

Sağlık Bilimlerinde Teknoloji ve İnovasyon Disiplinlerarası Yaklaşım

Editör: Özlem Ülkü BULUT



ÖZGÜR
YAYINLARI

Sağlık Bilimlerinde Teknoloji ve İnovasyon Disiplinlerarası Yaklaşım

Editör:

Özlem Ülkü BULUT



Published by

Özgür Yayın-Dağıtım Co. Ltd.

Certificate Number: 45503

📍 15 Temmuz Mah. 148136. Sk. No: 9 Şehitkamil/Gaziantep

☎ +90.850 260 09 97

📞 +90.532 289 82 15

🌐 www.ozgurayinlari.com

✉ info@ozgurayinlari.com

Sağlık Bilimlerinde Teknoloji ve İnovasyon Disiplinlerarası Yaklaşım

Editor: Özlem Ülkü BULUT

Language: Turkish-English

Publication Date: 2025

Cover design by Mehmet Çakır

Cover design and image licensed under CC BY-NC 4.0

Print and digital versions typeset by Çizgi Medya Co. Ltd.

ISBN (PDF): 978-625-5757-38-8

DOI: <https://doi.org/10.58830/ozgur.pub898>



This work is licensed under the Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International (CC BY-NC 4.0). To view a copy of this license, visit <https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>
This license allows for copying any part of the work for personal use, not commercial use, providing author attribution is clearly stated.

Suggested citation:

Bulut, Ö. Ü. (ed) (2025). *Sağlık Bilimlerinde Teknoloji ve İnovasyon Disiplinlerarası Yaklaşım*. Özgür Publications.

DOI: <https://doi.org/10.58830/ozgur.pub898>. License: CC-BY-NC 4.0

The full text of this book has been peer-reviewed to ensure high academic standards. For full review policies, see <https://www.ozgurayinlari.com/>



Ön Söz

“Sağlık Bilimlerinde Teknoloji ve İnovasyon: Disiplinlerarası Yaklaşım” adlı bu kitap, dijital dönüşüm çağında sağlık alanının geçirdiği paradigma değişimini kapsamlı biçimde ele almakta ve sağlık profesyonellerinin, eğitimcilerin ve araştırmacıların teknoloji temelli yeniliklere bütüncül bir perspektiften bakabilmelerine rehberlik etmektedir.

Günümüzde yapay zekâ, metaverse, artırılmış ve sanal gerçeklik, giyilebilir sensör teknolojileri, mobil sağlık uygulamaları ve veri tabanlı karar destek sistemleri, sağlık hizmetlerinin doğasını kökten dönüştürmektedir. Bu teknolojiler yalnızca klinik uygulamaları değil; sağlık profesyonellerinin eğitim süreçlerini, hasta-bakıcı etkileşimini, uzaktan izlem ve danışmanlık modellerini de yeniden şekillendirmektedir.

Kitap, bu dönüşümün çok boyutlu etkilerini disiplinlerarası bir yaklaşımla ele alarak; hemşirelikte dijital dönüşüm, jinekolojik onkolojide navigatör hemşirelik ve telenavigasyon, doğum ve kadın hastalıkları hemşireliği eğitiminde simülasyon temelli öğretim modelleri, diş hekimliği eğitiminde sanal gerçeklik uygulamaları, doğumda anne ve bebek güvenliğini destekleyen teknolojiler ile fizyoterapi ve ergoterapi alanlarında dijital rehabilitasyon modelleri gibi çağdaş temaları kapsamaktadır.

Her bölüm, ilgili disiplinin özgün ihtiyaçlarını ve teknolojik yeniliklere adaptasyon süreçlerini ele alırken; eğitim, uygulama, etik ve hasta güvenliği boyutlarını da bütüncül bir yaklaşımla inceler. Metaverse tabanlı öğrenme ortamlarının, yapay zekâ destekli klinik karar mekanizmalarının ve sensör tabanlı izlem sistemlerinin sunduğu olanaklar; sağlık profesyonellerinin bilgi, beceri ve karar verme kapasitelerini güçlendirirken, bakım kalitesini ve hasta güvenliğini artıran yeni bir ekosistem ortaya koymaktadır.

Buyönüyle eser, yalnızca teknolojik araçların tanıtımını yapmakla kalmayıp; dijital dönüşümün getirdiği etik sorumlulukları, mesleki yetkinliklerin yeniden tanımlanmasını ve sürdürülebilir sağlık hizmeti sunumuna ilişkin stratejik yaklaşımları da tartışmaktadır. Ayrıca kitap, geleceğin sağlık profesyonellerinin dijital okuryazarlık, yapay zekâ farkındalığı, simülasyon ve veri temelli öğrenme becerilerini geliştirmeyi amaçlayan özgün örnekler sunmakta; hem akademik hem de klinik alan için uygulanabilir bir rehber niteliği taşımaktadır. Dijital dönüşüm sürecinde etik, güvenli ve hasta odaklı uygulamalar geliştirmek isteyen tüm sağlık profesyonelleri için bu kitap, çağın gereksinimlerine yanıt veren önemli bir başvuru kaynağı niteliğindedir.

İçindekiler

Ön Söz

iii

Bölüm 1

Hemşirelik ve Dijital Dönüşüm: Metaverse’ten Yapay Zekaya Yenilikçi Uygulamalar	1
<i>Serkan Yapal</i>	
<i>Derya Evgin</i>	

Bölüm 2

Doğum ve Kadın Hastalıkları Hemşireliği Alanında Simülasyon Temelli Eğitim	23
<i>Sibel Dilmen</i>	
<i>Nilüfer Tuğut</i>	

Bölüm 3

Jinekolojik Onkolojide Navigatör Hemşire ve Telenavigasyon Uygulamaları	37
<i>Sibel Dilmen</i>	
<i>Nilüfer Tuğut</i>	

Bölüm 4

Doğumda Anne ve Bebek Güvenliğini Destekleyen Teknolojik Yaklaşımlar	55
<i>Gamze Acarut</i>	

Bölüm 5

Diş Hekimliği Eğitiminde Sanal Gerçeklik Uygulamaları: Fırsatlar, Zorluklar ve Gelecek Perspektifleri	69
<i>Esra Yıldırım Manav</i>	

Bölüm 6

The Evolution of Digital Rehabilitation: Next-Generation Technological Approaches in Occupational Therapy and Physiotherapy 81

Basak Cagla Arslan

Bölüm 7

Sağlık Bilimlerinde Teknoloji ve İnovasyonun Kuramsal ve Uygulamalı Temelleri 115

Anıl Güngördü

Hemşirelik ve Dijital Dönüşüm: Metaverse'ten Yapay Zekaya Yenilikçi Uygulamalar

Serkan Yopal¹

Derya Evgin²

Özet

Sağlık hizmetlerinde dijital dönüşüm, hemşirelik mesleğinin geleceğini şekillendiren en önemli paradigma değişimlerinden biridir. Bu bölümde, pediatri ve halk sağlığı hemşireliğinde metaverse, yapay zeka, teletıp ve giyilebilir teknolojilerin entegrasyonu ele alınmaktadır. Metaverse teknolojisi, çocuk hastalar için immersif tedavi ortamları ve hemşirelik eğitiminde simülasyon olanakları sunmaktadır. Yapay zeka destekli sistemler, erken tanı, risk değerlendirmesi ve kişiselleştirilmiş bakım planlarının oluşturulmasında kritik rol oynamaktadır. Teletıp uygulamaları, özellikle kırsal bölgelerdeki çocukların sağlık hizmetlerine erişimini artırırken, giyilebilir teknolojiler sürekli sağlık monitorizasyonu ve önleyici bakım stratejilerinin geliştirilmesine imkan tanımaktadır. Bu teknolojilerin hemşirelik uygulamalarına entegrasyonu, bakım kalitesini artırmakla birlikte etik, yasal ve güvenlik konularında yeni zorlukları da beraberinde getirmektedir. Bölüm, bu teknolojilerin mevcut uygulamalarını, gelecek perspektiflerini ve hemşirelik mesleği için yarattığı fırsatları disiplinlerarası bir yaklaşımla değerlendirmektedir.

1. Giriş

Sağlık hizmetlerinde dijitalleşme, hemşirelik mesleğinin geleceğini şekillendiren en önemli dönüşümlerden biri olarak öne çıkmaktadır (Maguire ve White, 2025). Bu süreç yalnızca hemşirelik uygulamalarının kapsamını genişletmekle kalmayıp, aynı zamanda hasta bakım süreçlerinin verimliliğini ve kalitesini artırma potansiyeli de taşımaktadır. Son yıllarda

- 1 Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Hemşirelik Bölümü, Nevşehir/Türkiye (Yüksek lisans öğrencisi) E-posta: srknyopal@gmail.com ORCID: 0009-0009-6427-3140
- 2 Kayseri Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Çocuk Gelişimi Bölümü, Kayseri /Türkiye E-posta: devgin@kayscri.edu.tr ORCID: 0000-0001-6460-3124

öncü çıkan metaverse, yapay zeka, teletıp ve giyilebilir teknolojiler gibi dijital araçlar, hemşirelik mesleğine yeni ufuklar açmaktadır (Irwin ve ark., 2025). Özellikle pediatri ve halk sağlığı hemşireliğinde bu teknolojilerin entegrasyonu, hem mevcut uygulamaların geliştirilmesine hem de geleceğe yönelik yeni perspektiflerin şekillenmesine katkı sağlamaktadır.

Pediatri alanında metaverse teknolojisi, çocuk hastalar için sürükleyici tedavi ortamları sunarak tedavi süreçlerini daha az travmatik hale getirme potansiyeli taşımaktadır (Kim ve ark., 2023). Ayrıca hemşirelik eğitiminde gelişmiş simülasyon imkânları sağlayarak öğrencilerin gerçekçi senaryolarda deneyim kazanmasına yardımcı olmaktadır (Ergin ve ark., 2024). Yapay zeka destekli sistemler, erken tanı, risk değerlendirmesi ve kişiselleştirilmiş bakım planlarının hazırlanmasında önemli katkılar sunarken, teletıp uygulamaları kırsal bölgelerde yaşayan çocukların sağlık hizmetlerine erişimini kolaylaştırmaktadır. Giyilebilir teknolojiler ise sürekli sağlık monitorizasyonu sayesinde önleyici bakım stratejilerinin geliştirilmesine olanak tanımaktadır (Tischendorf ve ark., 2024). Bu yeniliklerin entegrasyonu, bakım kalitesini artırmanın yanı sıra etik, yasal ve güvenlik gibi yeni tartışmaları da gündeme getirmektedir.

Hemşirelik eğitiminde dijital teknolojilerin rolü de oldukça büyüktür. Metaverse tabanlı sanal gerçeklik simülasyonları, öğrencilerin gerçek dünyaya hazırlanmalarını kolaylaştırırken karmaşık durumlarla başa çıkma becerilerini pekiştirmektedir (Han ve ark., 2023; Maguire ve White, 2025). Yapay zeka destekli akıllı sistemler, öğrencilere kişiselleştirilmiş öğrenme yolları sunarak bireysel gelişimlerini hızlandırmakta ve sağlık alanında hızla değişen ihtiyaçlara adaptasyonu kolaylaştırmaktadır (Marković, 2023). Bunun yanı sıra yapay zeka destekli robotik ve teletıp çözümleri, hemşirelik bakımının erişilebilirliğini artırarak sağlık hizmetlerinin daha geniş kitlelere ulaşmasını sağlamaktadır (Rony ve ark., 2023). Bu noktada hemşirelerin metaverse ve yapay zeka gibi yeni teknolojilere yönelik bilgi, tutum ve farkındalık düzeyleri kritik önem taşımaktadır (Ergin ve ark., 2024).

