kalça abduksiyon açılarındaki değişiklik ve ayağın ilk teması sırasında diz fleksiyon açılarındaki artış nedeniyle olduğunu belirtmişlerdir. Willy ve ark. (2012) PFAS'lı kadın koşucularda tam boy aynası kullanarak yaptıkları araştırmada, YTE'nin koşu sırasında anormal mekaniklerin ağrı azaltılmasında ve fonksiyonel becerilerin artırılmasında anlamlı değişiklikler olduğunu saptamıştır. Futrell ve ark. (2020), Willy ve ark. (2016) yaptıkları çalışmalarda vertikal yükü azaltmada, dize binen yükü azaltmada en etkili yolun ön ayak vuruş

modeline geçiş olduğu belirtilmiştir.

PFAS'li hastalarda YTE ile ilgili son 5 yıldaki çalışmalar Tablo-1' de özetlenmiştir. Bu çalışmaların çoğu koşuculara yapılmıştır. Koşma esnasında kalça adduksiyonunu azaltmaya, öne eğilmeyi arttırmaya, ön ayak vuruşuna geçmeye ve kadansı arttırmaya yöneliktir. Bir dizi araştırmada ise yürüme, çömelme, merdiven inme-çıkma, sandalyeden kalkmaya odaklanılmıştır. Son 5 yıldaki çalışmaların hepsinde ağrı ve fonksiyonellikle ilgili gelişmeler olduğunu bildirilmiştir. Çalışmalarda motor kontrol prensibine bağlı olarak hastalara geri bildirim sağlanmasında yeterli dozun önemli olduğu görülmüştür. Zaman için en büyük ağrı azalması ve kalıcı değişiklikler haftada 3-4 seans olan, toplamda 8-18 seansı içeren çalışmalarla kaydedilmiştir. Bunun aksine tedavi

sırasında geri bildirim bulunmadığı veya ara vermeden sürekli yapılan tedaviler şeklinde olan çalışmalarda ağrı azalmasının en az olduğu saptanmıştır (Corum ve ark., 2018; Yañez-Álvarez ve ark., 2020).

YTE klinikte koşu bandı ve görsel feedback olarak ayna karşısında fizyoterapist eşliğinde kolaylıkla yapılabilecek bir tedavidir. Tedavi süresi ortalama 2-4 hafta arasında değişmekte olup, etkinliğin artırılması için uzun süreli takipler gerekmektedir. Tedavide önemli olan hastanın YTE' ye iyi düzeyde katılması, fizyoterapist tarafından yürüme bozuklukları ilgili geri bildirimleri düzeltmeye çalışmasıdır. Çalışmalarda sesli geri bildirim için telefon üzerinden uygulamalar, hastanın hareketlerin daha iyi belirlenmesi için biyomekanik analizler de kullanılmıştır.

Tablo 1. Patelofemoral ağrısı sendromunda yeni yaklaşımlar

| Yazarlar | Yayın tarihi | Çalışma tipi | Örneklem grubu | n | Tedavi Grubu | Veri toplama aracı | Tedavi Süresi | İstatiksel sonuç | Sonuç |
|------------------|--------------|--------------|----------------------------------|----|--------------|---------------------------------|---------------|--------------------|---|
| Santos A. | 2019 | RCT | DG1,2,3 | 18 | YTE | AKPS, AEFS, biyomekani k analiz | 2hf,8s | P<0,001 eb=0,19 | 3 farklı YTE' de de ağrı azaldı ve fonksiyonellikle anlamlı derecede arttı. |
| Banocci J. | 2017 | RCT | DG1=YTE DG2=AOG | 16 | YTE | AKPS, VAS | 6hf,12s | P<0,05 | YTE ile AOG grubuna kıyasla daha fazla oranda ağrı azaldı ve fonksiyonellikle anlamlı derecede arttı. |
| Roper j. | 2016 | RCT | DG=YTE KG | 16 | YTE | VAS, ÜBHA | 2hf,8s | P<0,05; eb=0,02 | Diz ağrısı anlamlı derecede azaldı. Üç grupta da ağrı anlamlı derece azaldı. |
| Esculier J.F. | 2020 | RCT | DG1=Eği DG2=Egz DG3=YTE | 68 | YTE | VAS, GYUIDT | 2 hf,5s | P<0,001 | Sadece Egzersiz ve YTE' de fonksiyonellikle arttı. Semtomlar azaldı. |
| Junior J,R,S. | 2021 | RCT | DG1=YTE+S DG2=YTE-S KG | 21 | YTE | VAS, PFHS, Kinematik analiz | 2hf,8s | P<0,05 | Ağrı anlamlı DG1' de anlamlı derece azaldı. |
| Korakakis V. | 2017 | RCT | DG=KAKT+ DDE KG=DDE | 40 | KAKT | NAS, FT | 8hf | P<0,001 eb:0,56 | DG ağrı anlamlı azaldı. Gruplar arasında anlamlı fark yoktu. |
| Giles L. | 2017 | RCT | DG=KAKT+ KK KG=KK | 69 | KAKT | VAS, KPFS | 8hf, 24s | P<0,001 | Her iki grupta ağrı ve GYA anlamlı azaldı. |
| Antonis C. | 2020 | RCT ,AP | DG=KAKT+D KE KG=DKE DG= | 76 | KAKT | VAS, KPFS, TKÖ, FT | 8hf,12s | ----- | ----- |
| Rasti E. | 2020 | RCT | TVVE+Egz KG=Egz DG= TVVE+ | 24 | TVVE | NAS, FT | 4hf.12s | P<0,001 eb:0,2 | Her iki grupta da ağrı anlamlı azaldı. Esneklik DG anlamlı olarak arttı. |
| Yanez-Alvarez A. | 2020 | RCT | DG= TVVE+ Egz KG= Egz | 50 | TVVE | VAS, FT, KPFS AEFS | 4hf.12s | P<0,001 eb:0,43 | DG ağrı anlamlı azaldı. Fonksiyonellikle arttı. |
| Çorum M. | 2018 | RCT | DG= TVVE+ EvEgz KG= EvEgz | 40 | TVVE | VAS, KPFS, SF-36 | 8f,24 s | P<0,005 | Her iki grupta da ağrı anlamlı azaldı, diz ektansör kuvvet arttı. |

