

Ortopedik Fizyoterapi Alanında Güncel Telerehabilitasyon Yaklaşımları

Current Telerehabilitation Approaches in Orthopaedic Physiotherapy

^{id} Fatih ÖZDEN^a, ^{id} Ahmet Furkan ARIK^b, ^{id} Nazan TUĞAY^c

^aMuğla Sıtkı Koçman Üniversitesi Köyceğiz Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu, Yaşlı Bakımı Bölümü, Muğla, TÜRKİYE

^bÖzel Algomed Hastanesi, Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Kliniği, Adana, TÜRKİYE

^cMuğla Sıtkı Koçman Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi, Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Bölümü, Muğla, TÜRKİYE

ÖZET Telerehabilitasyon, teletıp hizmetlerinin son yıllarda öne çıkan popüler alanlarından biridir. Uzaktan gerçekleştirilen bu rehabilitasyon hizmetleriyle klinikte çalışan sağlık profesyonellerinin, hastalarını uzun mesafelere rağmen değerlendirmeleri, izlemeleri ve tedavi programlarına müdahale edebilmeleri mümkün olabilmektedir. Bilgi ve iletişim teknolojilerinde meydana gelen gelişmelerle birlikte, rehabilitasyon hizmetlerinin uzaktan gerçekleştirilmesi için çeşitli araç ve protokoller geliştirilmektedir. Son birkaç yılda mobil cihaz tabanlı sağlık hizmetleri, telerehabilitasyon pratiğine devrim niteliğinde bir yaklaşım olarak karşımıza çıkmakta, kırsal alanda sağlık hizmetlerine ulaşmakta sıkıntı çeken hastaların rehabilitasyon süreçlerinin uygun şekilde devam ettirilebilmesine yardımcı olmaktadır. Üzerinde durulması gereken en önemli noktalardan birkaçı ise, bu platformlar sayesinde hastanın sağlık profesyonelleri ile iletişim devamlılığının sağlanması, rehabilitasyon sürecinin başarılı kılınması ve maliyet ile ilgili elde edilebilecek kazanımlardır. Yaşlanan nüfusla birlikte ortopedik fizyoterapi ve rehabilitasyon hizmetlerine olan talebin artmasına bağlı olarak telerehabilitasyon yöntemlerinin fazlasıyla başvurulan metotlardan biri hâline geldiği belirtilmektedir. Web tabanlı video takip uygulamaları, video konferans yöntemi ile uzaktan egzersiz izlemi, yapay zekâ teknolojisi ile geliştirilen web platformları gibi egzersiz izlem teknolojileri son yıllarda sıklıkla kullanılan popüler telerehabilitasyon yöntemleridir. Bu derlemede, güncel telerehabilitasyon yaklaşımlarını ele almak amaçlanmıştır. Ayrıca bu güncel uygulamaların avantaj ve dezavantajlarını teknik, mali, iş gücü, zaman tasarrufu açısından ele almanın yanında günümüzün en popüler ve ilgi çekici teknolojik rehabilitasyon yöntemlerinden olan yapay zekâ uygulamalarının da ne düzeyde kullanıldığına ışık tutulacaktır.

ABSTRACT Telerehabilitation is one of the popular areas of telemedicine services in recent years. With these remote rehabilitation services, it is possible for health professionals working in the clinic to evaluate, monitor and intervene with the treatment programs of their patients despite long distances. Along with the developments in information and communication technologies, various tools and protocols are developed for the remote realization of rehabilitation services. In the last few years, mobile-based health services have emerged as a revolutionary approach to the practice of telerehabilitation, helping to maintain the rehabilitation process of patients who have difficulty accessing health services in rural areas. One of the most essential points to be emphasized is the continuity of the communication with the health professionals of the patient through these platforms and the success of the rehabilitation process and the costs that can be obtained. Telerehabilitation methods become one of the most commonly used methods due to the increasing demand for orthopaedic physiotherapy and rehabilitation services with the ageing population. Exercise monitoring technologies such as web-based video monitoring applications, remote exercise monitoring with video conferencing method, and web platforms developed with artificial intelligence technology are the popular telerehabilitation methods used frequently in recent years. In this review, we aimed to discuss current telerehabilitation approaches. Besides, the advantages and disadvantages of these existing applications in terms of technical, financial, labour, time-saving, as well as today's most popular and exciting technological rehabilitation methods, artificial intelligence applications are used to shed light on the level.

Anahtar Kelimeler: Ortopedi; telerehabilitasyon; fizyoterapi

Keywords: Orthopaedics; telerehabilitation; physiotherapy

Teletıp en genel anlamda, uzaktan medikal tedavi teknolojileri ile medikal tedavilerin uzaktan gerçekleştirilmesidir. Bu teknolojiyi kullanarak klinisyenler, hastaları uzaktan muayene edebilir ve uzun mesafelere rağmen tedavi önerileri gerçekleştirebilir.

Teletıp yeni bir kavram olmayıp, 30 yıl öncesine kadar uzanan bir geçmişe sahiptir. Buna en büyük örnek teleradyoloji ve telepatoloji gibi branşlarda uygulanan, hasta görüntülerinin saklanmasıdır. Bu uygulamalarda, görüntüler daha sonra değerlendirilir.

Correspondence: Fatih ÖZDEN

Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi Köyceğiz Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu, Yaşlı Bakımı Bölümü, Muğla, TÜRKİYE/TURKEY

E-mail: fatihozden@mu.edu.tr



Peer review under responsibility of Türkiye Klinikleri Journal of Health Sciences.