Yapay zeka temelli adaptif öğrenme platformları, öğrencilerin performansını değerlendirerek kişiselleştirilmiş öğrenme yolları sunmakta, bilgi eksikliklerini tespit ederek uygun öğrenme materyalleri önermektedir (Verma ve ark., 2024; Gagné, 2023). Bu “hassas eğitim” yaklaşımı, tıp alanındaki “hassas tıp” anlayışıyla benzer şekilde, veri odaklı bireyselleştirilmiş eğitim ve değerlendirme fırsatları sunmaktadır (Glauberman ve ark., 2023). Yapay zeka destekli sohbet robotları ve sanal hasta uygulamaları, öğrencilerin iletişim becerilerini geliştirmeleri ve klinik senaryoları deneyimlemeleri için etkili yöntemler sunarken (Kang ve ark.,2023), makine öğrenmesi

algoritmaları öğrenci verilerini analiz ederek kişiye özel öğrenme yolları oluşturmaktadır. Bu durum, hem öğrenci katılımını artırmakta hem de hemşirelik eğitim programlarının yeniden düzenlenmesi gerekliliğini ortaya koymaktadır (Buchanan ve ark., 2021). Dolayısıyla, hemşirelik müfredatına yapay zeka okuryazarlığı ve etik kullanım ilkelerinin dahil edilmesi, geleceğin hemşirelerinin bu teknolojileri etkin ve sorumlu bir biçimde kullanabilmelerini sağlamak açısından büyük önem taşımaktadır (Hassanein ve ark., 2025; Shishehgar ve ark., 2025). Dijital dönüşüm, hemşirelik süreçlerinde verimlilik artışı, teşhis doğruluğunda iyileşme ve kişiselleştirilmiş hasta bakımı gibi pek çok avantaj sunarken (Hassanein ve ark., 2025), bu potansiyelin tam olarak hayata geçirilebilmesi için teknolojik adaptasyon becerilerinin geliştirilmesi, güçlü etik çerçevelerin oluşturulması ve disiplinlerarası iş birliklerinin desteklenmesi zorunludur. Böylelikle hemşirelik mesleği, geleceğin sağlık ihtiyaçlarına daha etkin bir şekilde yanıt verebilecek güçlü ve esnek bir yapıya kavuşacaktır (Kwan ve ark., 2025).

2. Sağlık Hizmetlerinde Dijital Dönüşümün Hemşirelik Mesleğine Etkileri

Dijitalleşmenin sağlık hizmetlerine entegrasyonu, hemşirelik mesleğinin rol ve sorumluluklarını genişleterek bakım sunum modellerinde köklü değişikliklere yol açmıştır. Artık hemşireler yalnızca hasta bakımında değil, aynı zamanda dijital sağlık araçlarının etkin kullanımında da önemli bir rol üstlenmektedir. Bu dönüşüm, hemşirelerin dijital okuryazarlık becerilerini geliştirmelerini ve hızla gelişen yeni teknolojilere uyum sağlamalarını zorunlu hale getirmiştir (Ho ve ark., 2023).

Adaptasyon süreci, özellikle yapay zeka ve metaverse gibi ileri teknolojilerin hemşirelik eğitimine entegrasyonu ile desteklenmektedir. Bu sayede hemşireler, gelecekteki sağlık ihtiyaçlarına daha donanımlı bir şekilde hazırlanabilmektedir (Buchanan ve ark., 2021; Glauberman ve ark., 2023). Yapay zeka destekli eğitim araçları, hemşirelerin terapötik iletişim ve danışmanlık gibi kritik becerilerini geliştirmeleri için güçlü bir potansiyel taşımaktadır (Han ve ark., 2023). Bu potansiyel, özellikle sanal gerçeklik ortamlarında yapay zeka ile desteklenen senaryolar aracılığıyla daha da pekiştirilebilir. Böylelikle öğrenciler yalnızca teorik bilgi değil, uygulamalı ve gerçekçi deneyimler de kazanmış olurlar (Glauberman ve ark., 2023).

İleri eğitim yaklaşımlarının en önemli katkılarından biri, hemşirelerin karmaşık klinik durumlarda hızlı ve doğru karar verme becerilerini güçlendirmesidir. Bu yalnızca hemşirelerin yetkinliğini artırmakla kalmaz, aynı zamanda hasta güvenliği ve bakım kalitesini de yükseltir (Han ve ark.,

2023). Bunun yanı sıra yapay zeka araçları, hemşirelik araştırmalarında da güçlü bir destek sunmaktadır. Büyük veri analizi, örüntü tanıma ve sonuçların yorumlanması gibi alanlarda yapay zekanın kullanımı, kanıta dayalı hemşirelik uygulamalarının gelişimine önemli katkılar sağlar (Glauberman ve ark., 2023). Böylece klinik kararlar daha bilimsel temellere oturur ve bakımın etkinliği artar.

Bu gelişmeler, hemşirelik mesleğinin gelecekteki rolünü yeniden tanımlarken, aynı zamanda teknoloji entegrasyonunun mesleki yetkinlikler üzerindeki derin etkilerini de gözler önüne sermektedir. Dijital teknolojilerin hemşirelik eğitimine ve uygulamasına entegrasyonu, evrensel sağlık kapsamına ulaşma hedefinde kritik bir rol oynamakta ve sağlık sonuçlarını dönüştürme potansiyeli taşımaktadır (Ho ve ark., 2023; Kleib ve ark., 2024). Ancak bu dönüşümün tam anlamıyla başarılı olabilmesi için hemşirelik profesyonellerinin dijital yetkinliklerinin sürekli olarak geliştirilmesi, sağlık teknolojilerindeki güncel gelişmeleri yakından takip etmeleri ve adaptasyon kapasitelerinin artırılması gerekmektedir (Tischendorf ve ark., 2024).

3. Pediatri Hemşireliğinde Dijital Uygulamalar

Pediatri hemşireliği, çocukların özel fizyolojik ve psikolojik ihtiyaçları nedeniyle dijital teknolojilerin adaptasyonunda kendine özgü zorluklar ve fırsatlar barındırmaktadır. Çocukların tedavi süreçleri yalnızca klinik yaklaşımlarla sınırlı kalmamakta; onların gelişimsel özellikleri, duygusal ihtiyaçları ve çevresel hassasiyetleri de dikkate alınarak planlanmaktadır. Bu bağlamda dijital teknolojiler, hem çocukların tedaviye uyumunu kolaylaştırmakta hem de hemşirelerin bakım süreçlerini daha verimli hale getirmektedir.

Özellikle metaverse teknolojisi, pediatrik hastalara yönelik tedavi süreçlerini daha etkileşimli ve çocuk dostu bir hale getirme potansiyeline sahiptir. Artırılmış gerçeklik (AR) ve sanal gerçeklik (VR) destekli sistemler çocukların tedavi sırasında yaşadığı anksiyeteyi azaltarak tedavi uyumunu artırabilmektedir. Ayrıca bu ortamlar, hemşirelik öğrencilerine ve sağlık profesyonellerine gerçekçi simülasyon deneyimleri sunarak pratik becerilerin geliştirilmesine katkıda bulunmaktadır (Tozzi ve ark., 2023). Bunun yanı sıra, oyunlaştırılmış tedavi uygulamaları, hastane ortamının yarattığı stresin azaltılmasında etkili bir araçtır. Çocuklara eğlenceli ve katılımcı bir deneyim sunan bu uygulamalar, iyileşme sürecini hızlandırırken aynı zamanda hemşirelerin bakım yükünü de hafifletmektedir. Böylece tedavi süreci yalnızca daha kısa değil, aynı zamanda daha kaliteli bir hale gelmektedir.

Giyilebilir teknolojiler de pediatrik bakımda önemli bir rol üstlenmektedir. Çocukların kalp atımı, solunumu, oksijen saturasyonu gibi vital bulgularının sürekli izlenmesini mümkün kılan bu cihazlar, hem ebeveynlere hem de sağlık profesyonellerine anlık veri akışı sağlamaktadır. Bu sayede olası sağlık sorunları daha erken fark edilmekte ve gerekli müdahaleler zamanında yapılabilmektedir.

Pediatri alanındaki bu teknolojik adaptasyon, yetişkinlere yönelik geliştirilen dijital çözümlerin doğrudan kullanılmasının her zaman mümkün olmadığını göstermektedir. Çocukların sürekli gelişim gösteren biyolojik yapıları, farklı hastalık profilleri ve önleyici sağlık hizmetlerine duyulan ihtiyaç, özelleştirilmiş çözümler geliştirilmesini zorunlu kılmaktadır (Tozzi ve ark., 2023). Bu durum, pediatri hemşireliğinde dijital teknolojilerin yalnızca bir destek aracı değil, aynı zamanda çocuklara uygun bireyselleştirilmiş bakımın temel bileşeni olduğunu ortaya koymaktadır.

3.1. Metaverse ile İmmersif Tedavi Ortamları

Metaverse tabanlı ortamlar, özellikle kronik hastalıkları olan veya uzun süreli hastane yatışı gerektiren çocuk hastalar için, gerçek dünya koşullarının sınırlılıklarını aşan eğlenceli ve öğretici sanal alanlar sunmaktadır (Kim, 2022). Bu sanal dünyalar, çocukların tedavi süreçlerine daha aktif katılım göstermelerini teşvik ederken, aynı zamanda hastalıkları ve tedavi yöntemleri hakkında bilgi edinmelerine yardımcı olmaktadır. Böylece tedavi, yalnızca klinik bir süreç olmaktan çıkıp, öğrenme ve keşif deneyimine dönüşebilmektedir (Kim, 2022).

Metaverse platformlarının bir diğer önemli katkısı, çocuk hastaların sosyal etkileşimlerini sürdürmelerine olanak sağlamasıdır. Uzun süreli hastane yatışları sırasında ortaya çıkan yalnızlık ve izolasyon duygusu, akranlarla güvenli bir sanal ortamda kurulan iletişim sayesinde hafifleyebilmektedir. Bu bağlamda pediatrik hemşireler, metaverse aracılığıyla yalnızca klinik bakımı değil, çocukların duygusal ve psikolojik iyilik hallerini de destekleme fırsatı bulmaktadır (Goldsworthy ve ark.,2023).

İmmersif yani sürükleyici tedavi ortamları, çocuklarda ağrı yönetimi ve kaygı azaltma konusunda da etkili non-farmakolojik yaklaşımlar sunmaktadır. Sanal ortamda geçirilen süre, tedavi sırasında yaşanan stresi azaltmakta, çocukların uyumunu artırmakta ve genel tedavi deneyimini daha olumlu hale getirmektedir (Tozzi ve ark., 2023). Bununla birlikte, metaverse tabanlı uygulamaların kullanım sürecinde gözetilmesi gereken kritik hususlar bulunmaktadır. Özellikle çocukların bilişsel gelişimi, siber

güvenlik riskleri ve etik kullanım prensipleri titizlikle değerlendirilmelidir (Everri ve Heitmayer, 2024).