Randomize kontrollü (RCT), Araştırma Protokolü (AP), Deney grubu (DG), Kontrol Grubu (KG), Ayak Ortez Grubu (AOG), Yürümenin tekrar eğitimi (YTE), Kan Akışı Kısıtlama Teapisi (KAKT), Tüm vücut vibrasyonu eğitimi (TVVE), Düşük Direçli Eğitim (DDE), Kuadriseps Kuvvetlendirme (KK), Süpervizörlü (+S), Süpervizörsüz (-S), Egzersiz (Egz), Diz Kalça Egzersizi (DKE), Ev Egzersizi (EvEgz) Eğitim (Eği) Egzersiz, Anterior Diz Ağrı Skalası: (AKPS), Kujula Patellofemoral skor (KPFS). Tamp Kinezyofobi Ölçeği(TKÖ), Alt Ekstremitte Fonsiyonel Skala (AEFS), Vizüel Anolog Skala (VAS), Günlük Yaşam Uğraşlarına İlişkin Diz Testi (GYUIDT), Günlük Yaşam Aktivitesi (GYA), Short Form-36 (SF-36) Üç Boyutlu Hareket Analizi (ÜBHA), Patello femoral hastalık skalası (PFHS), Fonsiyonel testler (FT), Numerik Ağrı Skalası (NAS). Hafta (hf), Seans (s), Etki Büyüklüğü (eb).

3.2. Kan Akımı Kısıtlama Terapisi

Kan akışı kısıtlama terapisi (KAKT), ilk olarak Japonya' da 1970' lerin sonunda KAATSU eğitimi olarak adlandırılan yerde geliştirilmiştir. Bu terapi ile metabolik ve mekanik

stres kombine edilerek kas kuvveti, hipertrofi ve anjiyogenesizi uyarmak amaçlanmıştır. Kan akımı kısıtlamalı egzersiz; turnike, manşon veya elastik bir bandaj vasıtasıyla hedef kasın proksimalinden kan

akımını eksternal basınçla kısıtlama yöntemine dayanan bir egzersiz protokolüdür (Vopat ve ark., 2020). Arterial akış devam ederken, venöz kan akışına metabolik stres uygulanır. Bu stres, proksimal üst veya alt ekstremitede bir turnike kullanımıyla vasküler tıkanma yoluyla oluşur. Arterial akış devam ederken venöz çıkışı tıkayarak anaerobik metabolizmayı hareket geçiren hipoksik bir ortam oluşturulur (Minniti ve ark., 2020; Cuyul-Vásquez ve ark., 2020). Oluşan bu hipoksik ortamda egzersizin etkilerinin arttığı, dolayısıyla kas kuvveti ve kütlelerinde artma sağlanmaktadır.

Mekanik stres maksimum tekrarın %20 kadar düşük yüklerle dirençli egzersiz yoluyla oluşur (Barber-Westin ve Noyes 2019). KAKT' nin avantajı maksimum kuvvetin %30' larında yapılan egzersizlerde maksimum kuvvetin %80' lerinde fazla etki oluşturmasıdır. Bu tedavi yöntemi yaralı veya postoperatif hastaların yanı sıra, yüksek dirençli eğitimi tolere edemeyen hastalarda kullanılabilir. Son yıllarda sporcular üzerindeki kas-iskelet stresini azaltmak için geleneksel antrenman rutinlerine ek olarak, birçok profesyonel organizasyonda da dahil olmak üzere atletik performans eğitiminde popüler hale gelmiştir (Vopat ve ark., 2020). Birçok araştırmada, sağlıklı katılımcılar ve sporcular ile yaşlı bireylerde KAKT' nin pozitif etkileri gösterilmiştir (Barber-Westin and Noyes 2019). Araştırmalarda PFAS' lı hastalarda 1 set 30 tekrar veya 3 set 15 tekrar olarak yapılan kuvvetlendirme programlarının etkin olduğu görülmüştür (Giles ve ark., 2017).