Received: 08 Aug 2019 **Received in revised form:** 08 Oct 2019 **Accepted:** 22 Oct 2019 **Available online:** 31 Oct 2019

2536-4391 / Copyright © 2020 by Türkiye Klinikleri. This is an open access article under the CC BY-NC-ND license (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

dirilmek üzere farklı ortamlara ve klinisyenlere gönderilmektedir.¹ Son yıllarda yeni bilişim teknolojilerinin ve telemedikal cihazların gelişimindeki artış nedeni ile teletıp uygulamaları da artmıştır.² İnternet maliyetinde görülen azalmalar ve iletişim teknolojilerinin toplum içinde mevcudiyetinin artması, hastanede yatan bireylere ve hastaneden taburcu edildikten sonra sağlık hizmetlerinin sürdürülmesi için teknoloji tabanlı çözümler uygulama fırsatını artırmıştır.^{3,4} Özellikle sanayileşmiş ülkelerde görülen yaşlanma ve buna bağlı olarak sağlık politikalarının revize edilmesiyle halk sağlığına ayrılan sınırlı kaynaklardaki yetersizlikler, yeni arayışları da beraberinde getirmektedir. Yeni medikal model ve uygulamaları ile bu durumla başa çıkılması zorunlu hâle gelmektedir.^{3,5}

Teletıpın son yıllarda öne çıkan alanlarından biri olan telerehabilitasyon, bilgi ve iletişim teknolojileri ile rehabilitasyon hizmetlerinin sunulmasıdır. Bu sayede rehabilitasyon sürecini uzaktan sağlamak üzere bir dizi araç, prosedür ve protokol kullanılmaktadır. Ölçeklenebilir ve sürdürülebilir telerehabilitasyon programlarının geliştirilmesi giderek daha önemli hâle gelmektedir.^{3,5,6} Telerehabilitasyonun önemi, hastane içi rehabilitasyon müdahaleleri ve hastalığın akut fazındaki hastaların yönetiminin yanında, kronik sağlık problemleri olan bireylerin uzaktan yönetilmesinde ortaya çıkmaktadır.^{7,8} Tahmini 160 milyar dolarlık piyasa değeri, araştırma geliştirme toplulukları ve ticari pazar da dâhil olmak üzere gelişen toplumun ilgisini çekmektedir. 2015 yılı itibarıyla internet kullanıcılarının %80'inin akıllı telefon ve %47'sinin tablet sahibi olduğu bildirilmiştir. Bu cihazlar, mevcut rehabilitasyon programlarını tamamlamak için kullanılacak hatırlatma fonksiyonları ve video gibi multimedya araçlarına kolay erişim sağlamaktadır.⁹ Bununla birlikte, akıllı teknolojinin getirdiği video tabanlı ev programları ile birlikte hastaya gönderilen egzersiz programlarına ve buna bağlı olarak ortaya çıkan tedavi sonuçlarına dair çok az şey bilinmektedir. Son birkaç yılda mobil cihaz tabanlı sağlık hizmetleri, telerehabilitasyon pratiğine devrim niteliğinde bir yaklaşım olarak karşımıza çıkmaktadır.¹⁰ Bu tip hizmetlerin, özellikle kırsal bölgelere yeterli miktarda sunulamayan sağlık hizmetlerindeki eşitsizliği gidermek adına önemli olabileceği düşünülmektedir.¹¹

Telerehabilitasyon alanında ortopedik ve muskuloskeletal rehabilitasyon alanındaki güncel gelişmelere bakıldığında bilgisayar yazılımı, biyosensörler ve iletişim teknolojisindeki son gelişmeler ışığında klinisyenlerin telerehabilitasyon tabanlı uygulamalara yöneldikleri görülmektedir. Muskuloskeletal kaynaklı patolojilerin değerlendirilmesi ve tedavisinde, özellikle fizyoterapi ve rehabilitasyon alanında sıklıkla teknoloji tabanlı yöntemlerin kullanıldığı ve özellikle yaşlanan nüfusla birlikte ortopedik fizyoterapi ve rehabilitasyon hizmetlerine olan talebin artmasıyla telerehabilitasyon yöntemlerinin fazlasıyla başvurulan metotlardan biri hâline geldiği izlenmektedir. Ortopedik fizyoterapi alanında, terapötik egzersizlerin uzaktan yapıldığı birçok çalışma gerçekleştirilmiştir.^{3,12} Ortopedik ve muskuloskeletal rehabilitasyon alanında son yıllarda yapılan bu çalışmalarda, konvansiyonel tedavi yöntemlerine göre etkili ve yeterli olduğuna dair kanıtlar ortaya çıkmaktadır.¹³⁻¹⁶ Muskuloskeletal sistem patolojilerinin tedavisinde gerçek zamanlı telerehabilitasyonun etkinliği ve uygulanabilirliği ile ilgili yakın zamanda gerçekleştirilen meta-analiz çalışmasında, uygun tedaviye erişimdeki kısıtlılıkların telerehabilitasyon kullanımı ile aşılabileceği; telefon veya video konferans platformları gibi tekniklerle gerçekleştirilmiş bazı uygulamaların etkili olduğu belirtilmiştir.¹³

