

Rehabilitasyonda yapay zekâ

Doç. Dr. Devrim Tarakcı



1977 yılında Sinop, Gerze'de dünyaya geldi. 1999'da İstanbul Üniversitesi Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Yüksekokulunda lisans eğitimini tamamladı. 1999-2002 yılları arasında İstanbul Üniversitesinde araştırma görevlisi olarak çalıştı. 2004-2013 yılları arasında birçok özel eğitim ve rehabilitasyon merkezinin kuruculuğunu ve fizyoterapi koordinatörlüğünü yaptı. 2013 yılında İstanbul Üniversitesi Fizyoterapi ve Rehabilitasyon bölümünde doktora eğitimini tamamladı. 2014 yılından beri İstanbul Medipol Üniversitesi Ergoterapi Bölüm Başkanlığı görevini yürüten Tarakcı, pediatrik fizyoterapi, ergoterapi ve teknolojik rehabilitasyon üzerinde çalışmalarını sürdürmektedir.

Gelişenteleknolojinin sağlık alanında etkinliğinin son yıllarda artması ile motor beceri, hareket ve günlük yaşam aktivitelerinin objektif analizi ve terapisi, rehabilitasyon profesyonellerine kolaylık sağlamaktadır. Rehabilitasyonda teknoloji; klinik karar verme süreçlerine etki edebilecek, hastalığın ve terapi yönteminin etkinlik derecesini tahmin edebilecek büyük miktarda veri toplanmasına yardımcı olmaktadır. Teknolojik sistemler ile toplanan verilerin insan sinir ağlarına benzerlik gösteren modellemeler ile yorumlanması, belirli bir durumla ilgili bilgi üretme, analiz gerçekleştirme ve kendi kendine organize olma becerisi "Yapay Zekâ" olarak adlandırılmaktadır. Yapay zekâ rehabilitasyonun pek çok alanında tanı, tedavi, sınıflandırma aşamalarında kullanılmaktadır. Özellikle insan-bilgisayar etkileşiminin nitelikli olması gereken tüm alanlara entegrasyonu mümkündür. Rehabilitasyonda yapay zekâ, simbiyotik nöroprotektörler ve miyoelektrik kontrol, beyin bilgisayar arayüz teknolojisi, perioperatif tıp ve daha fazlası için kullanılmaktadır. Özellikle hasta veri ölçümü ve klinik karar verme desteğinin makine öğrenimi yöntemleri ile sahada kullanılabilir olması çok önemlidir. Yapay zekâ temelli sistemler denge, yürüme, günlük yaşam aktiviteleri, üst ekstremité becerileri gibi klinik değerlendirme alanlarının etkin hale getirilmesi için geliştirilmektedir. Değerlendirmelerde

elde edilen veriler üzerinden kişinin sonuçlarına göre rehabilitasyon uygulamalarında ilerleme düzeyi, klinik gelişiminin tahmini ve uzun süreli takibi mümkündür. Yapay zekâ temelli rehabilitasyonda teknoloji uygulamalarının avantajları; bireyin seviyesine ve yeteneklerine uygun dizayn edilebilir olması, terapist ve hasta için tedavinin süre, yoğunluk, zorluk, hız gibi parametrelerinin esnek olarak yapılandırılmasının sağlanması, güvenilir ve geçerli kullanıcı algılama donanımı ile objektif veri sağlanması, gerçek zamanlı geribildirim sağlanması, gerçek yaşam simülasyonu ile aktivite eğitim kolaylığı sunması ve rehabilitasyonun sürecinde hasta ve terapistin olası tükenmişliğini azaltmasıdır.

Yapay Zekâ Temelli Akıllı Rehabilitasyon Teknikleri

1. Robot yardımcı terapi: Nörolojik hastalıklar başta olmak üzere motor fonksiyonu geliştirmek için yoğun pratik yapma imkânı, uygulamanın zenginleştirilmiş çevrede gerçekleştirilmesi gibi motor öğrenme bileşenlerinin tamamının uygun bir şekilde robotik sistemler ile sağlanmaktadır. Robot yardımcı sistemler alt ekstremité rehabilitasyonunda yürüme ve postüral kontrolün eğitiminde, üst ekstremitéde normal hareketlerinin ve fonksiyonun geliştirilmesinde kullanılmaktadır. Alt ekstremité robotlarının end-efektör ve dış iskelet robotları gibi etki-uygulama farklılıklarına göre sınıflandırılmaları

mevcuttur. Robotik rehabilitasyon sistemleri yüksek dozda rehabilitasyon pratiği ve doğru hareketin kazandırılmasında özellikle İnme, Spinal Kord Yaralanmaları, Multiple Skleroz, Parkinson ve Serebral Palsi gibi hastalıkların tedavisinde terapistlere avantaj sağlamaktadır.