PFAS semptomlarını iyileştirmede kuadriseps kuvvetlendirme önemli tedavi yaklaşımıdır, ancak diz ağrısını arttırabilecek ağır direnç gerektirir. KAKT, egzersiz sırasında kan akışını sınırlandırmak için kasın proksimaline pnömatik bir manşet yerleştirmeyi içerir ve geleneksel kuvvetlendirme programlarından daha düşük yüklerde kas kuvvetini artırabilir. Giles ve ark. (2017) yaptığı çalışmada KAKT, PFAS' lı kişilerde kuadriseps kuvvetini artırmak için düşük yüklü bir alternatif tedavi seçeneği belirtilmiştir (Giles ve ark. 2017). Tek başına düşük düzeyde dirençli eğitiminin kas gelişimini desteklediği gösterilmemiş olsa da, KAKT ile birleştirildiğinde olumlu etkiler olduğu bildirilmiştir (Vopat ve ark., 2020). Hughes ve ark. (2017) 20 çalışmayı araştıran bir meta-analizde, KAKT' nin tek başına düşük yüklenmelerle eğitiminin, tek başına terapi programına kıyasla, kas kuvvetini artırmada daha etkili olduğunu belirlemiştir. Fakat düşük yüklenmelerle KAKT tedavisi ile yüksek dirençli eğitimi ile kıyaslandığında yüksek dirençli eğitimin daha iyi kuvvet kazanımları oluşturduğu belirtilmiştir (Hughes ve ark., 2017). Tablo 1'de KAKT ile ilgili son beş yıldaki çalışmalar özetlenmiştir.

KAKT yöntem olarak yeni bir metot olmamasına rağmen, PFAS kullanım açısından yeni bir tedavi seçeneğidir (Constantinou, 2020). Giles ve ark. (2017) yaptıkları çalışmada ağrının azaltılmasında etkin olduğunu belirtmişlerdir. PFAS' lı hastalarda düşük yüklenme ile yapılan, KAKT ile birlikte kuadriseps kuvvetlendirme, sadece yapılan standart kuvvetlendirmeye göre ağrı

azaltılmasında ve fonksiyonel artmasında daha etkilidir. Bu nedenle KAKT ağrı nedeniyle ağır dirençli egzersize zayıf toleransı olan hastalar için bir alternatif olabilir.

Herhangi bir egzersiz yönteminin reçetesinde olduğu gibi, doktorlar ve fizyoterapistler bu konularda eğitilmeli ve hastaya özel optimal bir KAKT eğitimin rejimini oluşturmak için fizik tedavi ekibi ile iş birliği içinde çalışmalıdır. Gelecekte belki de KAKT tedavisi dünya çapında ortopedik rehabilitasyon merkezleri tarafından benimsenebilir. KAKT tedavisinin PFAS kullanımı için daha fazla çalışmaya ihtiyaç vardır. Ayrıca bu gelecekteki araştırmalar KAKT' in yöntem tekniğinin, dozajı ve parametreleri dahil olmak üzere spesifik rehabilitasyon kılavuzlarını oluşturmaya odaklanmalıdır (Vopat ve ark., 2020).

3.3. Tüm Vücut Vibrasyon Eğitimi

Tüm vücut vibrasyonu eğitimi (TVVE) klinikte nöromusküler aktiviteleri geliştirmek, egzersizlerin etkisini yükseltmek, kemik yoğunluğunu artırmak ve esnekliği sağlamak amacıyla alternatif bir yöntem olarak kullanılmaktadır (Türkmen ve Köse, 2016). TVVE fizyoterapi, profesyonel spor, fitness gibi birçok alanda uygulanmaktadır.

TVVE, bir kişinin ayakta kaldığı süreçte, kişiye platform titreşim sağlanarak bu titreşimin kişiyi etkilemesidir (Corum ve ark., 2018). Cihazların ürettiği titreşimin genliği 0,7 ile 14 mm arasında, salınım frekansı 0,5 ile 80 Hz arasında değişmektedir. TVVE, özellikle ağrı hissini azaltması, kan akışının artması, kas gerginliğinin azalması, esnekliğin artırılmasında, ağrı yoğunluğunun azalması ve alt ekstremitelerde işlevselliğini artırma üzerinde olumlu etkileri vardır. Çalışmalarda (hafta 3 kez) 4 hafta boyunca yapılan egzersizin TVVE üzerinde etkili olduğu bildirilmiştir (Yañez-Álvarez ve ark., 2020).

TVVE sonrasında ağrı şiddetinin azaldığı çalışmalarda bildirilmiştir. Fakat etki mekanizmasını açıklamada birkaç mekanizma vardır (Dong ve ark., 2019). Genel titreşim analjezinin etkisinin açıklamak için kapı kontrol teorisi ve titreşime bağlı uyarılar spinotalamik saha nöronlarının önleyici etkisi gibi birkaç teori ile açıklamaya çalışılmıştır. Vibrasyon platformu, kas içciklerinde Ia-afferenler ile ilişkili tonik vibrasyon refleksi olarak adlandırılan, kas kontraksiyonu yoluyla sinüzoidal titreşimler üretir. Vibrasyon etkisi tonik aracılığıyla pozitif analjezik etki oluştu. Kas içcikliklerin uyarılabilirliği motor ünitlerin alımı ve senkronizasyonu sayesinde nöromusküler fasilitasyonu artır (Yañez-Álvarez ve ark., 2020). TVVE sonrasında ağrının azalması cildin mekanoreseptörlerinden gelen duyuşal girdilerdeki artışın, eklem ve kas yanıtlarının artışına neden olmaktadır. Titreşim ayrıca PFAS'lı hastalarda fiziksel aktivitenin neden olduğu ağrı seviyesinde bir azalmayı destekleyebilir, hatta kuadriseps artrojenik kas inhibisyonunu iyileştir. Her durumda, PFAS'da altta yatan ağrı mekanizmalarının daha iyi anlaşılması, yeterli tedaviyi uygulamak için önemlidir.