Telerehabilitasyon, evde bakım hizmetlerinde geleneksel yüz yüze tedavi yöntemlerine alternatif ve maliyeti düşük bir rehabilitasyon seçeneği olarak hızla artmaktadır. Bu rehabilitasyon metodu izlem müdahale, denetim, eğitim, danışma ve danışmanlık gibi çeşitli hizmetleri kapsamaktadır.¹⁷ Bu amaçlarla hizmete sunulan telerehabilitasyon sistemleri ile tedavi sonuçlarını iyileştirmek ve toplam maliyetleri düşürmek için yeni rehabilitasyon tekniklerine çok ihtiyaç duyulmaktadır. Güncel yaklaşımlar, özellikle hasta motivasyonunu teşvik eden video oyunu endüstrisinden türetilmiş oyunların veya oyunlaştırma tekniklerinin uygulanmasıyla düzenli fizyoterapi veya ev temelli rehabilitasyon tekniklerine ucuz ve gelecek vaat eden alternatifler sunmaktadır.¹⁸ Son zamanlarda, oyunlar ve giyilebilir teknolojiyi birleştiren uygulamalara büyük bir ilgi ortaya çıkmıştır. Bu sayede fizyoterapi ve rehabilitasyon alanında gerçekleştirilen bazı fiziksel ölçümler, objektif olarak

gerçekleştirilebilmekte ve bu sayede standart ölçüm yöntemlerinden daha ilgi çekici ve sürükleyici hâle gelebilmektedir.^{19,20}

Bu derlemede, güncel telerehabilitasyon yaklaşımlarını ele almak amaçlanmıştır. Ayrıca bu güncel uygulamaların avantaj ve dezavantajlarını teknik, mali, iş gücü, zaman tasarrufu açısından ele almanın yanında günümüzün en popüler ve ilgi çekici teknolojik rehabilitasyon yöntemlerinden olan yapay zekâ uygulamalarının da ne düzeyde kullanıldığına ışık tutulacaktır.

WEB TABANLI VIDEO TAKİP UYGULAMALARI

Web tabanlı egzersiz reçeteleme, hasta eğitim, iletişim, egzersiz takip platformları son yıllarda sıklıkla karşımıza çıkmaktadır.²¹⁻²⁴ Bu platformlar, kullanım açısından birbirinden farklılık gösterse de genel amaçlar açısından benzerlik göstermektedir. Yakın zamanda hem web hem de mobil platformlar için geliştirilen uygulamada, hastaların egzersiz protokollerinin oluşturulması ve yönetimi için hem manuel hem de otomatize bir protokol ayarlama modülü geliştirilmiştir. Egzersiz protokolleri, video formatı ile hastalara spesifik olarak gönderilmekte ve uzaktan takibi gerçekleştirilebilmektedir.²⁵ Ortopedik rehabilitasyon alanında kalça kırığı olgularının sayısı dünya çapında artış göstermektedir. Ev tabanlı rehabilitasyon ve iletişim teknolojilerinin kullanımının artırılması adına gerçekleştirilen bir diğer projede (www.activehip.es), kalça kırığı olan hastalar ve hasta yakınları için iyileştirilmiş bir rehabilitasyon sürecinin geliştirilmesine katkıda bulunmak amaçlanmıştır. Bu çalışmada, web tabanlı platform ile multidisipliner bir telerehabilitasyon protokolü tasarlamak ve bu protokol ile evde yapılan konvansiyonel ayaktan rehabilitasyon protokolünü karşılaştırmak amaçlanmış olup, geliştirme çalışmalarının devam etmekte olduğunu bildirmişlerdir.²³ Web tabanlı platform kullanılarak 2019 yılında gerçekleştirilen benzer bir çalışmada, mekanik bel ağrılı hastalarda telerehabilitasyon tabanlı McKenzie terapisi ile klinik tabanlı McKenzie terapisinin etkilerini karşılaştırılmıştır. Araştırmacılar, akıllı telefon veya android cihazlarda çalışacak şekilde geliştirmiş oldukları uygulamada “Telerehabilitasyona Dayalı McKenzie Terapisi” uygulaması ile