Metaverse yalnızca hasta bakımında değil, hemşirelik eğitiminde de güçlü bir araç olarak değerlendirilmektedir. Pediatriye özgü metaverse tabanlı simülasyonların geliştirilmesi, hemşire adaylarının gerçekçi senaryolarda pratik yapmalarını sağlayarak onların çocuk hastaların karmaşık ihtiyaçlarına daha etkili yanıt verebilmesini mümkün kılmaktadır (Park ve ark., 2024; Kim ve ark., 2023; Ismail ve ark., 2024). Bu tür eğitim uygulamaları, geleceğin hemşirelerinin yalnızca teknik becerilerini değil, aynı zamanda empati ve iletişim gibi insani yönlerini de güçlendirebilir. Ancak bu teknolojilerin etkinliğini artırabilmek bu alanı desteklemek amacıyla daha çok randomize kontrollü deneysel çalışmaya gereksinim vardır. Ayrıca, ticari ürünlerin çeşitlendirilmesi, çocukların yaş ve gelişim özelliklerine uygun anlamlı tasarım stratejilerinin geliştirilmesi de önemlidir (Caffarelli ve ark., 2020). Bu doğrultuda ilerleyen yıllarda metaverse, pediatri hemşireliğinde hem klinik uygulamalarda hem de eğitim süreçlerinde önemli bir tamamlayıcı araç haline gelebilecektir.

3.2.Yapay Zeka Destekli Erken Tanı ve Risk Değerlendirmesi

Yapay zeka tabanlı algoritmalar, özellikle pediatri alanında geniş veri kümelerini inceleyerek hastalıkların erken evre bulgularını ortaya çıkarmada ve olası risk unsurlarını saptamada önemli bir işlev üstlenmektedir (Demirbaş ve ark., 2024). Bu algoritmalar, elektronik sağlık kayıtları, genetik veriler ve giyilebilir cihazlardan elde edilen sürekli izlem verilerini bir araya getirerek pediatrik hastalıklara özgü hassas tanı modelleri oluşturabilmektedir (Jung ve ark., 2021). Böylece yalnızca yaygın hastalıkların değil, aynı zamanda nadir görülen pediatrik rahatsızlıkların da erken dönemde fark edilmesi mümkün hale gelmektedir.

Bu modeller, özellikle hızla ilerleyen pediatrik acil durumlarda hemşirelere ve hekimlere değerli bilgiler sunarak zamanında ve doğru müdahaleyi kolaylaştırmaktadır. Örneğin, yapay zeka destekli karar destek sistemleri, yoğun bakım ünitelerinde ya da acil servislerde erken uyarı mekanizmaları sağlayarak hemşirelerin risk değerlendirmelerini hızlandırmaktadır (Jung ve ark., 2021). Bu sistemler yalnızca erken tanı sürecinde değil, aynı zamanda kişiselleştirilmiş tedavi planlarının hazırlanmasında ve komplikasyon risklerinin önceden tahmin edilmesinde de etkin rol oynamaktadır. Böylece hemşireler, klinik kararlarını daha güvenilir verilere dayandırarak bakımın kalitesini artırabilmektedir. Bu tür örnekler, yapay zekanın yalnızca veri işleme aracı olmadığını; aynı zamanda hemşirelerin erken tanı, risk öngörüsü

ve kişiselleştirilmiş bakım süreçlerinde güvenilir bir destek mekanizması sunduğunu göstermektedir. Gelecekte bu teknolojilerin yaygınlaşmasıyla, pediatrik bakımda hem hasta güvenliği hem de klinik sonuçlar açısından önemli iyileşmeler sağlanması beklenmektedir.

3.3. Teletıp ile Kırsal Bölgelerde Sağlık Hizmetlerine Erişim

Teletıp uygulamaları, coğrafi engelleri azaltarak, dezavantajlı çevrelerde yaşayan çocukların nitelikli sağlık hizmetlerine ulaşma fırsatını anlamlı derecede yükseltmektedir (Jung ve ark., 2021). Bu sistemler sayesinde pediatrik hemşireler, uzaktan konsültasyonlar, evde bakım takipleri ve ebeveyn eğitimleri aracılığıyla çocukların sağlık ihtiyaçlarını karşılayabilmekte; böylece hem seyahat maliyetleri hem de bekleme süreleri azalmaktadır.

Teletıp uygulamalarının en önemli avantajlarından biri, kronik hastalığı olan çocukların düzenli takibini kolaylaştırmasıdır. Tele-hemşirelik ziyaretleri sayesinde çocukların sağlık durumu sürekli izlenebilirken, ebeveynlerin çocuk bakımı konusundaki bilgi düzeyleri de artmakta ve sağlık okuryazarlığı güçlenmektedir. Bu yaklaşım yalnızca hastalık yönetimini iyileştirmekle kalmayıp, aynı zamanda ailelerin sağlık hizmetine daha aktif şekilde katılımını da teşvik etmektedir. Özellikle pediatrik onkoloji veya nadir hastalıklar gibi özelleşmiş alanlarda teletıp, uzmanlara erişimi genişleterek tedaviye uyumu ve bakımın sürekliliğini artırmaktadır. Uzaktan erişim sayesinde hasta takibinde süreklilik sağlanırken, sağlık hizmeti sunucularının kaynakları da daha etkin bir biçimde kullanılabilir (Jung ve ark., 2021).

Tüm bu avantajlara rağmen, teletıp uygulamalarının yaygınlaşması veri gizliliği, siber güvenlik ve dijital eşitsizlik gibi yeni etik ve yasal zorlukları da beraberinde getirmektedir. Bu nedenle teletıp altyapısının güçlendirilmesi, tele-hemşirelik standartlarının belirlenmesi ve hizmet kalitesinin güvence altına alınması büyük önem taşımaktadır. Ayrıca, teletıpın benimsenmesi sırasında yalnızca teknolojik altyapının değil, aynı zamanda sağlık profesyonellerinin eğitimi ve yasal düzenlemelerin güncellenmesi de kritik bir gerekliliktir (Southgate ve ark., 2022; Jung ve ark., 2021).

4. Halk Sağlığı Hemşireliğinde Dijital Uygulamalar

Halk sağlığı hemşireliği, bireylerin, ailelerin ve toplumların sağlığını korumak, geliştirmek ve hastalıkları önlemek amacıyla dijital teknolojilerden giderek daha fazla yararlanmaktadır. Bu teknolojiler, özellikle kırsal bölgelerde mobil sağlık hizmetleri aracılığıyla sağlık hizmetlerine erişimi artırmakta ve sağlık eğitimini daha geniş kitlelere ulaştırmaktadır (Gökçay ve ark., 2024).

Giyilebilir teknolojiler ve mobil uygulamalar, halk sağlığı hemşirelerine kronik hastalık yönetimi, aşı takibi ve bulaşıcı hastalıkların yayılımının izlenmesi gibi konularda gerçek zamanlı veri sağlamaktadır. Bu veriler sayesinde hemşireler, topluluk içinde riskleri daha erken tespit edebilmekte ve proaktif müdahalelerde bulunabilmektedir (Maita ve ark., 2024; Margañón ve ark., 2023). Aynı zamanda bireyler de kendi sağlık verilerini takip ederek sağlık davranışlarını iyileştirme şansı bulmakta, bu da hem bireysel hem toplumsal sağlık yönetimine katkıda bulunmaktadır.

Teletıp uygulamaları, halk sağlığı hemşireliğinde özellikle dezavantajlı veya ulaşılması zor bölgelerdeki bireylere yönelik koruyucu sağlık hizmetlerinin sunumunu kolaylaştırmaktadır (Morrison ve ark., 2022; Margañón ve ark., 2023). Bu tür dijital çözümler, pandemilerde veya doğal afetlerde kritik önem taşımaktadır. Hemşireler, geniş bir coğrafi alana yayılmış popülasyonlara ulaşarak, sağlık izlemleri yapabilmekte, risk değerlendirmelerinde bulunabilmekte ve kişiselleştirilmiş sağlık eğitimleri sunabilmektedir (David-Olawade ve ark., 2024).

Dijitalleşmenin getirdiği bir diğer önemli fırsat, **sağlık okuryazarlığı programlarının** daha geniş kitlelere ulaştırılmasıdır. Online eğitimler, mobil uygulamalar ve dijital kampanyalar aracılığıyla bireylerin sağlık bilinci artırılmakta ve proaktif sağlık davranışları teşvik edilmektedir (Khan ve ark., 2025). Böylece toplumun kendi sağlığını yönetme kapasitesi artmakta, önleyici sağlık hizmetlerinin etkinliği güçlenmektedir. Ancak bu dönüşüm, halk sağlığı hemşirelerinden sürekli olarak dijital yeterliliklerini geliştirmelerini ve teknolojiyi etik, güvenli ve etkili bir biçimde kullanabilmelerini gerektirmektedir (De Martinis ve Ginaldi, 2024). Dijital sağlık uygulamaları, doğru şekilde yönetildiğinde, halk sağlığı hemşireliğinin koruyucu ve geliştirici rolünü çok daha geniş bir boyuta taşıma potansiyeli taşımaktadır.

4.1. Giyilebilir Teknolojiler ile Sürekli Sağlık Monitorizasyonu

Giyilebilir teknolojiler, halk sağlığı hemşireliğinde bireylerin fizyolojik verilerini sürekli izleyerek özellikle kronik hastalıkların yönetiminde ve erken müdahale gerektiren durumların tespitinde devrim niteliğinde bir gelişme sunmaktadır. Bu cihazlar; kalp atım hızı, uyku paterni, hareket düzeyi ve glukoz değerleri gibi önemli parametreleri eş zamanlı ölçerek hemşirelere bireye özgü sağlık verileri sunmaktadır (Hsu, 2022). Toplanan bu veriler, bireylerin sağlık durumundaki küçük değişiklikleri erken fark etmeyi mümkün kılmakta ve potansiyel sağlık sorunlarını önceden belirleme kapasitesini artırmaktadır. Böylece, hemşireler proaktif sağlık yönetimi

stratejileri geliştirebilmekte, bireyler de kendi sağlıklarını daha etkin şekilde yöneterek yaşam kalitelerini yükseltebilmektedir (Jafleh ve ark.,2024; Palomo ve ark.,2023).

Özellikle yaşlı bireylerde ve kronik hastalığı olan çocuklarda, giyilebilir cihazlar önemli katkılar sağlamaktadır. Örneğin, düşme riskini azaltmak, kalp ritmindeki düzensizlikleri erkenden tespit etmek veya solunum yolu enfeksiyonlarının ilk belirtilerini izlemek gibi durumlarda bu cihazlar, hemşirelerin uzaktan denetim yapmasına olanak tanıyarak evde güvenli ve sürekli bakım sağlamaktadır (Palomo ve ark., 2023). Bu tür örnekler, giyilebilir teknolojilerin yalnızca sağlık verilerini toplamakla kalmadığını, aynı zamanda hemşirelerin bakım süreçlerini daha etkin ve güvenli hale getirdiğini göstermektedir. Ayrıca bu cihazlar aracılığıyla elde edilen veriler, sağlık eğitimi programlarının kişiselleştirilmesine katkıda bulunarak bireylerin sağlık okuryazarlığını da geliştirmektedir.