Çalışmalar, sağlıklı yaşlılar ve voleybolcularda kuvvet antrenmanına, TVVE eklendiğinde titreşim uyarıcıları ile

kuvvet, güç ve sıçrama performansının arttığını göstermektedir. Etkili TVVE için titreşim frekansının ve süresinin belirlenmesini içeren optimum tedavi protokolü oluşturulması gerektiği belirtilmiştir (Corum ve ark., 2018).

Rasti ve ark. (2020) PFAS' lı sporcularda yaptığı çalışmada, egzersiz tedavisine TVVE' nin eklenmesinin, tek başına egzersiz terapisine göre esneklikte daha büyük bir iyileşmeye yol açabileceğini belirtmişlerdir. TVVE, sporcularda geleneksel egzersiz terapisinin etkinliğini artırmak için PFAS' lı sporcular için rehabilitasyon programlarında uygulanabileceğini göstermektedir.

Corum ve ark. (2018) PFAS'li kadınlarda yaptığı çalışmada sekiz haftalık TVVE artı ev egzersiz programının, ev egzersiz programından diz ekstansör enduransı artırmada daha etkili olduğunu bildirilmiştir. TVVE PFAS'li hastaların yönetiminde uygun ve etkili bir tedavi olabileceği belirtilmiştir.

Çalışmalar, TVVE'nin egzersiz tedavisine ek olarak uygulandığında kas kuvveti, güç, esnekliği, kasın kesitini ve kemik mineral yoğunluğunu önemli ölçüde artırdığını ve ayrıca abdominal yağın azaldığını göstermektedir (Rasti ve ark., 2020). Osawa ve ark. (2013) tarafından gerçekleştirilen meta-analiz çalışmasında, rutin egzersizlere TVVE'ye eklenmesinin, hem genç hem de yaşlı erişkinlerde TVVE' siz aynı egzersizlere kıyasla diz ekstansör gücünde ve karşı hareket atlama yüksekliğinde önemli ölçüde daha fazla iyileşmeye yol açtığını saptamıştır.

Çalışmalar, TVVE diz osteoartritli bireylerde diz ağrısını, diz fonksiyonunu ve kas performansını iyileştirdiğini göstermiştir. Bu durum, TVVE' nin PFAS için bir eğitim tekniği olarak etkili ve alternatif bir seçenek olabileceğini düşündürmektedir. Son 5 yılda yapılan çalışmalar incelendiğinde kuvvet, endurans, denge, fonksiyonelliği iyileştirme veya ağrıyı azaltma üzerindeki güçlü olumlu etkileri nedeniyle TVVE'nin etkili bir yöntem olarak kullanılabilirliği görülmektedir (Tablo 1).

Sonuç olarak, bir titreşimli platformda kalça, diz ve karın egzersizlerinin bir eğitim protokolünün gerçekleştirilmesi, PFP'li hastaların ağrı seviyesi ve fonksiyonel kapasitesi üzerinde olumlu etkiler yaratır ve PFP' li hastalarda ağrı ve işlevi iyileştirmede tek başına egzersizden daha etkili olduğu görülmüştür (Yañez-Álvarez ve ark., 2020). Bu nedenle PFAS' lı hastalarda yeni tedavi seçeneği olarak kullanılabilir.

Ayrıca çalışmalarda eğitilmiş kas sistemi üzerindeki potansiyel adaptasyonlar üzerine kanıtlar mevcut değildir. Çalışmalar da daha çok kadınlar üzerine yapılmıştır. Gelecek planda yapılacak çalışmaların daha büyük örneklem büyüklüğüne sahip olması ve daha uzun takip sürelerinde gerçekleştirilmesi, cinsiyet olarak erkeklerin de dahil edilmesi gerektiği belirtilmiştir.

4. Elastomerik Diz Breysleri (Dizlikler)

Patellar breysler non-operatif ve teknik olarak PFAS'de kullanılmaktadır. Patellofemoral ağrı için dizliklerin amacı bu biyomekanik anormallikleri düzeltmek ve uygun

mekanik desteklemektir. Patellofemoral eklem breysleri ile desteklenmesi ağrı, yürüme ve çömelme gibi fonksiyonel aktivitelerde kısa süreli olarak etkili olduğunu göstermektedir (Uboldi ve ark., 2018).

Mevcut breysler patellayı troklear oluk içerisinde doğru çekerek patellofemoral temas alanını artırmak ve patello femoral basıncı azaltmak amacıyla tasarlanmıştır. Piyasada geleneksel olarak bulunan dizlikler çoğunlukla, teoride patellanın lateralizasyonuna yol açma eğilimine karşı koyan, medial olarak yönlendirilmiş bir kuvvet uygulamak üzere tasarlanmış ve üretilmiştir (Sisk ve Fredericson, 2020).