2. Beyin-bilgisayar arayüzleri: Beyin-bilgisayar arayüzü (BBA) beyin aktivitesini ölçebilen, merkezi sinir sistemi çıktısını değiştiren, geri yükleyen, geliştiren, tamamlayan veya iyileştiren ve böylece kontrol edilmesi istenen cihazları çalıştıran yapay çıktıya dönüştürebilen bir sistem olarak tanımlanır. BBA'nın rehabilitasyonda uygulanması hastalara yalnızca ekstremité becerilerini yeniden kazandırmakla kalmaz, aktif kapalı döngü içeren geri bildirimler sağlayarak motor fonksiyonun yeniden beyinde inşa edilmesine destek olur. Fonksiyonel aktiviteleri izleme ve bunlarla ilgili geribildirim sağlama özelliğine sahiptir. Bu özellikleriyle nöroplastisiteye destek olarak motor öğrenmeyi daha etkin sağlamaya yardımcı olur. İnmeli bireylerde elektroensefalogram tabanlı beyin bilgisayar arayüz sistemlerinin istemli hareketin fasilasyonunda etkin olduğu bildirilmiştir. Özellikle hareketin niyet ve gerçekleştirilmesi arasındaki uygun köprüyü sağladığı bildirilmiştir. Fonksiyonel Elektrik Stimülasyonu ve elektromiyografi verilerinin kullanılarak gerçekleştirilen arayüz uygulamaları nörorehabilitasyonda kullanılmaktadır.

3. Ortez ve protez teknolojileri: Yapay zekâ ortez ve protezlerde de kullanılmaktadır. Yapay zekâ protezlerde çeşitli sinyal, sensör, kontrolör ve algoritma ile sinir ağından direkt kontrol ve dolaylı kontrol metodlarını kullanmaktadır. Kontrol sinyalleri, protezinin çalışması için iki formda meydana gelir, bunlar elektromiyografi ve elektroensefalogramdır. Myoeletrik üst ekstremitte protez uygulamalarında yapılan çalışmalar, güdük kaslarının elektriksel sinyallerini kullanarak elde hareket yeteneğini kullanan makine öğrenim temelli robotik ve biyonyik ellerin geliştirilmesini sağlamıştır. Teknolojinin gelişimi ile 3D baskı yöntemleri ve CAD/CAM sistemlerinin kullanılmaya başlanması hastaların ortezlere ulaşımını ve kullanım kontrollerini olumlu yönde etkilemiştir. Bu uygulamalar daha çok modifikasyon ve tasarım yapma kolaylığı sağlamaktadır.

4. Telerehabilitasyon uygulamaları: Terapist ve hastanın uzaktan yönetilen bir terapi programına göre faaliyetler gerçekleştirdiği hizmet sunum modeli olarak tanımlanmaktadır. Hastaların, klinisyenlerin ve sistemlerin uzaktan, zaman ve maliyet engelini en aza indiren bir rehabilitasyon sistemidir. Pandemi sonrasında daha fazla kullanılmaya başlayan bu yöntemler sayesinde hazırlanan telerehabilitasyon sistemleri; uzaktan değerlendirme, terapiyi birlikte sürdürme, terapinin kontrolü ve gelişimini takip etmeyi sağlayan sanal terapi merkezleri haline almaya başlamıştır.

5. Mobil uygulama temelli teknolojiler: Rehabilitasyonda mobil uygulamaların kullanımı bireyin mobil cihazları yanında taşımaları ve bireylerin kendi yaşam koşullarında veri toplama yoluyla veri tabanı oluşturabilme özelliği sayesinde önem kazanmaktadır. Hasta takip ve değerlendirmesinde kullanım kolaylığı sağlamaktadır. Bireylerin postür değerlendirmesi eklem hareket açıklığı ölçümü, fiziksel aktivite takip ve eğitimi, egzersiz, aktivite yapmasını sağlayan uygulamalar bulunmaktadır. İstanbul Medipol Üniversitesi bünyesinde bir yüksek lisans öğrencimiz ile geliştirdiğimiz "Egzersiz Ofisi" mobil uygulamamızda bu alana örnek olabilir. Ofis çalışanlarına özgü değerlendirmelerin olduğu, kişinin değerlendirmelerine göre egzersiz havuzundan videoların terapist tarafından seçilebildiği, bireyin uygun zaman dilimine

göre egzersize teşvik edildiği ve programını kendisinin de takip şansının olduğu bir uygulamadır. Çalışma sonucu ofis çalışanlarında uygulamanın aktivite düzeyini ve egzersiz yapma alışkanlığını artırdığı bulunmuştur.

6. Sanal gerçeklik temelli uygulamalar: Bilgisayar sistemlerini kullanarak, verileri görselleştirmek, manipüle etmek ve *biofeedback* (karşılıklı etkileşim) özelliği ile terapide kullanılması için birçok sanal gerçeklik uygulaması rehabilitasyonda yerini almıştır. Bu sistemler nörorehabilitasyonda bireyin sinir sistemine anlamlı ve gerekli uyarı sağlayarak kognitif, motor beceri ve fonksiyonların geri kazanımında nöroplastisite temelli tedavi imkânı sağlamaktadır. Ayrıca hasta için fiziksel çevrenin istenildiği şekilde yaratılması ve etkileşimin kolay olması da önemli bir noktadır. İnme, Parkinson, multiple skleroz, alzheimer gibi hastalıkların nörolojik rehabilitasyonunda kullanıldığı gibi; pediatrik rehabilitasyon gerektiren serebral palsi, brakial pleksus hasarı, otizm gibi tanı gruplarında denge, yürüme, kognitif, eğitimsel beceri, motor beceri ve katılımın artırılması yönünde kullanıldığı çok sayıda bilimsel yayın bulunmaktadır.