McKenzie ekstansiyon egzersizleri protokolünü ve bel bölgesi hasta eğitimi programını hastalara uygulamışlardır. Kronik mekanik bel ağrılı hastalara, video tabanlı egzersiz eğitimi sunarak konvansiyonel yöntemlerle karşılaştırmışlardır. İki grup arasında anlamlı fark bulunmaması sebebiyle etkili ve tamamlayıcı bir platform olduğu sonucuna varılmıştır.²⁶ Total diz artroplastisi (TDA) cerrahisini takiben senkron (gerçek zamanlı) video kullanılarak gerçekleştirilen telerehabilitasyon ile başarılı sonuçlar bildirilmiştir. Yakın zamanda TDA sonrası, video tabanlı yazılım ile konvansiyonel yöntemleri karşılaştıran bir çalışma gerçekleştirilmiştir. CaptureProof uygulaması (www.captureproof.com) aracılığı ile terapistler, poliklinikte verilen eğitim ile aynı içerikten oluşan toplam 23 video sunmuşlardır. Gruplar arasında iyileşme açısından istatistiksel bir fark gözlenmemiştir. Choi ve ark.nın, 2018 yılında donuk omuzlu bireylere yönelik geliştirdiği benzer bir mobil platforma dair çalışmada ise telerehabilitasyon tabanlı ev egzersiz grubu ile konvansiyonel ev egzersiz grubu arasında ağrı ve eklem hareket açıklığı açısından bir fark gözlenmemiştir.²⁷ Benzer dizaynla tasarlanmış web tabanlı eğitim platformlarının etkinliğinin araştırıldığı çalışmada, kronik diz ağrısı tedavisinde benzer sonuçlara ulaşılmıştır.²⁸ Telerehabilitasyon uygulamalarının, konvansiyonel uygulamalara kıyasla üstünlüğünü açıklayabilecek nitelikte sonuç elde edilen bir çalışmada, osteoartrit hastaları için uzun süre egzersize devam etmenin, motivasyonel ve diğer davranışsal faktörler de dâhil olmak üzere, kullanıcıların ihtiyaçlarına göre uyarlanmış bir teknolojinin kullanılmasıyla mümkün olduğu sonucuna varılmıştır.²⁹ Ayrıca çalışmaların mali, iş gücü ve zaman tasarrufu açısından sağladığı avantajlar göz önüne alındığında bu güncel yaklaşımın geliştirilerek devam etmesi gerektiği sonucuna varılmaktadır.³⁰ Video ile egzersiz reçetelenmesinde bilinmesi gereken diğer bir nokta ise yalnızca egzersiz yapmanın doğru yönteminin değil, aynı zamanda yanlış yöntemlerinin gösterildiği video gösterisi hazırlamanın, kişilere bilgi iletişimi konusunda bireysel öğretim kadar etkili olabileceğini ortaya koymuştur.^{31,32} Web tabanlı egzersiz videosu uygulamalarına ait yapılan bir çalışmada, omuz eklem hastalıkları nedeni ile hasar gören omuz eklem fonksiyonunu iyileştirmek için orta yaşlı ve yaşlı bireylerin bu tip uygulamaları bir eğitim kaynağı olarak

kullanabileceği belirtilmiştir. Dahası, video yardımlı müdahalenin yüz yüze müdahaleden daha düşük maliyetli ve daha etkin olduğu da rapor edilmiştir. Çalışma tasarımlarını geliştirme aşamasında, uygulama videolarını, tasarım aşamasında oluşturdukları bir plana göre geliştirdiklerini ve değerlendirme aşamasında içerik, etkinlik ve fizibilite değerlendirmesi yaptıklarını ifade etmişlerdir.³³

VIDEO KONFERANS YÖNTEMİ İLE UZAKTAN EGZERSİZ İZLEMİ

Web tabanlı video egzersiz platformlarının bazıları, hasta ile klinisyenin görüntülü olarak iletişim kurabildikleri ve egzersiz eğitimlerini bu şekilde gerçekleştirebildikleri video konferans teknolojisine sahiptir.³⁴ 2018 yılında gerçekleştirilen bir projede, telerehabilitasyon kavramı içinde uzaktan değerlendirmelerin bazılarının, video konferans sistemleri aracılığı ile gerçekleştirildiği vurgulanmıştır.³⁵

Yakın zamanda gerçekleştirilmiş bir vaka serileri çalışmasında, video konferans uygulamasının kronik mekanik bel ağrılı 3 hastada tedavinin uzun süreli olarak devam ettirilebilmesi hususunda faydalı olabileceği ancak daha fazla araştırma yapılmasını gerektirdiği gösterilmiştir.³⁶ Ortopedik rehabilitasyon alanında telerehabilitasyonun etkinliğinin sorgulandığı 4 çalışmayı içeren bir sistematik derleme çalışmasından elde edilen sonuçlara göre, video konferans uygulamaları hastalar için kabul edilebilir bir uygulama olarak belirtilmiştir. Ancak çalışmaların metodolojisinde görülen geniş spektrumlu yapı sebebiyle sonuçların kendi klinik alanlarındaki hastalar için kabul edilebilir olduğu sonucuna varılmıştır. Video konferans sistemlerinin klinik açıdan uygulanabilirliği hakkında bir anlayış için daha kapsamlı çalışmalara gerek olduğu belirtilmiştir.¹⁷ Bu teknolojileri kullanırken hastanın karşılaştığı iş yükündeki değişimler ve iletişim teknolojisine ulaşım gibi faktörlerin, hastanın sağlık hizmetlerine erişme deneyimini etkileyeceği belirtilmiştir. Bu faktörlerin dikkate alınması ve hastalar için kişiselleştirilmiş özel desteklerin, hasta deneyimini artırabileceğinin üzerinde durulmuştur.³⁷ Ayrıca video konferans yöntemleri ile klinikten uzak ortamlarda ortopedik rehabilitasyon hizmeti sunulmasında, video konferans kullanmanın sağlık maliyetlerini azalttığı görülmüştür.³⁸

Bu alanda klinisyenlerin kullanımına sunulan patentli bir proje kapsamında geliştirilen video konferans platformunun, çeşitli sağlık veya hastalık koşullarına sahip hastaların izlenmesi ve yönetimi için kullanıldığı belirtilmiştir. Bu platform bireylerin tıbbi geçmişlerinin, son durumlarının ve hastanın gerçek zamanlı ölçüm verilerinin, hastanın bakımına dâhil olan çeşitli insanlar arasında paylaşılacağı bir ara yüz aracılığı ile güvenli veri paylaşımına ek olarak, hasta bakımı için multidisipliner iş birliği sağlamak üzere çeşitli klinisyen, hasta yakını, bakım veren personelin gerçek zamanlı olarak birbirleriyle iletişim kurmaları için gerekli ortamı sağlamaktadır.³⁹