Ayrıca yeni breys olarak atletler için tasarlanmış elastomerik breysel mevcuttur. Elastomerik dizlik ile patellanın dikey hareketini kontrol etmenin yanı sıra sporla ilgili spesifik fleksiyon hareketinde biriken kinetik enerjinin dönüşümünü sağlayan ve böylece darbe kuvvetlerini azalmasını sağlayan yeni nesil bir breystir. Elastik bir dış iskeleti olan ve uzayabilir bileşenlerin uzamasıyla eklem üzerindeki etki kuvvetlerini azaltan ve böylece eklem hareketi boyunca propriyoseptif temasını korunmasını sağlayan elastomerik bantlardan oluşan ön kısmı ağ benzeri yapıdan oluşan splintlerdir. Ağ benzeri yapının sağlıklı deneklerde sporla ilgili farklı motor görevler sırasında diz stabilitesini iyileştirdiği gösterilmiştir. Ayrıca ağ benzeri yapının patellofemoral eklem ve ekstansör mekanizmaya uygulanan kuvvetleri eşit dağıtmaktadır (Uboldi ve ark., 2018) (Şekil 1).



Şekil 1. Elastomerik breys (Reaksiyon dizlik) (<https://www.djoglobal.com/products/donjoy/reaction-web-knee-brace>).

Uboldi ve ark. (2018) yaptığı çalışmada patellofemoral ağrı sendromunda elastomerik diz breyslerinin kişilerin diz ağrısını azaltmada ve spora dönüşü hızlandırmada etkili bir yardımcı olabileceği gösterilmiştir (Uboldi ve ark., 2018).

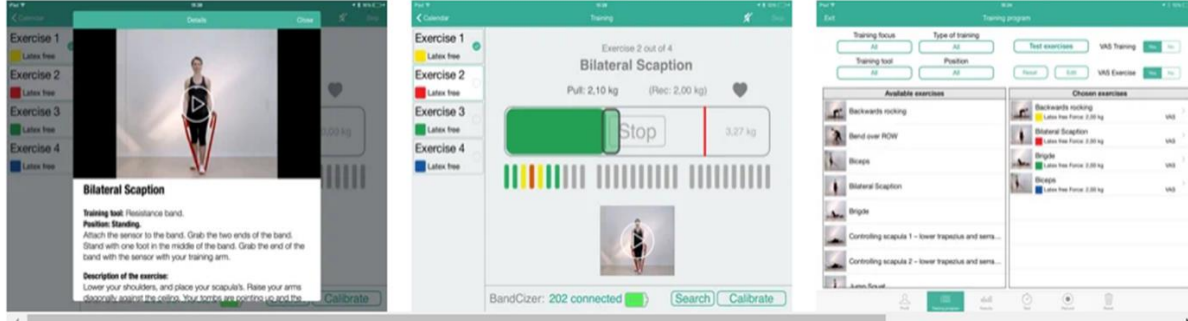
Bu tür cihazların etkinliğinin altında yatan mekanizmaları ve rehabilitasyondaki rollerini daha derinlemesine araştırmak için daha fazla biyomekanik ve klinik çalışmaya ihtiyaç vardır.

5. Teknoloji Destekli Egzersiz Bandı (BandCizer)

Bandcizer, direnç bantları Danimarka'da icat edilmiş patentli bir aktivite sensörlü banttır. Elastik bant, bir

BandCizer ve BandCizer uygulamasına sahip bir iPadten meydana gelir. Ev tabanlı elastik dirençli bant egzersizlerinin kalitesi hakkında canlı geri bildirim sağlamak amacıyla, BandCizer adlı bir sensör kullanılmaktadır (Riel ve ark., 2016). BandCizer, her iki tarafa monte edilen ve dahili mıknatıslarla bir arada tutulan iki parçadan oluşur. Verileri BandCizer uygulamasıyla bir iPad'e iletir. Elastik dirençli banttaki bir sensör yardımıyla, gerilim ve set sayısını ölçüp kişiye yönelik egzersiz vermektedir. Uygulama, kullanıcıya gerilim ve çekme kuvveti hakkında canlı geri bildirim sağlar. Egzersizler sırasında canlı geri bildirim, hastaların egzersizi ön

görüldüğü şekilde yapmalarına yardımcı olur ve egzersize uyumu artırır, böylece ön görülen egzersiz dozunun elde edilmesi sağlanacaktır. Bu egzersize entegre sistem ile egzersizlerin talimatlara göre gerçekleştirilmelerine yardımcı olacağı öngörülmektedir. Her egzersiz için 10-12 tekrar, hafta 3 kez, 6 hafta önerilmektedir. Egzersiz doğru yapıldığında uygulanan çekme kuvveti, BandCizer tarafından ölçülecek ve kaydedilecektir. Egzersizleri yaparken, canlı görsel ve işitsel geri bildirim ve BandCizer uygulamasında olacaktır (Riel ve ark., 2016; Rathleff ve ark., 2017) (Şekil 2).



Şekil 2. İpad 'ten bluetooth yoluyla elastik dirençli banta bağlantısının sağlanması (Riel ve ark., 2016).