Sürekli monitorizasyon, önleyici bakım stratejilerinin geliştirilmesinde, bulaşıcı hastalıkların erken tespitinde ve yaşam tarzı değişikliklerine uyumun artırılmasında önemli bir rol oynamaktadır (Ward ve ark., 2020). Giyilebilir cihazlar, hastalara anında geri bildirim sağlayarak semptom değişikliklerini takip etmelerine ve tedavi planlarını kişiselleştirmelerine yardımcı olur (Lu ve ark., 2020). Bu bağlamda giyilebilir teknolojilerin yaygınlaşması, hemşirelerin bakım süreçlerinde daha proaktif bir rol üstlenmelerini sağlamaktadır. Böylelikle önleyici sağlık hizmetlerinin etkinliği artmakta, hasta katılımı güçlenmekte ve sağlık sonuçları daha olumlu yönde şekillenmektedir (Masfi ve ark., 2024; Jafleh ve ark., 2024). Özellikle çocuk sağlığı ve halk sağlığı hemşireliği alanında, bu cihazlar aracılığıyla elde edilen veriler risk altındaki popülasyonların belirlenmesinde ve hedefe yönelik müdahalelerin geliştirilmesinde kritik bir araç haline gelmiştir (Lu ve ark., 2020).

4.2.Yapay Zeka ile Kişiselleştirilmiş Bakım Planları

Yapay zeka entegrasyonu, hemşirelik süreçlerinde toplanan büyük veri setlerinin analizini mümkün kılarak, bireylerin genetik yatkınlıkları, yaşam tarzları ve mevcut sağlık durumları gibi faktörleri dikkate alan son derece kişiselleştirilmiş bakım planlarının oluşturulmasına olanak tanımaktadır. Bu yapay zeka destekli sistemler, hasta verilerini sürekli olarak değerlendirerek risk faktörlerini erken aşamada tespit edebilmekte ve potansiyel sağlık sorunlarına karşı önleyici stratejiler geliştirilmesine katkı sağlamaktadır (Mennella ve ark., 2024). Bu sayede hemşireler, her bireyin kendine özgü ihtiyaçlarına göre uyarlanmış bakım protokolleri oluşturabilmekte, aynı zamanda tedaviye uyumu artırmak ve olası komplikasyonları en aza indirmek

için yapay zekanın sunduğu öngörülerden faydalanabilmektedir (Hassancin ve ark., 2025; Wah, 2025). Bu sistemler hemşirelerin karar alma süreçlerini destekleyerek klinik rehberlik sağlamakta ve böylece bakım kalitesini ve hasta güvenliğini artırmaktadır (Alzghaibi, 2025).

Yapay zeka algoritmaları, hemşirelerin geniş bilgi yığınlarını daha hızlı ve etkin şekilde tarayarak, kesin teşhisler koymalarına ve ayrıntılı bakım planları oluşturmalarına yardımcı olmaktadır (Rony ve ark., 2023). Özellikle pediatri ve halk sağlığı hemşireliği alanında, yapay zeka destekli prediktif analizler sayesinde bireysel hastalık riskleri daha doğru şekilde belirlenebilmekte ve kişiye özel koruyucu sağlık stratejileri geliştirilebilmektedir (Thomas, 2025). Bu teknolojiler, yalnızca erken tanı süreçlerini hızlandırmakla kalmayıp; aynı zamanda potansiyel riskleri önceden belirleyerek hemşirelerin müdahale kapasitesini de önemli ölçüde artırmaktadır (Hassancin ve ark., 2025). Böylelikle hemşirelik bakımında proaktif bir yaklaşım benimsenmekte, hasta güvenliği güçlendirilmekte ve sağlık sonuçları daha olumlu yönde şekillenmektedir.

5. Dijital Dönüşümün Etik, Yasal ve Güvenlik Boyutları

Sağlık hizmetlerinde dijitalleşmenin hızla ilerlemesi, beraberinde etik, yasal ve güvenlik boyutlarının tartışılmasını zorunlu kılmaktadır. Bu süreçte hasta mahremiyeti, veri güvenliği ve yapay zekâ algoritmalarının şeffaflığı, hem sağlık profesyonelleri hem de hastalar açısından kritik öneme sahiptir.

Dijital sağlık teknolojilerinin uygulamaya geçirilmesi sırasında veri ihlalleri, siber saldırılar ve algoritmik yanlılık gibi riskler ortaya çıkabilmektedir. Bu durum, hem hemşirelik mesleği hem de sağlık hizmetlerinin bütünlüğü açısından ciddi tehditler barındırmaktadır (Thakur ve Kashyap, 2025; Wei ve ark., 2025). Bu nedenle, dijital dönüşüm sürecinde hasta verilerinin gizliliğinin korunması, veri bütünlüğünün sağlanması, yasal düzenlemelere tam uyum ve etik ilkelerin titizlikle uygulanması temel bir gereklilik olarak öne çıkmaktadır. Ayrıca, yapay zekâ sistemlerinin karar alma süreçlerinin anlaşılabilir ve hesap verebilir olması, sağlık profesyonellerinin bu teknolojilere duyduğu güveni artırmaktadır (Yelne ve ark., 2023; Ahmed, 2024). Aksi takdirde, “kara kutu” mantığı ile çalışan algoritmalar hem sağlık çalışanları hem de toplum nezdinde güvensizlik yaratabilmektedir.

Bunun yanı sıra, yapay zekâ tabanlı sistemlerin klinik yargıyı etkileme potansiyeli ve algoritmalara aşırı bağımlılık riski de göz ardı edilmemelidir. Hemşirelerin bu teknolojileri bir destek aracı olarak görmeleri ve eleştirel düşünme becerilerini korumaları teşvik edilmelidir (Hassancin ve ark.,

2025). Aksi halde, teknolojiye körü körüne güvenilmesi, hasta bakımında zincirleme hatalara yol açabilir.

Dijital dönüşüm aynı zamanda hemşirelerin teknolojik okuryazarlık düzeylerini sürekli geliştirmelerini gerektirmektedir. Bu bağlamda, hemşirelik eğitiminde dijital okuryazarlığa yönelik müfredat güncellemeleri, düzenli hizmet içi eğitim programları ve güncel uygulama rehberleri kritik bir ihtiyaçtır (Volkan ve ark., 2024). Böylece sağlık çalışanlarının yeni sistemleri güvenle kullanmaları desteklenmiş olur.

Yapay zekâ ve ileri teknolojilerin sağlık hizmetlerine entegrasyonu, mevcut etik çerçevelerin genişletilmesini ve yeni yasal düzenlemelerin oluşturulmasını zorunlu kılmaktadır. Özellikle veri toplama, depolama ve analiz süreçlerinde ortaya çıkan gizlilik sorunlarının çözümü için uluslararası standartların belirlenmesi büyük önem taşımaktadır (Abdollahi, 2024; Seibert ve ark., 2021).

Dijital dönüşümün güvenli ve sürdürülebilir biçimde ilerleyebilmesi için, hasta mahremiyetini koruyan, veri bütünlüğünü güvence altına alan ve siber tehditlere karşı dayanıklı sistemlerin geliştirilmesi elzemdir. Bu yaklaşım yalnızca sağlık profesyonellerinin güvenini artırmakla kalmayacak, aynı zamanda toplumun dijital sağlık teknolojilerine yönelik kabulünü de güçlendirecektir (Kumar ve ark., 2025).

6. Dijital Teknolojilerin Hemşirelik Eğitimine Entegrasyonu

Dijitalleşmenin hemşirelik pratiğinde giderek artan önemi, hemşirelik eğitim programlarının da bu dönüşüme ayak uydurmasını zorunlu hale getirmektedir. Öğrencilerin dijital yetkinliklerle desteklenmesi, yarının sağlık sistemlerinde verimli bir şekilde yer almaları açısından büyük önem arz etmektedir (Qin ve ark., 2024; Burgess ve Honey, 2022). Bu kapsamda, metaverse, yapay zeka ve teletıp gibi yenilikçi teknolojilerin hemşirelik müfredatına entegrasyonu, öğrencilerin karmaşık dijital sağlık ekosistemlerinde etkin çalışabilmelerine olanak tanıyacaktır (Alowais ve ark., 2023). Böyle bir entegrasyon sayesinde öğrenciler:

- Sanal gerçeklik tabanlı simülasyonlarla pratik deneyim kazanabilecek,
- Yapay zeka destekli karar destek sistemleriyle erken dönemde tanışacak,
- Teletıp uygulamalarıyla uzaktan bakım süreçlerini öğrenebileceklerdir (Kats ve Shmueli, 2023).

Bu eğitimler, öğrencilerin teorik bilgilerini pratik becerilere dönüştürmelerine yardımcı olacak, onları gerçek dünyadaki klinik durumlara

daha hazırlıklı hale getirecektir (Antweiler ve ark., 2023). Aynı zamanda, dijital araçları etkili şekilde kullanma yeteneğini güçlendirerek eleştirel düşünme, problem çözme ve etik muhakeme gibi becerilerinin gelişmesine de katkı sağlayacaktır (Tischendorf ve ark., 2024; Shen ve ark., 2025).

Özellikle yapay zeka destekli sohbet robotları (chatbotlar) ve sanal gerçeklik uygulamaları, öğrencilere kişiselleştirilmiş öğrenme deneyimleri sunmaktadır. Bu teknolojiler, teorik bilgilerin pekiştirilmesini kolaylaştırırken aynı zamanda klinik becerilerin geliştirilmesinde de kritik bir rol üstlenmektedir (Srinivasan ve ark., 2023; Liu ve ark., 2023). Ayrıca, metaverse platformları üzerinden gerçekleştirilen etkileşimli senaryolar ve grup danışmanlığı eğitimleri, öğrencilerin iletişim becerilerini ve ekip çalışmasına uyumunu artırmakta; karmaşık klinik durumlarla başa çıkma kapasitelerini güçlendirmektedir (Han ve ark., 2023). Bu tür yenilikçi eğitim yaklaşımları, hemşirelik eğitimini daha dinamik, etkileşimli ve kapsamlı bir hale getirmektedir. Böylece geleceğin hemşireleri, dijital çağın sağlık gereksinimlerine uygun donanıma sahip olarak mezun olabilmektedir (Maguire ve White, 2025; Atkins ve ark., 2024).

6.1. Simülasyon Tabanlı Eğitim Ortamları

Artırılmış (AR) ve sanal gerçeklik (VR) altyapısıyla oluşturulan simülasyon ortamları, hemşirelik öğrencilerinin gerçek hasta etkileşimlerini güvenli ve kontrol edilebilir bir ortamda deneyimlemelerine olanak tanımaktadır (Liu ve ark., 2023). Bu teknolojiler, öğrencilerin teorik bilgilerini pratiğe dönüştürmelerini, klinik karar alma becerilerini geliştirmelerini ve acil durum senaryolarına hazırlıklı olmalarını sağlayarak önemli avantajlar sunmaktadır.