Uzaktan ortopedik danışmanlık alan bireylerin 2018 yılında gerçekleştirilen video konferans sistemlerinden memnuniyetinin sorgulandığı çalışmada, hasta tarafından bildirilen değerlendirme sonuçları aracılığı ile uzaktan video konferans ile gerçekleştirilen danışmanlık hizmeti ve standart yüz yüze gerçekleştirilen ortopedik konsültasyonlar arasındaki memnuniyet karşılaştırılmıştır. İki grup arasında fark gözlenmemesiyle birlikte uzaktan yapılacak danışmanlığın tedavinin devamlılığı açısından önem arz ettiği ve maliyetle ilgili faktörler açısından memnun edici sonuçlar elde edilebileceği belirtilmiştir.⁴⁰ Video konferansın yanında telefonla gerçekleştirilen danışmanlık hizmetlerine dair güncel çalışmalarda mevcuttur. Diz osteoartritli bireylerde gerçekleştirilen uzun süreli hasta takip periyodu içeren çalışmada, bazı hasta gruplarının bu tip danışmanlık hizmetlerinden daha fazla faydalanabildiği belirtilmiştir.⁴¹

YAPAY ZEKÂ TEKNOLOJİSİ İLE GELİŞTİRİLEN WEB PLATFORMLARI

Son yıllarda yapay zekâ gerek robotik rehabilitasyon gerekse diğer teknolojik rehabilitasyon alanında kullanılmaya başlanmıştır.⁴² Yapılan bir çalışmada, yapay zekâ ile hastaya spesifik egzersiz protokolü oluşturulmuş ve yönetim sistemi geliştirilmiştir. Egzersiz talimatları, hasta verileri ve otomatik egzersiz protokollerini içeren, hasta tarafından güvenli bir şekilde erişilebilen bir platform oluşturulmuştur.⁴³ Ortopedik fizyoterapi alanında otomatik bir egzersiz protokolü oluşturma ve yönetimi için hasta veri modülü, otomatik egzersiz protokolü belirleme modülü, protokol ayarlama modülü ve grafik kullanıcı ara yü-

zünü içeren bir web platformu hastaların kullanımına sunulmuştur. Hastanın verilerine uygun bir egzersiz protokolü çizebilen bu yazılım ile hastanın herhangi bir zamanda yazılım aracılığı ile egzersiz talimatları alabilmesi mümkün olmaktadır.²⁴ Yapay zekâ literatürde, İngilizce isimleriyle “machine learning” veya “artificial intelligence” olarak karşımıza çıkmaktadır. 2018 yılında gerçekleştirilen bir patent çalışmasında, araştırmacılar geliştirmiş oldukları sistemde terapiye uyumu değerlendirmek veya doğruya yakın bir şekilde tahmin etmek için geliştirdikleri sistemi açıklamışlardır. Bu sistemde, hastaya otomatik randevu, egzersiz reçetesi, eğitim, değerlendirmeye yönelik anket vb. içerik sunulmaktadır. Bununla birlikte hastanın tedaviye sağladığı uyum yani diğer bir deyişle uzaktan hasta takibi otomatik şekilde gerçekleştirebilmektedir. Sistem hastanın tedaviye uyumu hakkında bir öngörü sağlayabilmektedir. Bu uyum ile ilgili bir karara dayalı olarak protokolü otomatik olarak değiştirebilmektedir. Protokol değiştirildikten sonra takvim güncellenebilir ve ekranda güncellenmiş takvim gösterilebilir.⁴⁴ Yapay zekâ içeren çalışmaların çoğuna bakıldığında sensör ile aldıkları objektif verilerle otomatik geri bildirim sağladıkları görülmektedir. Bahsedilen bu çalışmalarda, özellikle üzerinde durulan konu ise rehabilitasyon sürecinde hastaneye ulaşım gibi sağlık masraflarının azaltılması ve bu sürecin zaman kaybı meydana getirmesinin engellenmesi adına taşınmış olduğu önemdir.

Yapılan bir diğer çalışmada ise hastaların egzersizlerini evde gerçekleştirmelerini sağlayan bir rehabilitasyon sisteminden ve bu sistemin sadece ivmeölçer, jiroskop ve manyetik alan sensörleri içeren çoklu sensörlere sahip akıllı telefonlarla uyumlu bir sisteme sahip olduğundan bahsedilmiştir. Sadece ivmeölçer sensörü kullanarak omzun rotasyon açısını tahmin etmek için yapay zekâyı kullanarak yeni bir yaklaşım önermişlerdir. Web tabanlı bir ara yüz ile fizyoterapistle çalışır gibi etkili bir iyileşme ve uygun bir rehabilitasyon programını izlemeleri sağlanmaktadır.⁴⁵