Bandın kalınlığını ölçerek kasılma süresini, gerçekleştirilen tekrar sayısını ve elastik bantı germek için kullanılan kuvveti ölçülebilen geçerli bir yöntemdir. Riel ve ark. (2016) PFAS'li hastalarda yaptıkları çalışmada Bandcizer ile egzersizlerin adolesanlar için uygun olduğu bildirilmiştir. Bu yeni sistemin, klinisyenler ve araştırmacılar için ev egzersizlerinde tekrar ve set sayısı, egzersizin yoğunluğunun tespiti ve tedavisi amaçlı önemli bir kullanım aracı olabileceği görülmüştür.

6. Sonuç ve Öneriler

PFAS de son yıllardaki çalışmalara bakıldığında birçok farklı yeni yöntemin kullanıldığı görülmektedir. Bu yöntemlerle ilgili çalışmaların da genel olarak ağrıyı azalttığı ve fonksiyonelliği artırdığı görülmektedir. Bu da yüksek tekrarlama oranı olan PFAS' de etkin bir tedavinin ortaya çıkmasında umut vericidir. Bu yöntemlerin uzun dönem sonuçlarıyla ilgili çok az sayıda çalışma mevcuttur. Yeni çalışmalar uzun dönem etkinlikleri üzerine odaklanabilir.

Katkı Oranı Beyanı

Konsept: M.Ç. (%50) ve İ.Ç.K. (%50), Tasarım: M.Ç. (%50) ve İ.Ç.K. (%50), Denetim: M.Ç. (%50) ve İ.Ç.K. (%50), Veri toplama ve/veya işleme: M.Ç. (%50) ve İ.Ç.K. (%50), Veri analizi ve/veya yorumlama: M.Ç. (%50) ve İ.Ç.K. (%50), Kaynak taraması: M.Ç. (%50) ve İ.Ç.K. (%50), Yazma: M.Ç. (%50) ve İ.Ç.K. (%50), Eleştirel inceleme: M.Ç. (%50) ve İ.Ç.K. (%50), Gönderim ve revizyon: M.Ç. (%50) ve İ.Ç.K. (%50). Tüm yazarlar makalenin son halini incelemiş ve onaylamıştır.

Çatışma Beyanı

Yazarlar bu çalışmada hiçbir çıkar ilişkisi olmadığını beyan etmektedirler.

Etik Onay/Hasta Onamı

Bu çalışmada herhangi bir deney hayvanı veya insan üzerinde çalışma yürütülmediği için etik kurul izni alınmamıştır.

Kaynaklar

- Barber-Westin S, Noyes FR. 2019. Blood flow-restricted training for lower extremity muscle weakness due to knee pathology: A systematic review. *Sports Health*, 11(1): 69-83.
- Barton CJ, Lack S, Hemmings S, Tufail S, Morrissey D. 2015. The "best practice guide to conservative management of patellofemoral pain": incorporating level 1 evidence with expert clinical reasoning. *British J Sports Med*, 49(14): 923-934. DOI: 10.1136/bjsports-2014-093637.
- Carlson VR, Boden BP, Sheehan FT. 2017. Patellofemoral kinematics and tibial tuberosity-trochlear groove distances in female adolescents with patellofemoral pain. *American J Sports Med*, 45(5): 1102-1109. DOI: 10.1177/0363546516679139.
- Collins NJ, Barton CJ, van Middelkoop M, Callaghan MJ, Rathleff MS, Vicenzino BT, Davis IS, Powers CM, Macri EM, Hart HF, de Oliveira Silva D, Crossley KM. 2018. 2018 consensus statement on exercise therapy and physical interventions (orthoses, taping and manual therapy) to treat patellofemoral pain: recommendations from the 5th International Patellofemoral Pain Research Retreat, Gold Coast, Australia, 2017. *British J Sports Med*, 52(18): 1170-1178. DOI: 10.1136/bjsports-2018-099397.
- Constantinou A. 2020. The comparison of hip and knee focused exercises versus hip and knee focused exercises with the use of blood flow restriction training in adults with patellofemoral pain: A study protocol of a randomized controlled clinical trial.