Simülasyon ortamları, öğrencilere gerçek klinik deneyimleri taklit eden sürükleyici alanlar sağlayarak hata yapma riskini ortadan kaldırmaktadır. Aynı zamanda öğrenciler karmaşık prosedürleri defalarca pratik etme fırsatı bulabilmektedir (Chen ve ark., 2020; Faulds ve Taylor, 2025). Dijital simülatörler, teorik bilgilerin uygulanmasına imkân tanıyarak eleştirel düşünme ve klinik muhakeme becerilerinin gelişmesine katkıda bulunmaktadır (Qaisar ve ark., 2020). Özellikle metaverse tabanlı sanal hastaneler, öğrencilerin farklı klinik ortamları deneyimlemesine ve ekip içinde işbirliği yapmasına olanak tanımaktadır (Han ve ark., 2023). Bu tür ortamlar, hemşirelik öğrencilerinin bilgi odaklı yaklaşımdan yetkinlik odaklı paradigmaya geçişini kolaylaştırmakta, aynı zamanda hemşirelik prosedürlerinde karşılaşılabilecek operasyonel inceliklerin derinlemesine kavranmasına yardımcı olmaktadır (Liu ve ark., 2023).

Sanal klinik öğrenme teknolojileri, günümüzde özellikle klinik eğitimde giderek daha fazla kullanılmaktadır. Öğrencilere gerçekçi vaka çalışmaları üzerinde uygulama yapma fırsatı sunan bu ortamlar; problem çözme, iletişim becerileri ve mesleki yetkinliklerin gelişimine önemli katkılar sağlamaktadır (Alsharari ve ark., 2025; Maguire ve White, 2025). Araştırmalar, sanal gerçekliğin hemşirelik eğitiminde bilgi düzeyi, beceri kazanımı, öğrenci memnuniyeti ve özgüven üzerinde olumlu etkiler sağladığını göstermektedir (Chen ve ark., 2020). Bu teknoloji, öğrencilerin klinik teknikleri daha iyi anlamalarını ve karmaşık senaryolarda gezinmelerini kolaylaştırmaktadır. Ayrıca, gerçek hastalar üzerinde uygulanması mümkün olmayan belirli tekniklerin sanal hastalar üzerinde denenmesine olanak tanıyarak teoriden pratiğe geçiş sürecini hızlandırmaktadır (Liu ve ark., 2023).

Özellikle COVID-19 pandemisi gibi klinik uygulamalara erişimin kısıtlandığı dönemlerde, sanal simülasyonlar önemli bir eğitim boşluğunu doldurmuş ve klinik saatlerin yerini büyük ölçüde almıştır (Dolan ve ark., 2021; Faulds ve Taylor, 2025). Günümüzde ise mobil tabanlı sanal simülasyon uygulamaları, ilaç uygulamaları, acil durum yönetimi veya temel hemşirelik becerilerinde öğrencilerin performanslarını geliştirmede güçlü bir araç haline gelmiştir (Chang ve ark., 2021).

6.2. Sanal Gerçeklik ve Yapay Zekâ Uygulamalarının Hemşirelik Eğitimine Katkıları

Sanal gerçeklik (VR) uygulamaları, hemşirelik eğitiminde öğrencilerin bilişsel ve psikomotor becerilerini geliştirmede güçlü bir potansiyele sahiptir. VR tabanlı simülasyonlar, öğrencilere geleneksel yöntemlere kıyasla daha otantik öğrenme deneyimleri sunmakta; karmaşık klinik senaryoların defalarca tekrarlanmasına imkân vererek öğrenme süreçlerini zenginleştirmektedir (Kiegaldie & Shaw, 2023). Bu yaklaşım, öğrencilerin güvenli bir ortamda hata yapmalarına ve bu hatalardan öğrenmelerine olanak tanımakta, böylece gerçek klinik bakımda karşılaşılabilecekleri zorluklara daha hazırlıklı olmalarını sağlamaktadır (Chen ve ark., 2020). Nitekim araştırmalar, VR tabanlı eğitimin hem teorik bilgi düzeyini hem de uygulama yeterliliklerini artırarak geleneksel yöntemlere kıyasla daha üstün sonuçlar sunduğunu göstermektedir (Liu ve ark., 2023; Park ve ark., 2024). Özellikle pnömöni gibi karmaşık klinik durumların yönetimine yönelik VR senaryoları, öğrencilere gerçekçi hasta bakım deneyimleri sunarak klinik yetkinliklerini güçlendirmektedir (Um & An, 2024).

VR teknolojileri, yalnızca karmaşık senaryolarda değil, aynı zamanda temel klinik becerilerin kazandırılmasında da önemli rol oynamaktadır.

Örneğin, cerrahi el yıkama, maske ve önlük giyme gibi temel prosedürlerin VR başlıkları aracılığıyla öğretilmesi, öğrencilerin bu kritik becerileri güvenli, tekrarlanabilir ve risksiz bir ortamda edinmelerini mümkün kılmaktadır (Güngör ve ark., 2024).

Buna paralel olarak, yapay zekâ (YZ) destekli sanal simülasyonlar hemşirelik eğitiminde dönüştürücü bir rol üstlenmektedir. Bu sistemler öğrencilerin performansını anlık olarak değerlendirerek kişiselleştirilmiş geri bildirimler sunmakta, böylece öğrenme süreçlerini optimize etmektedir (Verma ve ark., 2024). Bu sayede öğrencilerin klinik karar verme becerileri, hasta güvenliği alguları ve mesleki öz-yeterlilikleri güçlenmektedir (Güngör ve ark., 2024; Ergin ve ark., 2024). Ayrıca YZ tabanlı sistemler, dinamik sanal hasta senaryoları üretebilmekte ve öğrencilerin bireysel öğrenme hızlarına göre uyarlanabilmektedir (Buchanan ve ark., 2021; Marković, 2023). Öğrencilerin performans verilerinin analizi yoluyla güçlü ve zayıf yönler belirlenmekte, ek öğrenme kaynakları önerilerek eğitim süreçleri daha etkin bir şekilde kişiselleştirilmektedir (Kang ve ark., 2023). Bu yaklaşım, YZ'nin tek başına bir eğitim aracı olmadığını, ayrıca öğrencilerin öğrenme potansiyelini maksimize eden stratejik bir partner olduğunu göstermektedir (Gagné, 2023).

YZ tabanlı sohbet robotları (chatbotlar) da hemşirelik eğitiminde dikkat çekici yenilikler sunmaktadır. Chatbotlar, öğrencilerin bilgiye erişimini kolaylaştırmakta, etkileşimli öğrenme ortamları oluşturarak motivasyonu artırmaktadır. Öğrencilere anında yanıt verebilmekte, klinik senaryolarda pratik yapma olanağı tanıyabilmekte ve öğrenmeyi sürekli desteklemektedir (Kang ve ark., 2023). Bunun yanında sanal avatar uygulamaları ve akıllı ev teknolojileri gibi araçlar, öğrencilerin gerçek klinik ortamlara daha yakından aşina olmalarını sağlayarak pratik becerilerinin gelişimine katkı sunmaktadır. Ancak bu teknolojilerin sunduğu olanakların tam anlamıyla hayata geçirilebilmesi için hemşirelik müfredatlarında dijital sağlık okuryazarlığı ve yapay zekâ farkındalığı konularını içeren kapsamlı reformlar yapılması gerekmektedir (Buchanan ve ark., 2021; Glauberman ve ark., 2023). Bu reformların kapsamı, teknolojik araçların kullanımının ötesine geçerek etik boyutlar, veri güvenliği ve algoritmalarındaki önyargı gibi önemli konuları da içermelidir; böylece hemşirelerin dijital çağda bilinçli, sorumlu ve etik açıdan donanımlı profesyoneller olarak görev yapmaları güvence altına alınmalıdır (Jallad ve ark., 2024; Kang ve ark., 2023).

7. Sonuç ve Öneriler

Bu çalışmada, dijital teknolojilerin hemşirelik eğitimine entegrasyonu kapsamlı biçimde değerlendirilmiştir. Bulgular, dijitalleşmenin hemşirelik mesleğinin hızla değişen sağlık hizmetleri ekosistemine uyumunu kolaylaştırdığını ve mezun hemşirelerin daha donanımlı, yetkin profesyoneller olarak yetişmelerine önemli katkılar sunduğunu göstermektedir. Ancak bu potansiyelin tam anlamıyla hayata geçirilebilmesi için hemşirelik fakültelerinin müfredatlarını düzenli olarak güncellemeleri, öğretim elemanlarının dijital yetkinliklerini geliştirmeleri ve teknolojik altyapı yatırımlarına öncelik vermeleri gerekmektedir. Ayrıca, dijital adaptasyon sürecinde etik, yasal ve siber güvenlik boyutlarının ayrıntılı şekilde ele alınması, dijitalleşmenin doğurabileceği risklerin minimize edilmesi açısından kritik öneme sahiptir.

Gelecekteki araştırmaların, özellikle sanal gerçeklik ve yapay zekâ tabanlı uygulamaların hemşirelik eğitimindeki uzun vadeli etkilerini ve klinik uygulamalara yansıyan çıktıları incelemesi büyük önem taşımaktadır (Park ve ark., 2024; Liu ve ark., 2023). Bu doğrultuda üniversite–sanayi iş birliklerinin güçlendirilmesi, Ar-Ge faaliyetlerinin desteklenmesi ve yenilikçi uygulamaların yaygınlaştırılması, dijital dönüşümün sürdürülebilirliği için stratejik bir gerekliliktir. Böylece yalnızca öğrencilerin değil, sahada çalışan hemşirelerin de sürekli mesleki gelişimleri desteklenecek ve yaşam boyu öğrenme felsefesi kurumsallaşacaktır.

Sonuç olarak, dijital dönüşüm süreci hemşirelik eğitiminde niteliksel bir sıçrama yaratma potansiyeline sahiptir. Bu sürecin sürdürülebilirliği; güçlü paydaş iş birlikleri, dinamik müfredat yenilikleri ve etik çerçevelerin titizlikle uygulanması ile mümkün olacaktır. Böylece hemşirelik mesleği, dijital çağın getirdiği zorluklara karşı dirençli hale gelerek topluma nitelikli, güvenilir ve sürdürülebilir sağlık hizmeti sunmayı sürdürecektir.