SONUÇLAR

Telerehabilitasyon uygulamaları, ortopedik ve travmatoloji alanında son yıllarda sıklıkla kullanılmaya başlanmıştır. Yapılan çalışmaların sonuçlarına göre üzerinde durulması gereken birkaç önemli nokta

vardır. Bu platformlar sayesinde hastanın, fizyoterapist ile iletişim devamlılığı, rehabilitasyon sürecinin başarılı kılınması ve maliyet ile ilgili kazanımlar sağlanmaktadır. Konvansiyonel yöntemlerle hastalara rehabilitasyon hizmetleri sunulurken, özellikle uzak mesafelerdeki hastalar ile iletişim problemleri açığa çıkabilmektedir. Bu amaçla web tabanlı telerehabilitasyon platformları ile tedavi programının takibinin gerçekleştirilmesi daha verimli sonuçlar elde edilmesini sağlayacaktır. Konvansiyonel yöntemlerde egzersizlerin resim ve grafik görselleri ile desteklendiği, egzersiz ile ilgili talimatları içeren broşürler kullanılmaktadır. Bu mobil platformlar sayesinde bireyler, akıllı telefon ve tabletler aracılığı ile izledikleri videolar ve canlı video konferans görüşmeleri sayesinde tedavilerini en uygun şekilde gerçekleştirebileceklerdir. Bu şekilde tedavi etkinliği artırılabilecek ve sağlık giderlerine ait maliyetler kısmen de olsa azaltılabilecektir.

Son 5 yılda gerçekleştirilen çalışmalara bakıldığında ortopedik fizyoterapi amacıyla hizmet veren bu tarz telerehabilitasyon programlarının kullanımının arttığı görülmektedir. Bu platformlar, hastalar ve klinisyenleri aynı ara yüzde buluşturmakta ve hastaların tedavilerine hâkim olmaları sağlanmaktadır. Bu tür mobil uygulamaların, toplumun her kesimine en uygun şekilde hitap edebilmesi için uygulamanın kolay kullanılabilirlik özelliği taşıması ve uygun görselleri içermesi sağlanmalıdır. Ayrıca yapılacak telerehabilitasyon platformlarının, hastane ve kliniklerde yaygın olarak kullanılan ortopedik değerlendirme ve sonuç ölçümlerini kapsayacak şekilde tasarlanmasıyla alanda çalışan multidisipliner ekibin verimli şekilde kullanması sağlanabilir. Web tabanlı telerehabilitasyon programlarının sunduğu en büyük avantajlardan biri de uygulamalarda hastalara görsel ve işitsel geri bildirimler sunulmasıdır. Bu sayede konvansiyonel yöntemlerin öğrenme ve hatırlama güçlüğü ile ilgili dezavantajlarının ortadan kaldırılması sağlanmış olmaktadır.

Son 3 yıla bakıldığında ise yapay zekâ tabanlı web platformları ile otomatize telerehabilitasyon yöntemlerinin geliştirilmeye çalışıldığı görülmektedir. Genellikle hastalardan aldıkları objektif bilgilerle tedaviye yönelik geri bildirim sağlayan bu sistemlerin, robotik rehabilitasyondaki gibi klinisyeni ortadan kal-

dırarak tedavi sunma çalışmaları ise tartışmalı ve tepki çekebilecek bir konu hâline gelmektedir. Bu tip yazılımların sadece klinisyenin kontrolünde kullanılan bir yardımcı teknoloji olarak ele alınması gerektiği düşüncesindeyiz. Bununla birlikte, konu ile ilgili etik çerçevelerin oluşturulmasının uygun olacağını vurgulamak gerekir.

Finansal Kaynak

Bu çalışma sırasında, yapılan araştırma konusu ile ilgili doğrudan bağlantısı bulunan herhangi bir ilaç firmasından tıbbi alet, gereç ve malzeme sağlayan ve/veya üreten bir firma veya herhangi bir ticari firmadan, çalışmanın değerlendirme sürecinde, çalışma ile ilgili verilecek kararı olumsuz etkileyebilecek maddi ve/veya manevi herhangi bir destek alınmamıştır.

Çıkar Çatışması

Bu çalışma ile ilgili olarak yazarların ve/veya aile bireylerinin, çıkar çatışması potansiyeli olabilecek bilimsel ve tıbbi komite üyeliği veya üyeleri ile ilişkisi, danışmanlık, bilirkişilik, herhangi bir firmada çalışma durumu, hissedarlık ve benzer durumları yoktur.

Yazar Katkıları

Fikir/Kavram: Fatih Özden, Ahmet Furkan Arık; **Tasarım:** Fatih Özden, Ahmet Furkan Arık, Nazan Tuğay; **Denetleme/Danışmanlık:** Nazan Tuğay; **Veri Toplama ve/veya İşleme:** Fatih Özden; **Analiz ve/veya Yorum:** Fatih Özden, Nazan Tuğay; **Kaynak Taraması:** Fatih Özden, Ahmet Furkan Arık; **Makalenin Yazımı:** Fatih Özden, Ahmet Furkan Arık, Nazan Tuğay; **Eleştirel İnceleme:** Nazan Tuğay.