- Orthop Res Online J, DOI: 10.31031/oproj.2020.06.000640.
- Corum M, Basoglu C, Yakal S, Sahinkaya T, Aksoy C. 2018. Effects of whole body vibration training on isokinetic muscular performance, pain, function, and quality of life in female patients with patellofemoral pain: a randomized controlled trial. *J Musculoskel Neur Interact*, 18(4): 473-484.
- Cuyul-Vásquez I, Leiva-Sepúlveda A, Catalán-Medalla O, Araya-Quintanilla F, Gutiérrez-Espinoza H. 2020. The addition of blood flow restriction to resistance exercise in individuals with knee pain: a systematic review and meta-analysis. *Brazilian J Physical Ther*, 24(6): 465-478.
- Davis IS, Tenforde AS, Neal BS, Roper JL, Willy RW. 2020. Gait retraining as an intervention for patellofemoral pain. *Cur Rev Musculoskel Medic*, 13(1): 103-114.
- de Souza Júnior JR, Rabelo PHR, Lemos TV, Esculier JF, Carto JPS, Matheus JPC. 2021. Effects of gait retraining with focus on impact versus gait retraining with focus on cadence on pain, function and lower limb kinematics in runners with patellofemoral pain: Protocol of a randomized, blinded, parallel group trial with 6-month follow-up. *PLoS One*, 16(5): e0250965. DOI: 10.1371/journal.pone.0250965.
- Dolak KL, Silkman C, Medina McKeon J, Hosey RG, Lattermann C, Uhl TL. 2011. Hip strengthening prior to functional exercises reduces pain sooner than quadriceps strengthening in females with patellofemoral pain syndrome: a randomized clinical trial. *J Orthopaedic Sports Physical Ther*, 41(8): 560-570.
- Dong Y, Wang W, Zheng J, Chen S, Qiao J, Wang X. 2019. Whole body vibration exercise for chronic musculoskeletal pain: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Arch Physical Med Rehabil*, 100(11): 2167-2178.
- Dos Santos AF, Nakagawa TH, Lessi GC, Luz BC, Matsuo HTM, Nakashima GY, Maciel CD, Serrão FV. 2019. Effects of three gait retraining techniques in runners with patellofemoral pain. *Physical Ther Sport*, 36: 92-100.
- Draper CE, Fredericson M, Gold GE, Besier TF, Delp SL, Beaupre GS, Quon A. 2012. Patients with patellofemoral pain exhibit elevated bone metabolic activity at the patellofemoral joint. *J Orthop Res*, 30(2): 209-213. DOI: 10.1002/jor.21523.
- Emamvirdi M, Letafatkar A, Khaleghi Tazji M. 2019. The effect of valgus control instruction exercises on pain, strength, and functionality in active females with patellofemoral pain syndrome. *Sports Health*, 11(3): 223-237.
- Evcik D, Kuru I, Ay S, Maralcan G. 2010. Home-based exercise and patellar bracing in the treatment of patellofemoral pain syndrome/Patellofemoral ağrı sendromu tedavisinde ev egzersiz programı ve patellar breys kullanımı. *Turkish J Physical Med Rehabil*, 56(3): 100-105.
- Futrell EE, Gross KD, Reisman D, Mullineaux DR, Davis IS. 2020. Transition to forefoot strike reduces load rates more effectively than altered cadence. *J Sport Health Sci*, 9(3): 248-257.
- Giles L, Webster KE, McClelland J, Cook JL. 2017. Quadriceps strengthening with and without blood flow restriction in the treatment of patellofemoral pain: a double-blind randomised trial. *British J Sports Medic*, 51(23): 1688-1694.
- Hu H, Zheng Y, Liu X, Gong D, Chen C, Wang Y, Peng M, Wu B, Wang J, Song G, Zhang J, Guo J, Dong Y, Wang X. 2019. Effects of neuromuscular training on pain intensity and self-reported functionality for patellofemoral pain syndrome in runners: study protocol for a randomized controlled clinical trial. *Trials*, 20(1): 409. DOI: 10.1186/s13063-019-3503-4.
- Hughes L, Paton B, Rosenblatt B, Gissane C, Patterson SD. 2017. Blood flow restriction training in clinical musculoskeletal rehabilitation: a systematic review and meta-analysis. *British J Sports Medic*, 51(13): 1003-1011.
- Karakaşlı A, İrey S, Demirkıran ND, Erduran M, Tatari MH. 2014. Patellofemoral ağrı sendromu. *Balıkesir Sağlık Bil Derg*, 3(3): 174-78. DOI: 10.5505/bsbd.2014.75688.
- Kuru T, Yaliman A. 2012. Patellofemoral ağrı sendromu. *Nobel Medicus J*, 8(3): 5-11.
- Marra J. 2020. Patellofemoral pain: guidelines from the American physical therapy association. *American Family Phys*, 102(7): 442-443.
- Minniti MC, Statkevich AP, Kelly RL, Rigsby VP, Exline MM, Rhon DI, Clewley D. 2020. The safety of blood flow restriction training as a therapeutic intervention for patients with musculoskeletal disorders: a systematic review. *American J Sports Medic*, 48(7): 1773-1785. DOI: 10.1177/0363546519882652.
- Noehren B, Scholz J, Davis I. 2011. The effect of real-time gait retraining on hip kinematics, pain and function in subjects with patellofemoral pain syndrome. *British J Sports Medic*, 45(9): 691-696. DOI: 10.1136/bjism.2009.069112.
- Noehren BP, Sanchez MB, Cunningham ZT, Lattermann C. 2012. Proximal and distal kinematics in female runners with patellofemoral pain. *Clinical Biomech*, 27(4): 366-371.
- Osawa Y, Oguma Y, Ishii N. 2013. The effects of whole-body vibration on muscle strength and power: a meta-analysis. *J Musculoskel Neuronal Interact*, 13(3): 380-390.
- Rasti E, Rojhani-Shirazi Z, Ebrahimi N, Sobhan MR. 2020. Effects of whole body vibration with exercise therapy versus exercise therapy alone on flexibility, vertical jump height, agility and pain in athletes with patellofemoral pain: a randomized clinical trial. *BMC Musculoskel Disord*, 21(1): 705.
- Rathleff CR, Bandholm T, Spaich EG, Jorgensen M, Andreasen J. 2017. Unsupervised progressive elastic band exercises for frail geriatric inpatients objectively monitored by new exercise-integrated technology-a feasibility trial with an embedded qualitative study. *Pilot and Feasib Stud*, 3: 56. DOI: 10.1186/s40814-017-0202-3.
- Rathleff MS, Bandholm T, McGirr KA, Harring SI, Sørensen AS, Thorborg K. 2016. New exercise-integrated technology can monitor the dosage and quality of exercise performed against an elastic resistance band by adolescents with patellofemoral pain: an observational study. *J Physiother*, 62(3): 159-163. DOI: 10.1016/j.jphys.2016.05.016.
- Riel H, Matthews M, Vicenzino B, Bandholm T, Thorborg K, Rathleff MS. 2016. Efficacy of live feedback to improve objectively monitored compliance to prescribed, home-based, exercise therapy-dosage in 15 to 19 year old adolescents with patellofemoral pain- a study protocol of a randomized controlled superiority trial (The XRCISE-AS-INSTRUCted-1 trial). *BMC Musculoskel Disord*, 17: 242. DOI: 10.1186/s12891-016-1103-y.
- Roper JL, Harding EM, Doerfler D, Dexter JG, Kravitz L, Dufek JS, Mermier CM. 2016. The effects of gait retraining in runners with patellofemoral pain: A randomized trial. *Clinical Biomech*, 35: 14-22. DOI: 10.1016/j.clinbiomech.2016.03.010.
- Sisk D, Fredericson M. 2020. Taping, bracing, and injection treatment for patellofemoral pain and patellar tendinopathy. *Cur Rev Musculoskel Medic*, 13(4): 537-544.
- Smith BE, Selve J, Thacker D, Hendrick P, Bateman M, Moffatt F, Rathleff MS, Smith TO, Logan P. 2018. Incidence and prevalence of patellofemoral pain: A systematic review and meta-analysis. *PLoS One*, 13(1): e0190892. DOI: 10.1371/journal.pone.0190892.
- Türkmen C, Köse N. 2016. Vibrasyon : fizyoterapide kullanımı ve etkileri., *Fizyoterapistler ve öğrenciler için e-kitap*, Hacettepe Univ Yayınları, Ankara, Türkiye, pp: 208.
- Uboldi FM, Ferrua P, Tradati D, Zedde P, Richards J, Manunta A, Berruto M. 2018. Use of an elastomeric knee brace in patellofemoral pain syndrome: short-term results. *Joints*,