Kaynakça

- Abdollahi, R. (2024). Ethical challenges of the implementation of artificial intelligence in nursing care. *Journal of Nursing Reports in Clinical Practice*, 3(5), 516-518
- Ahmed, S. K. (2024). Artificial intelligence in nursing: Current trends, possibilities and pitfalls. *Journal of Medicine, Surgery, and Public Health*, 3, 100072.
- Alowais, S. A., Alghamdi, S. S., Alsuhebany, N., Alqahtani, T., Alshaya, A. I., Almohareb, S. N., ... & Albekairy, A. M. (2023). Revolutionizing healthcare: the role of artificial intelligence in clinical practice. *BMC medical education*, 23(1), 689.
- Alsharari, A. F., Salihu, D., & Alshammari, F. F. (2025). Effectiveness of virtual clinical learning in nursing education: a systematic review. *BMC nursing*, 24(1), 432.
- Alzghaibi, H. (2025). Adoption barriers and facilitators of wearable health devices with AI integration: a patient-centred perspective. *Frontiers in Medicine*, 12, 1557054.
- Antweiler, D., Albiez, D., Bures, D., Hosters, B., Jovy-Klein, F., Nickel, K., ... & Diehl, A. (2024). Einsatz von KI-basierten Anwendungen durch Krankenhauspersonal: Aufgabenprofile und Qualifizierungsbedarfe. *Bundesgesundheitsblatt-Gesundheitsforschung-Gesundheitsschutz*, 67(1), 66-75.
- Atkins, R. L., Brown, K. M., Mudd, S. S., Ghobadi, K., Baker, D. J., & Szanton, S. Transforming Nursing Education: AI and Competency-Based Learning for an Inclusive and Equitable Future. *Available at SSRN 4988538*.
- Buchanan, C., Howitt, M. L., Wilson, R., Booth, R. G., Risling, T., & Bamford, M. (2021). Predicted influences of artificial intelligence on nursing education: scoping review. *JMIR nursing*, 4(1), e23933.
- Burgess, J. M., & Honey, M. (2022). Nurse leaders enabling nurses to adopt digital health: Results of an integrative literature review. *Nursing Praxis in Aotearoa New Zealand*, 38(3).
- Caffarelli, C., Santamaria, F., Santoro, A., Procaccianti, M., Castellano, F., Nastro, F. F., ... & Corsello, G. (2020). Best practices, challenges and innovations in pediatrics in 2019. *Italian journal of pediatrics*, 46(1), 176.
- Chang, H. Y., Wu, H. F., Chang, Y. C., Tseng, Y. S., & Wang, Y. C. (2021). The effects of a virtual simulation-based, mobile technology application on nursing students' learning achievement and cognitive load: Randomized controlled trial. *International Journal of Nursing Studies*, 120, 103948.
- Chen, F. Q., Leng, Y. F., Ge, J. F., Wang, D. W., Li, C., Chen, B., & Sun, Z. L. (2020). Effectiveness of virtual reality in nursing education: meta-analysis. *Journal of medical Internet research*, 22(9), e18290.

- David-Olawade, A. C., Olawade, D. B., Ojo, I. O., Famujimi, M. E., Olawumi, T. T., & Esan, D. T. (2024). Nursing in the Digital Age: Harnessing telemedicine for enhanced patient care. *Informatics and Health, 1*(2), 100-110.
- De Martinis, M., & Ginaldi, L. (2024). Digital Skills to Improve Levels of Care and Renew Health Care Professions. *JMIR Medical Education, 10*(1), e58743.
- Demirbaş, K. C., Yıldız, M., Saygılı, S., Canpolat, N., & Kasapçopur, Ö. (2024). Artificial intelligence in pediatrics: learning to walk together. *Turkish Archives of Pediatrics, 59*(2), 121.
- Dolan, H., Amidon, B. J., & Gephart, S. M. (2021). Evidentiary and theoretical foundations for virtual simulation in nursing education. *Journal of Professional Nursing, 37*(5), 810-815.
- Ergin, E., Yalcinkaya, T., & Cinar Yuçel, S. (2024). Nurses' knowledge of, attitudes towards and awareness of the metaverse, and their future time perspectives: a cross-sectional study. *BMC nursing, 23*(1), 414.
- Everri, M., & Heitmayer, M. (2024). Cyborg Children: A systematic literature review on the experience of children using extended reality. *Children, 11*(8), 984.
- Faulds, S., & Taylor, A. (2025). Simulated practice learning experience in a virtual environment: an innovative pedagogical approach to practice learning for nursing students. *Nursing Reports, 15*(2), 61.
- Glauberman, G., Ito-Fujita, A., Katz, S., & Callahan, J. (2023). Artificial intelligence in nursing education: opportunities and challenges. *Hawai'i Journal of Health & Social Welfare, 82*(12), 302.
- Goldsworthy, A., Chawla, J., Baumann, O., Birt, J., & Gough, S. (2023). Extended reality use in paediatric intensive care: A scoping review. *Journal of Intensive Care Medicine, 38*(9), 856-877.
- Gökçay, G., Uğurlu, A., Şen, E. E., & Hudaykulyyeva, A. (2024). Contribution of mobile health technologies to public health in rural areas: Accessibility and education methods. *HEALTH SCIENCES QUARTERLY, 4*(2), 127-136.
- Güngör, S., Yava, A., & Koyuncu, A. (2024). Designing and implementing a training program on surgical hand scrubbing, wearing surgical cap and surgical mask, gowning, and gloving using HMD-based virtual reality technologies for nursing students: an exploration of student perceptions. *Frontiers in Medicine, 11*, 1364465.
- Han, K. S., Lee, S. Y., & Shin, J. H. (2023). Non-Contact Nursing Education in Communication and Group Counseling: Current Status and Future Directions. *Stress, 31*(4), 149-157.

- Hassancin, S., El Arab, R. A., Abdrbo, A., Abu-Mahfouz, M. S., Gaballah, M. K. F., Seweid, M. M., ... & Alzghoul, H. (2025). Artificial intelligence in nursing: an integrative review of clinical and operational impacts. *Frontiers in Digital Health*, 7, 1552372.
- Ho, K. H. M., Cheng, H. Y., McKenna, L., & Cheung, D. S. K. (2023). Nursing and midwifery in a changing world: Addressing planetary health and digital literacy through a global curriculum. *Nursing open*, 11(1), e2075.
- Hong, C., & Wang, L. (2023). Virtual reality technology in nursing professional skills training: bibliometric analysis. *JMIR Serious Games*, 11(1), e44766.
- Hsu, J. (2022). Personalized digital health beyond the pandemic. *The Journal for Nurse Practitioners*, 18(7), 709-714.
- Jafleh, E. A., Alnaqbi, F. A., Almaceni, H. A., Faqeeh, S., Alzaabi, M. A., Al Zaman, K., ... & Alzaabi, M. (2024). The role of wearable devices in chronic disease monitoring and patient care: a comprehensive review. *Cureus*, 16(9).
- Jallad, S. T., Alsaqer, K., Albadareen, B. I., & Al-Maghaireh, D. (2024). Artificial intelligence tools utilized in nursing education: Incidence and associated factors. *Nurse education today*, 142, 106355.
- Jung, S., Lee, K., & Hwang, H. (2021). Recent trends of healthcare information and communication technologies in pediatrics: A systematic review. *Clinical and Experimental Pediatrics*, 65(6), 291.
- Kang, S. R., Kim, S. J., & Kang, K. A. (2023). Awareness of using chatbots and factors influencing usage intention among nursing students in South Korea: A descriptive study. *Child Health Nursing Research*, 29(4), 290.
- Kats, S., & Shmueli, L. (2024). Nurses’ perceptions of videoconferencing tele-nursing: Comparing frontal learning vs. online learning before and after the COVID-19 pandemic. *Teaching and Learning in Nursing*, 19(1), e217-c224.
- Khan, R., Khan, S., Almohaimced, H. M., Almars, A. I., & Pari, B. (2025). Utilization, challenges, and training needs of digital health technologies: perspectives from healthcare professionals. *International Journal of Medical Informatics*, 197, 105833.
- Kiegaldic, D., & Shaw, L. (2023). Virtual reality simulation for nursing education: effectiveness and feasibility. *BMC nursing*, 22(1), 488.
- Kim, E. J., Lim, J. Y., & Kim, G. M. (2023). A systematic review and meta-analysis of studies on extended reality-based pediatric nursing simulation program development. *Child health nursing research*, 29(1), 24–36. <https://doi.org/10.4094/chnr.2023.29.1.24>
- Kim, Y. (2022). Strategies for pediatric nursing in the post-COVID-19 era. *Child Health Nursing Research*, 28(4), 231.

- Kleib, M., Arnaert, A., Nagle, L. M., Ali, S., Idrees, S., da Costa, D., ... & Dar-ko, E. M. (2024). Digital health education and training for undergraduate and graduate nursing students: Scoping review. *JMIR nursing*, 7(1), e58170.
- Kumar, M., Kumar, R., Arisham, D. K., Gupta, R. K., Naudiyal, P., Goutam, G., & Mavi, A. K. (2025). Emerging AI impact in the healthcare sector: A review. *European Journal of Environment and Public Health*, 9(1), em0167.
- Cho Kwan, R. Y., Yan Tang, A. C., Ha Wong, J. Y., Zhou, W., Theresa Belcina, M., Adajar, G. R., Ito, M., Ong, I., Kang, Y., Jing Su, J., & Wing Wong, J. S. (2025). Navigating the integration of artificial intelligence in Nursing: Opportunities, challenges, and strategic actions. *International journal of nursing sciences*, 12(3), 241–245. <https://doi.org/10.1016/j.ijnss.2025.04.009>
- Liu, K., Zhang, W., Li, W., Wang, T., & Zheng, Y. (2023). Effectiveness of virtual reality in nursing education: A systematic review and meta-analysis. *BMC Medical Education*, 23(1), 710.
- Lu, L., Zhang, J., Xie, Y., Gao, F., Xu, S., Wu, X., & Ye, Z. (2020). Wearable health devices in health care: narrative systematic review. *JMIR mHealth and uHealth*, 8(11), e18907.
- Maguire, M. B., & White, A. (2025). An introduction to the artificial intelligence-driven technology adoption in nursing education conceptual framework: A mixed-methods study. *Nursing Reports*, 15(6), 184.
- Maita, K. C., Maniaci, M. J., Haider, C. R., Avila, F. R., Torres-Guzman, R. A., Borna, S., ... & Forte, A. J. (2024). The impact of digital health solutions on bridging the health care gap in rural areas: A scoping review. *The Permanente Journal*, 28(3), 130.
- Marković, B. (2023). Enhancing nurse education through the integration of artificial intelligence. In *ICERI2023 Proceedings* (pp. 4227-4240). IATED.
- Martín-Palomo, M. T., González-Calo, I., Lucchetti, G., & Badanta, B. (2024). Experiences of health and social professionals using care technologies with older adults during the COVID-19 pandemic: A qualitative study. *Public Health Nursing*, 41(1), 101-111.
- Masfi, A., Triharini, M., Sukartini, T., Rahmatika, Q. T., Aditya, R. S., Evi, N., ... & Santi, N. F. (2025). Avanzando la gestión de la actividad física en enfermería: Una revisión sistemática de la literatura sobre intervenciones educativas e integración tecnológica. *Retos*, 62, 827.
- Mennella, C., Maniscalco, U., Pietro, G. D. ve Esposito, M. (2024). Ethical and regulatory challenges of AI technologies in healthcare: A narrative review. *Heliyon*, 10(4). Elsevier BV. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.c26297>

- Morrison, K., Hughes, T., & Doi, L. (2022). Understanding the use of telehealth in the context of the Family Nurse Partnership and other early years home visiting programmes: A rapid review. *Digital Health*, 8, 20552076221123711.
- Park, S., Shin, H. J., Kwak, H., & Lee, H. J. (2024). Effects of immersive technology-based education for undergraduate nursing students: Systematic review and meta-analysis using the grading of recommendations, assessment, development, and evaluation (GRADE) approach. *Journal of Medical Internet Research*, 26, e57566.
- Qaisar, R., Lajane, H., Lamiri, A., Bouzoubaa, H., Abidi, O., & Khyati, A. (2020). The perceived usefulness of digital simulators in the acquisition of professional competencies by undergraduate nursing students. *International Journal of Emerging Technologies in Learning (iJET)*, 15(22), 258-266.
- Qin, S., Zhang, J., Sun, X., Meng, G., Zhuang, X., Jia, Y., ... & Zhang, Y. P. (2024). A scale for measuring nursing digital application skills: A development and psychometric testing study. *BMC nursing*, 23(1), 366.
- Rony, M. K. K., Parvin, M. R., & Ferdousi, S. (2024). Advancing nursing practice with artificial intelligence: Enhancing preparedness for the future. *Nursing open*, 11(1).
- Seibert, K., Domhoff, D., Bruch, D., Schulte-Althoff, M., Fürstenau, D., Biessmann, F., & Wolf-Ostermann, K. (2021). Application scenarios for artificial intelligence in nursing care: Rapid review. *Journal of medical Internet research*, 23(11), e26522.
- Shen, M., Shen, Y., Liu, F., & Jin, J. (2025). Prompts, privacy, and personalized learning: Integrating AI into nursing education - a qualitative study. *BMC nursing*, 24(1), 470.
- Shisheghar, S., Murray-Parahi, P., Alsharaydeh, E., Mills, S., & Liu, X. (2025). Artificial intelligence in health education and practice: A systematic review of health students' and academics' knowledge, perceptions and experiences. *International Nursing Review*, 72(2), e70045.
- Southgate, G., Yassace, A. A., Harmer, M. J., Livesey, H., Pryde, K., & Roland, D. (2022). Use of telemedicine in pediatric services for 4 representative clinical conditions: Scoping review. *Journal of medical Internet research*, 24(10), e38267.
- Srinivasan, M., Venugopal, A., Venkatesan, L., & Kumar, R. (2024). Navigating the pedagogical landscape: Exploring the implications of AI and chatbots in nursing education. *JMIR nursing*, 7, e52105.
- Thakur, M. P., & Kashyap, S. S. AI tools in nursing: A systematic review and meta-analysis.