KAYNAKLAR

- Flodgren G, Rachas A, Farmer AJ, Inzitari M, Shepperd S. Interactive telemedicine: effects on professional practice and health care outcomes. *Cochrane Database Syst Rev.* 2015;2015(9):CD002098. [Crossref] [PMC]
- Peretti A, Amenta F, Tayebati SK, Nittari G, Mahdi SS. Telerehabilitation: review of the state-of-the-art and areas of application. *JMIR Rehabil Assist Technol.* 2017;4(2):e7. [Crossref] [PubMed] [PMC]
- Pastora-Bernal JM, Martín-Valero R, Barón-López FJ, Estebanez-Pérez MJ. Evidence of benefit of telerehabilitation after orthopedic surgery: a systematic review. *J Med Internet Res.* 2017;19(4):e142. [Crossref] [PubMed] [PMC]
- Agostini M, Moja L, Banzi R, Pistotti V, Tonin P, Venneri A, et al. Telerehabilitation and recovery of motor function: a systematic review and meta-analysis. *Journal of Telemedicine and Telecare.* 2015;21(4):202-13. [Crossref] [PubMed]
- Rogante M, Kairi D, Giacomozzi C, Grigioni M. A quality assessment of systematic reviews on telerehabilitation: what does the evidence tell us? *Ann Ist Super Sanita.* 2015;51(1):11-8.
- Dodakian L, McKenzie AL, Le V, See J, Pearson-Fuhrhop K, Burke Quinlan E, et al. A home-based telerehabilitation program for patients with stroke. *Neurorehabil Neural Repair.* 2017;31(10-11):923-33. [Crossref] [PubMed] [PMC]
- Druss BG, Marcus SC, Olsson M, Tanielian T, Elinson L, Pincus HA. Comparing the national economic burden of five chronic conditions. *Health Aff (Millwood).* 2001;20(6):233-41. [Crossref] [PubMed]
- Wootton R. Twenty years of telemedicine in chronic disease management--an evidence synthesis. *J Telemed Telecare.* 2012;18(4):211-20. [Crossref] [PubMed] [PMC]
- Emmerson KB, Harding KE, Lockwood KJ, Taylor NF. Home exercise programs supported by video and automated reminders for patients with stroke: a qualitative analysis. *Aust Occup Ther J.* 2018;65(3):187-97. [Crossref] [PubMed]
- Moral-Munoz JA, Zhang W, Cobo MJ, Herrera-Viedma E, Kaber DB. Smartphone-based systems for physical rehabilitation applications: a systematic review. *Assist Technol.* 2019;1-14. [Crossref] [PubMed]
- Russell TG. Telerehabilitation: a coming of age. *Aust J Physiother.* 2009;55(1):5-6. [Crossref]
- Mani S, Sharma S, Omar B, Paungmali A, Joseph L. Validity and reliability of Internet-based physiotherapy assessment for musculoskeletal disorders: a systematic review. *J Telemed Telecare.* 2017;23(3):379-91. [Crossref] [PubMed]
- Cottrell MA, Galea OA, O'Leary SP, Hill AJ, Russell TG. Real-time telerehabilitation for the treatment of musculoskeletal conditions is effective and comparable to standard practice: a systematic review and meta-analysis. *Clin Rehabil.* 2017;31(5):625-38. [Crossref] [PubMed]
- Hailey D, Roine R, Ohinmaa A, Dennett L. Evidence of benefit from telerehabilitation in routine care: a systematic review. *J Telemed Telecare.* 2011;17(6):281-7. [Crossref] [PubMed]
- Tousignant M, Moffet H, Boissy P, Corriveau H, Cabana F, Marquis F. A randomized controlled trial of home telerehabilitation for post-knee arthroplasty. *J Telemed Telecare.* 2011;17(4):195-8. [Crossref] [PubMed]
- Lawford BJ, Delany C, Bennell KL, Hinman RS. "I was really pleasantly surprised": firsthand experience and shifts in physical therapist perceptions of telephone-delivered exercise therapy for knee osteoarthritis-a qualitative study. *Arthritis Care & Research.* 2019;71(4):545-57. [Crossref] [PubMed]
- Gilbert AW, Jaggi A, May CR. What is the patient acceptability of real time 1:1 videoconferencing in an orthopaedics setting? A systematic review. *Physiotherapy.* 2018;104(2): 178-86. [Crossref] [PubMed]
- Meijer HA, Graafland M, Goslings JC, Schijven MP. Systematic review on the effects of serious games and wearable technology used in rehabilitation of patients with traumatic bone and soft tissue injuries. *Arch Phys Med Rehabil.* 2018;99(9):1890-9. [Crossref] [PubMed]
- Bower KJ, Louie J, Landesrocha Y, Seedy P, Gorelik A, Bernhardt J. Clinical feasibility of interactive motion-controlled games for stroke rehabilitation. *J Neuroeng Rehabil.* 2015;12: 63. [Crossref] [PubMed] [PMC]
- Laver KE, Lange B, George S, Deutsch JE, Saposnik G, Crotty M. Virtual reality for stroke rehabilitation. *Cochrane Database Syst Rev.* 2017;11(11):CD008349. [Crossref] [PubMed] [PMC]
- Stein S, Moxey S, Stein L. Digital platform to identify health conditions and therapeutic interventions using an automatic and distributed artificial intelligence system. *US Patent App.* 2019. Tarih: 20.07.2019 [Link]