- 6(2): 85-89. DOI: 10.1055/s-0038-1661339.
- van Gelder LMA, Barnes A, Wheat JS, Heller BW. 2018. The use of biofeedback for gait retraining: A mapping review. *Clin Biomec*, 59: 159-166. DOI: 10.1016/j.clinbiomech.2018.09.020.
- Vopat BG, Vopat LM, Bechtold MM, Hodge KA. 2020. Blood flow restriction therapy: where we are and where we are going. *The J American Acad Orthop Surg*, 28(12): e493-e500.
- Willy RW, Buchenic L, Rogacki K, Ackerman J, Schmidt A, Willson JD. 2016. In-field gait retraining and mobile monitoring to address running biomechanics associated with tibial stress fracture. *Scandinavian J Medic Sci Sports*, 26(2): 197-205.
- Willy RW, Davis IS. 2011. The effect of a hip-strengthening program on mechanics during running and during a single-leg squat. *J Orthop Sports Phys Ther*, 41(9): 625-632.
- Willy RW, Høglund LT, Barton CJ, Bolgla LA, Scalzitti DA, Logerstedt DS, Lynch AD, Snyder-Mackler L, McDonough CM. 2019. Patellofemoral pain. *J Orthop Sports Phys Ther*, 49(9): CPG1-CPG95. DOI: 10.2519/jospt.2019.0302.
- Willy RW, Scholz JP, Davis IS. 2012. Mirror gait retraining for the treatment of patellofemoral pain in female runners. *Clin Biomec*, 27(10): 1045-1051.
- Wilson NA, Press JM, Koh JL, Hendrix RW, Zhang LQ. 2009. In vivo noninvasive evaluation of abnormal patellar tracking during squatting in patients with patellofemoral pain. *J Bone and Joint Surg*, 91(3): 558-566. DOI: 10.2106/JBJS.G.00572.
- Winters M, Holden S, Lura CB, Welton NJ, Caldwell DM, Vicenzino BT, Weir A, Rathleff MS, Marra J, Syndrome PP, Dolak KL, Silkman C, Mckeon JM, Hosey RG, Lattermann C, Uhl TL, de Souza Júnior JR, Rabelo PHR, Lemos TV, Aksoy C. 2020. Effects of three gait retraining techniques in runners with patellofemoral pain. *British J Sports Medic*, 41(1): 1-12.
- Witvrouw E, Lysens R, Bellemans J, Cambier D, Vanderstraeten G. 2000. Intrinsic risk factors for the development of anterior knee pain in an athletic population. A two-year prospective study. *American J Sports Medic*, 28(4): 480-489.
- Yañez-Álvarez A, Bermúdez-Pulgarín B, Hernández-Sánchez S, Albornoz-Cabello M. 2020. Effects of exercise combined with whole body vibration in patients with patellofemoral pain syndrome: a randomised-controlled clinical trial. *BMC Musculoskel Disord*, 21(1): 582.