- Thomas, J. (2025). Artificial intelligence in nursing research: A narrative review of transforming clinical practice, enhancing patient outcomes, and shaping future care. *Journal of Nursing Reports in Clinical Practice*, 3(4), 368-374.
- Tischendorf, T., Hasseler, M., Schaal, T., Ruppert, S. N., Marchwacka, M., Heitmann-Möller, A., & Schaffrin, S. (2024). Developing digital competencies of nursing professionals in continuing education and training—a scoping review. *Frontiers in Medicine*, 11, 1358398.
- Tozzi, A. E., Gesualdo, F., Pandolfi, E., Ferro, D., Cinelli, G., Bozzola, E., ... & Croci, I. (2023). Prioritizing educational initiatives on emerging technologies for Italian pediatricians: Bibliometric review and a survey. *Italian Journal of Pediatrics*, 49(1), 112.
- Verma, R. A., Das, A. N. A., Danapure, R. H., Kosare, P. D., Moon, S. B., & Chokhare, A. G. (2024). Artificial intelligence: A huge augmentation in nursing curriculum. *IP J Paediat Nurs Sci*, 7(4), 125-34.
- Volkan, E., Köse, İ., Cece, S., & Elmas, Ö. (2024). Analysis of the effect of digital hospital efforts on paper savings in inpatient procedures and on the duration of nursing care services. *Frontiers in Digital Health*, 6, 1367149.
- Wah, K., & Ng, J. (2024). Wear the Future of Healthcare: Revolutionizing Healthcare with AI-Driven Wearables for Enhanced Health and Wellness. *Available at SSRN 5194254*.
- Ward, T. M., Skubic, M., Rantz, M., & Vorderstrasse, A. (2020). Human-centered approaches that integrate sensor technology across the lifespan: Opportunities and challenges. *Nursing outlook*, 68(6), 734-744.
- Wei, Q., Pan, S., Liu, X., Hong, M., Nong, C., & Zhang, W. (2025). The integration of AI in nursing: addressing current applications, challenges, and future directions. *Frontiers in medicine*, 12, 1545420.
- Yelne, S., Chaudhary, M., Dod, K., Sayyad, A., & Sharma, R. (2023). Harnessing the power of AI: A comprehensive review of its impact and challenges in nursing science and healthcare. *Cureus*, 15(11).

Doğum ve Kadın Hastalıkları Hemşireliği Alanında Simülasyon Temelli Eğitim

Sibel Dilmen¹

Nilüfer Tuğut²

Özet

Simülasyon, eğitimde yaygın olarak kullanılmakta ve sağlık eğitimi alanında popülerlik kazanmaktadır. Hastane ortamlarında, simüle edilmiş deneyimler, hemşirelik öğrencilerinin gerçek klinik ortamlarda erişemeyecekleri gerçekçi hasta bakım deneyimlerine katılmalarına olanak tanımaktadır. Hemşirelik öğrencileri, klinik ortamda becerilerini geliştirmek ve pekiştirmek için uyguladıkları hemşirelik müdahaleleri sırasında bazı sorunlarla karşılaşmaktadırlar. Eğitime uygun hastanın azlığı, klinik ortamların sınırlı bulunabilirliği ve öğrenci nüfusunun fazla olması gibi çeşitli zorluklar ortaya çıkmaktadır. Kliniğe gitmeden önce, öğrencilerin simülasyon tekniklerini kullanması onların güvenli ve gerçekçi bir ortamda bilişsel, duygusal ve psikomotor becerilerini geliştirerek profesyonel yeterliliklere ulaşmasını sağlamaktadır. Profesyonel beceriler kazanmanın yanı sıra, simülasyon öğrenimi öğrencilerin klinik öncesi stres yönetimlerine de yardımcı olacaktır. Doğum ve Kadın Hastalıkları ve Hemşireliği dersi kapsamında simülasyon temelli eğitim programları, öğrencilere yaparak-yaşayarak öğrenme olanağı sağladığı, tekrarlı uygulama ve deneyim fırsatı veren iyi eğitim uygulamalarına temel oluşturduğu için önerilmektedir Omuz distosisi, kordon sarkması, postpartum kanama uterus inversiyonu, serviks kanseri taraması gibi pek çok uygulamada simülasyon eğitimine ihtiyaç duyulmaktadır. Doğum ve kadın hastalıkları hemşireliği alanında nitelikli hemşirelerin yetişmesi için güçlü, inovatif, teknoloji ile iç içe eğitim programları, öğrenci değerlendirme için güvenilir ve geçerli değerlendirme araçları ve simülasyon temelli uygulamalar, eğitimli öğretimci anahtar rol oynamaktadır. Kullanımın yaygınlaşması

1 Öğr. Gör. Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi, dilmensibel@gmail.com, ORCID: 0000-0001-9079-3195

2 Prof. Dr. Sivas Cumhuriyet Üniversitesi, nlfirtugut@gmail.com, ORCID: 0000-0001-6460-9374

gerektiği simülasyon tekniğinin hemşirelik eğitimlerine entegre edilmesi hem dünyada hem Türkiye’de kadın sağlığı alanında verilen hemşirelik bakımının geliştirilmesine böylece anne, çocuk ve toplum sağlığının iyileştirilmesinde fayda sağlayacaktır.

1. Eğitimde teknolojinin yeri

Öğrencilerin bilgi, beceri ve davranışları eğitim sayesinde gelişmektedir. Eğitimin daha verimli ve etkin hale gelebilmesi içinde teknolojiden faydalanmak gerekmektedir. Eğitim ve teknolojinin iç içe olması öğrencinin kazanımlarını pekiştirmesine ve içselleştirmesine destek olmaktadır (Şenyuva, 2019; Chang ve Lai, 2021). Teknolojinin eğitime entegre edilmesi öğrencilerin öğrenmesini kolaylaştırması ile öğrenciden beklenen hem mesleki hem de teknolojik yeterliliğin sağlanmasını desteklemektedir (Ulupınar ve Toygar, 2020). Eğitimde teknolojinin kullanımı öğrenci gelişimini sağlamaktadır (Erden ve Uslupehlivan, 2020). Zaman zaman teknolojik ürünlerin bağlantı, gizlilik, güvenlik gibi sorunları olsa da öğrenci merkezli eğitimdeki avantajları ağır basmaktadır (Gause ve ark., 2022).

Sağlanan sağlık hizmetleri ve verilen sağlık eğitimlerinde globalleşme sayesinde ve mevcut teknolojinin ilerlemesi ile değişimler meydana gelmektedir (Cibran Kerem ve Daşkan, 2023). Bu değişimler özellikle her basamakta teknolojiyi kullanan sağlık hizmetlerinde önemli bulunmaktadır (Çobanoğlu ve Oğuzhan, 2023). Sağlık hizmetleri içerisinde var olan hemşirelik uygulamaları teknoloji kullanımının bu hızlı değişiminden etkilenmekte ve bu durum hemşirelik mesleğindeki bakım ve uygulamalara yansımaktadır (Gause ve ark., 2022). Hemşirelik bakımında teknolojinin yer edinmesi hemşirelik mesleğinin iş yükünü azaltmakta ve bakımda hemşire-hasta arasındaki bilgi akışını akıcı hale getirmektedir (Locsin, 2017; Locsin ve ark., 2018). Teknolojinin geliştiğini ortaya koyan simülasyon eğitimi hemşirelik mesleği gibi insanı merkeze alan bütün mesleklerde hem beceri hem teknik konularda olumlu imkanlar oluşturmaktadır (Foronda ve ark., 2017).

2. Sağlık profesyoneli eğitiminde simülasyonun yeri

Herhangi bir sistem, proses veya gösterimin nasıl işlediğinin başka bir işleyiş sayesinde gösterme durumuna simülasyon denilmektedir (Altınbaş Akkaş, 2022). Simülasyon sayesinde, gerçek hayatta yapmakta zorlanacağımız veya bu durumun imkansız olduğu hallerde, bu araç özellikle motor becerilerin gelişimine imkan sağlamaktadır. Özellikle sağlık profesyonellerinin hizmet alanı içerisinde riskli halleri veya zor deneyimleri öncesinde tecrübe etmeye yarayan bir öğrenme yöntemidir (Al Khasawneh ve ark., 2021). Bu öğrenme

yöntemi, asıl dünyanın gerekli ve önemli görülen kısımlarını kopyalayan ve onu taklit eden etkileşimli bir tekniktir (Gaba, 2004) ve pek çok simülasyon yöntemi bulunmaktadır. Bunlar:

Yüksek gerçeklikli simülasyon yöntemi, hasta konumunda olan insan simülatörleri, hemşirelik uygulamaları ve eğitimi içerisinde yer alan yenilikçi, gerçek bir insan gibi solunum ve kalp atımı sayılabilen, vücudun pek çok reaksiyonunu gösterebilen teknolojilerdendir (Durham ve Alden, 2008).

Standart hasta ve hibrit simülasyon yöntemi, 1960' lı yıllardan beri sağlık profesyonellerine yönelik eğitimlerde standart hasta kullanılmış olsa da yeni yaklaşımla simülasyon temelli eğitim içerisinde de yer almaktadır (Lindsay Miller ve ark.,2015). Yapılan bir çalışmada, simülasyon temelli eğitimlerde standart hastaların kullanılması hem kadınlar hem sağlık profesyonelleri için maliyetin etkin kullanıldığı, amacına uygun öğrenme deneyimi sağlayan bir yöntem olarak bulunmuştur (Tanis ve ark., 2019).