7. Video bazlı oyun terapi sistemleri: Video oyun temelli rehabilitasyonda özellikle hareket kontrollü sistemler ile aksiyon video oyunlarının uygulandığı çalışmaların üst ekstremitte becerileri, vücut dengesi, yürüme gibi parametreler üzerine olumlu etkileri belirtilmektedir. *Exergame*, "exercise" ve "gaming" terimlerinin birleşimi ile oluşturulan, video oyunları ile egzersiz yapmayı tanımlayan geniş bir terimdir. Exergame için kullanılan video oyunları temel olarak eğlence için üretilmiş, ticari olarak satın alınabilen, genel popülasyonun kullanımı için tasarlanmış oyunlardır. Bu alanda Nintendo Wii, Microsoft Xbox Kinect, Leap Motion ve Playstation gibi oyun konsolları kullanılmaktadır. Bu uygulamalar terapist ve mühendis iş birliği ile rehabilitasyonda tedavi edici oyun ve değerlendirme sistemlerinin gelişimine öncülük yapmıştır. Akademik sanayi iş birliği ile Fizyosoft firması ve İstanbul Medipol Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Ergoterapi Bölümü'nün TeknoTerapi laboratuvarında rehabilitasyon alanında kullanılmak üzere terapötik oyun geliştirme süreçleri ve geliştirilen oyunların

hastalıklar üzerindeki bilimsel çalışmaları sürmektedir. Rehabilitasyonda karmaşık motor hareketlerin eğitimi süreci yüksek düzeyde dikkat ve görsel, proprioseptif ve somatosensöriyel geri bildirim gerektirir. Rehabilitasyonda uygulanan klinik terapi yöntemleri tüm bu alanları içine alan motor öğrenmeyi kolaylaştırmaya odaklanır. Hastaların rehabilitasyonda uzun süreler geçirmesi kullanılan konvansiyonel yöntemlere alternatiflerin oluşturulmasını sağlamıştır. Rehabilitasyonun etkinliğini artıran bu sistemlerin geliştirilmesi süreçlerinde farklı disiplinlerin bir arada çalışması zorunludur. Hekim, fizyoterapist, ergoterapist, yazılım mühendisi, bilgisayar mühendisi, elektrik elektronik mühendisi gibi meslek gruplarının ortak çalışmaları ile daha ileri teknoloji düzeyinde akıllı sistemlerin hem terapistlere hem hastalara büyük fayda sağlayacağı düşünülmektedir.

Kaynaklar

- Anderson D. (2019). *Artificial Intelligence and Applications in PM&R*, *American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation*, 98(11), 128-129
- Bostancı H., Emir A., Tarakcı D., Tarakcı E. (2020). *Video Game-Based Therapy for the Non-Dominant Hand Improves Manual Skills and Grip Strength*. *Hand Surgery and Rehabilitation*, 39(4), 265-269.
- Huo C., Zheng Y., Lu W., Zhang TY., Wang DF., Xu DS., Li ZY. (2021). *Prospects for Intelligent Rehabilitation Techniques to Treat Motor Dysfunction*. *Neural Regeneration Research*, 16(2), 264.
- Kara G., Altuğ F., Kavaklıoğlu K., & Cavlak U. (2020). *Nörolojik Rehabilitasyonda Yapay Sinir Ağı Uygulamaları*. *Cukurova Medical Journal*, 45(4), 1825-1827
- Jumphoo T., Uthansakul M., Duangmanee P., Khan N., & Uthansakul P. (2021). *Soft Robotic Glove Controlling Using Brainwave Detection for Continuous Rehabilitation at Home*. *CMC-Computers Materials & Continua*, 66(1), 961-976
- Nayak S., & Das RK. (2020). *Application of Artificial Intelligence (AI) in Prosthetic and Orthotic Rehabilitation*.
- Tarakcı E., Tarakcı D. (2019). *Rehabilitasyonda Teknoloji Kitabı, İstanbul Tıp Kitapevleri*.
- Tarakcı E., Arman N., Tarakcı D., & Kasapcopur O. (2020). *Leap Motion Controller-Based Training for Upper Extremity Rehabilitation in Children and Adolescents with Physical Disabilities: A Randomized Controlled Trial*. *Journal of Hand Therapy*, 33(2), 220-228.
- Tarakcı D. (2015). *Pediatrik Rehabilitasyonda Oyun Konsolları ile Sanal Gerçeklik Uygulamaları*. *Türkiye Klinikleri Physiotherapy and Rehabilitation-Special Topics*, 1(1), 30-34.
- Tarakcı D., Ersoz Huseyinsinoglu B., Tarakcı E., & Razak Ozdincler A. (2016). *Effects Of Nintendo Wii-Fit® Video Games on Balance in Children with Mild Cerebral Palsy*. *Pediatrics International*, 58(10), 1042-1050.