22. Macko RF, Forrester T, Francis P, Nelson G, Hafer-Macko C, Roy A. Interactive video exercise tele-rehabilitation (IVET) for stroke care in Jamaica. *IEEE*. 2016. [[Crossref](#)]
23. Ortiz-Piña M, Salas-Fariña Z, Mora-Traverso M, Martín-Martín L, Galiano-Castillo N, García-Montes I, et al. A home-based tele-rehabilitation protocol for patients with hip fracture called @ctivehip. *Res Nurs Health*. 2019;42(1):29-38. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
24. Skwortsow N, Molin HP. Exercise protocol creation and management system. Google Patents. 2015. Tarih: 20.07.2019 [[Link](#)]
25. Kemp JL, Coburn SL, Jones DM, Crossley KM. The physiotherapy for Femoroacetabular Impingement Rehabilitation Study (physioFIRST): a pilot randomized controlled trial. *J Orthop Sports Phys Ther*. 2018;48(4):307-15. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
26. Mbada CE, Olaoye MI, Dada OO, Ayanniyi O, Johnson OE, Odole AC, et al. Comparative efficacy of clinic-based and telerehabilitation application of McKenzie therapy in chronic low-back pain. *Int J Telerehabil*. 2019;11(1):41-58. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)] [[PMC](#)]
27. Choi Y, Nam J, Yang D, Jung W, Lee HR, Kim SH. Effect of smartphone application-supported self-rehabilitation for frozen shoulder: a prospective randomized control study. *Clin Rehabil*. 2019;33(4):653-60. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
28. Bennell KL, Nelligan R, Dobson F, Rini C, Keefe F, Kasza J, et al. Effectiveness of an internet-delivered exercise and pain-coping skills training intervention for persons with chronic knee pain: a randomized trial. *Ann Int Med*. 2017;166(4):453-62. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
29. Danbjørg DB, Villadsen A, Gill E, Rothmann MJ, Clemensen J. Usage of an exercise app in the care for people with osteoarthritis: user-driven exploratory study. *JMIR Mhealth Uhealth*. 2018;6(1):e11. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)] [[PMC](#)]
30. Shenoy MP, Shenoy PD. Identifying the challenges and cost-effectiveness of telerehabilitation: a narrative review. *Journal of Clinical & Diagnostic Research*. 2018;12(12):YE01-4. [[Crossref](#)]
31. Berkoff DJ, Krishnamurthy K, Hopp J, Stanley L, Spores K, Braunreiter D. Corrected error video versus a physical therapist instructed home exercise program: accuracy of performing therapeutic shoulder exercises. *Int J Sports Phys Ther*. 2016;11(5):757-64.
32. Tousignant M, Moffet H, Nadeau S, Mérette C, Boissy P, Corriveau H, et al. Cost analysis of in-home telerehabilitation for post-knee arthroplasty. *J Med Internet Res*. 2015;17(3):e83. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)] [[PMC](#)]
33. Park KH, Song MR. Development of a web exercise video for patients with shoulder problems. *Comput Inform Nurs*. 2017;35(5):255-61. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)] [[PMC](#)]
34. Gilboa Y, Maeir T, Karni S, Eisenberg ME, Liebergall M, Schwartz I, et al. Effectiveness of a tele-rehabilitation intervention to improve performance and reduce morbidity for people post hip fracture-study protocol for a randomized controlled trial. *BMC Geriatr*. 2019;19(1):135. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)] [[PMC](#)]
35. Turner A. Case studies in physical therapy: transitioning a "Hands-On" approach into a virtual platform. *Int J Telerehabil*. 2018;10(1):37-50. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)] [[PMC](#)]
36. Peterson S. Telerehabilitation booster sessions and remote patient monitoring in the management of chronic low back pain: a case series. *Physiother Theory Pract*. 2018;34(5):393-402. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
37. Grona SL, Bath B, Busch A, Rotter T, Trask C, Harrison E. Use of videoconferencing for physical therapy in people with musculoskeletal conditions: a systematic review. *J Telemed Telecare*. 2018;24(5):341-55. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
38. Buvik A, Bergmo TS, Bugge E, Smaabrekke A, Wilsgaard T, Olsen JA. Cost-effectiveness of telemedicine in remote orthopedic consultations: randomized controlled trial. *J Med Internet Res*. 2019;21(2):e11330. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)] [[PMC](#)]
39. Tee LK. System and method for Mobile Platform Designed for Digital Health Management and Support for Remote Patient Monitoring. Google Patents. 2017. Tarih: 20.07.2019 [[Link](#)]
40. Buvik A, Bugge E, Knutsen G, Småbrekke A, Wilsgaard T. Patient satisfaction with remote orthopaedic consultation by using telemedicine: a randomised controlled trial. *J Telemed Telecare*. 2018;1-9. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
41. Lawford BJ, Bennell KL, Campbell PK, Kasza J, Hinman RS. Therapeutic alliance between physical therapists and patients with knee osteoarthritis consulting via telephone: a longitudinal study. *Arthritis Care Res (Hoboken)*. 2020;72(5):562-60. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
42. Novak D, Rienner R. Control strategies and artificial intelligence in rehabilitation robotics. *AI Magazine*. 2015;36(4):23-33. [[Crossref](#)]
43. Luxton DD, June JD, Sano A, Bickmore T. Intelligent mobile, wearable, and ambient technologies for behavioral health care. In: Luxton DD, ed. *Artificial Intelligence in Behavioral and Mental Health Care*. 1st ed. Amsterdam: Elsevier; 2016. p.137-62. [[Crossref](#)]
44. Wells R, Price TR, Spooner T, Van Andel D, Dittmer T, Kotwick J, et al. Predictive telerehabilitation technology and user interface. Google Patents. 2018. TARIH: 20.07.2019 [[Link](#)]
45. Ongvisatepaiboon K, Chan JH, Vanijja V. Smartphone-based tele-rehabilitation system for frozen shoulder using a machine learning approach. *IEEE*. 2015. [[Crossref](#)]