Simülasyon temelli uygulamada, birden fazla simülasyon yöntemi kullandığında hibrit simülasyon adını almaktadır (Girzadas ve ark., 2009). Bu uygulama yöntemi karışık bulunan vakalarda hem bakım hem beceri geliştirmeye imkan tanır, hastalara yönelik güvenlik, saygınlık ve değer gibi kavramların birleştirilmesine fırsat tanınmaktadır (Dunbar-Reid ve ark., 2015). Hibrit simülasyonun öğrencilerin duyuşsal ve olması gereken prosedür becerilerini uygulayabilme ortamı oluşturduğu belirlenmiştir (Wentworth Smith, 2012). Simülasyon ve video temelli hibrit simülasyon çalışmasında, hemşirelerin hemorajili hastada, hemşirelik bakımında ilerlediği belirlenmiştir (Ryan Newey ve ark., 2017). Yapılan başka bir çalışmada hibrit simülasyon temelli triyaj eğitiminde öğrencilerde memnuniyet düzeyleri yüksek saptanmıştır (Uslu ve ark., 2019). Yine öğrencilere yönelik yapılan hibrit simülasyon sayesinde oluşturulan prenatal bakım eğitiminin etkili bulunduğu belirlenmiştir (Changuiti ve ark., 2020). Hibrit simülasyon temelli intramüsküler enjeksiyon uygulamasında da öğrencilerin özyeterlilik ve beceri düzeylerinin yükseldiği, anksiyetelerinin azaldığı bulunmuştur (Amanak, 2020).

Telesimülasyon yöntemi ise mesafelerin uzak olduğu durumlarda uzaktan simülasyon ile tekniklerin yürütüldüğü yöntemdir (Chang ve ark., 2022). Telesimülasyon kullanımının daha çok pandemi durumunda bir gereklilik olduğu düşünülmektedir (Yasser ve ark., 2023). Telesimülasyon, uzaktan yürütülen eğitim ve öğretim, yine uzaktan yürütülen değerlendirme ile entegre bir sistemdir (McCoy ve ark.,2017). Bu yöntem, uzaklık kavramını ekarte ederek öğrencilerin uzaktan iletişim kurdukları, eğitimi veren kişinin de yine uzaktan eğitime dahil olduğu veya öğrenci ile eğitimciden birinin

uzaktan bağlantı kurduğu, video konferans teknolojisinin de beraber kullanıldığı bir yöntemdir (Yang ve ark., 2021). Yapılan çalışmalarda, telesimülasyonun karşı karşıya yapılan simülasyon eğitimlerine karşı bir seçenek olarak kullanılabilceği, sağlık hizmetlerinde hasta bakımına yönelik eğitime, ekip eğitimlerine, olması gereken becerilerin gelişimine entegre edilebileceği belirlenmiştir (Yasser ve ark., 2023).

3. Beceri eğitiminde simülasyonun yeri

Eğitimin içine simülasyon entegre edilerek hastane ortamının yaşatılması sayesinde öğrencilerde problem çözme, karar verme, eleştirel düşünme yeterliliklerinin geliştiği saptanmıştır (Şahiner ve ark., 2017). Öğrencilere yönelik beceri eğitimlerinde, birden fazla simülasyon tipleri kullanılmaktadır (Parrillo ve Dellinger, 2014). Bunlar düşük, orta ve yüksek gerçeklikli simülasyon olmak üzere üç grupta incelenmektedir (Hayden, 2010). Düşük gerçeklikli simülasyon tekniğinde maket veya statik mankenler, orta gerçeklikli simülasyonda akciğer, kalp, bağırsak sesleri, kan akımı sunulmakta ama gerçekçi olmayan bir ortamda görevlendirilmiş eğitimciler yer almaktadır (Hayden ve ark., 2014). Yüksek gerçeklikli simülasyonda, girişimlere hemen ve gerçekçi yanıtların olduğu, bütün vücut parçalarının bulunduğu mankenler eşliğinde, vaka senaryolarının eğitime eşlik ettiği bilgisayarlı hasta simülatörleri kullanılmaktadır (Au ve ark., 2016; Meakim ve ark., 2013).

Bir çalışmada masa üstü sanal alan simülasyonu kullanılarak uyarlanabilir stratejilerin nitel bir incelemesi yapılmıştır. Başhemşireler, günlük çalışma sırasında zor durumlarla başa çıkma kararları, uzlaşmalar ve stratejiler üzerinde düşünmeyi ilerletmek için bir masa üstü sanal alan simülasyonu kullanılarak odak grup tartışmalarına alınmıştır. Simülasyon ve ardından yapılan tartışmalar ses ve görüntü kaydına alınmış sonrasında analiz edilmiştir. Sonuçlar, başhemşirelerin servislerin izlenmesi ve bakımın koordinasyonu için stratejiler arasında dengeyi koruduklarını göstermektedir. Sanal simülasyon ile korunan bu denge, sorunları hemen ve yerinde çözmek ve sorunların etkilerini en aza indirmek için önemli bulunmuştur (Hybinette ve ark., 2025). Müdahale Haritalama Protokolü'ne dayalı geliştirilen bir programda ise afazili bir hasta üzerinde simülasyon uygulaması yapılmıştır. Böylece afazili hastalara bakım veren hemşireler için iletişim eğitimi geliştirmiştir. Simülasyon temelli bu eğitimin hemşirelerin bilgi, tutum ve becerilerini olumlu etkilediği, afazili hastalara kapsamlı bakım sağlamak ve hemşireliği geliştirmek açısından eğitimlerin önemli olduğu belirlenmiştir (Hur ve Kang, 2024).

4. Hemşirelik eğitiminde simülasyonun yeri

Dünya Sağlık Örgütü (DSÖ), hemşireleri bakım veren, eğitici, yöneten, araştırma yapan ve sağlık profesyonellerinden oluşan ekibin aktif bir üyesi olarak tanımlamaktadır (Hamaideh ve ark., 2024; WHO, 2016). İncelendiğinde hemşirelik mesleği bilim ve sanatı içine alan hem kuramsal hem uygulamalı yönleriyle teorik ve uygulamalı bilgilerin iç içe geçtiği bir meslektir. Bu açıdan bakıldığında, öğrenci hemşirelerin teorik eğitimlerini alırken duyuşsal ve psikomotor becerilerini artırabilmek ve klinik uygulamalara uyumlanabilmesi için uygulama laboratuvarları yapılmaktadır (Muslu ve Özsoy, 2017; Bvumbwe, 2016; Hernon ve ark., 2023).

Lisans döneminde uygulamalı bölümler içerisinde hemşirelik gibi bölümlerde gerçek hasta-hemşire karşılaşmasındaki deneyimleri daha olumlu hale getirebilmek adına laboratuvar uygulamalarında olgu sunumlarına simülasyonun temellendirilmesi önem arz etmektedir (Terzioğlu ve ark., 2012). Hemşirelik eğitimine simülasyonun temellendirilmesinin, öğrencilerde öğrenmeyi kolaylaştırmada destekleyici bulunduğu için “altın standart” olarak görüldüğü belirlenmiştir (Şahiner ve ark., 2017).

Kullanımın yaygınlaşması ile beraber eğitim içerisinde öğrenim hedeflerine ulaşmada simülasyonun pek çok fayda sağladığı bulunmuştur (Al Gharibi ve Arulappan, 2020). Bu uygulamada ortamın güvenli oluşu, kontrol edilebilirliği, hastane ortamı gerçekçiliğindeki olması nedeniyle öğrencilerin yeterliliklerin değerlendirildiği, hastane becerilerinin ilerletildiği, iş birliği sağlanabildiği, iletişimin sürdürülebilir olduğu bir ortam sunulmaktadır. Öğrencilerde öğrenme bu sayede bireyselleştirilmekle beraber öğrenciler tekrar edebilme, anlaşılmayan yerleri iletebilme, cevap verebilme, pek çok girişimi risksiz bir şekilde deneyimleme fırsatını yakalamaktadır. Ayrıca simülasyon temelli eğitimler sayesinde hemşirelik bakım çıktıları iyileşmekte, hasta güvenliği artırılmakta, riskler azaltılmakta ve öğrenci hemşirelerin eleştirel düşünmesi ve sorun çözme becerileri desteklenerek karar verme mekanizmaları sürdürülebilir hale getirilmektedir (Faulcon, 2015; Kim ve ark., 2016; Alrashidi ve ark., 2023; Chabrera ve ark., 2024). Bu sayede eğitim sürecinde öğrenilen teorik bilgilerin hastane uygulamasına yansıtılması ile simülasyon temelli eğitim alan bireylerde özgüven artmakta ve psikomotor beceriler geliştirmektedir (Yuan ve ark., 2012; Nestel ve Bearman, 2015; Karahan ve ark., 2019).

Gelenekselleşmiş eğitimlerde tek bir eğitim yönteminin kullanılması, konular arasında bağlantı kurulamamasına, soyut kavramların anlaşılmasına ve mesleğin gerektirdiği deneyimin yetersiz kalması gibi sorunlar meydana gelebilmektedir (Xu ve ark., 2021). DSÖ, sağlık

profesyonellerinin eğitimi içerisinde birbirinden farklı gerçeklik seviyelerinde olan simülasyon yöntemlerinin kullanımını tavsiye etmektedir (WHO, 2018). Hastanelerde var olan deneyimlerle kazanılan uygulama becerileri daha faydalı olsa bile manken veya sanal simülasyonlar öğrencilerde öğrenmeye yönelik gereksinimler için kullanılabilir (Badowski ve ark., 2021). Yapılan bir meta-analizde, simülasyona dayalı eğitimin öğrencilerde özgüven, memnuniyet ve tıbbi değerlendirme sonuçlarını olumlu etkilediği bulunmuştur (Xu ve ark., 2021).

Simülasyon yönteminin eğitiminde pek çok yararı olmasına rağmen maliyetli donanımlara sahip olması, eğitim amacına ulaşabilmek için bu konuda eğitimler alınması gerekliliği dezavantaj olarak belirlenmiştir (Şendir, 2013; Chabrera ve ark., 2024).

5. Kadın sağlığı eğitiminde simülasyonun yeri

Kadın hastalıkları ve doğum hemşireliği, gebe sağlığı ve güvenliğini sağlamak için çeşitli temel becerilere sahip olmayı gerektirmektedir. Bu beceriler içerisinde empati, uyum sağlama, el becerisi, ekip çalışması ve hasta güvenliğini sağlamak, kriz anını yönetmek yer almaktadır (Kumar ve Ameh, 2022; Evli, 2023). Simülasyon eğitimleri öğrencilere derin bir eleştirel düşünme becerisi kazandırmakta ve profesyonel beceriler sağlamaktadır. Ayrıca öğrencilerin teorik ve pratik bilgiyi birleştirme fırsatı bularak analitik ve eleştirel düşünme becerilerini geliştirmektedir (Chang ve ark., 2020). Yapılan bir çalışmada, laktasyon yeterliliği konusunda standart hasta temelli hibrit telesimülasyon yöntemi kullanılmış ve öğrencilerin memnuniyet düzeyleri yüksek bulunmuştur (Anderson ve ark., 2021). Öğrencilerin omuz distosisi ve postpartum hemoraji vaka dersinde hibrit simülasyonun gerçeğe uygun bulunduğu ve girişimlerde faydalı olduğu saptanmıştır (Lindsay Miller ve ark., 2015).

Serviks kanseri taramasında bilgi yönetimi için, sağlık taramasının planlanması, izlenmesi ve değerlendirilmesi amacıyla Looker Studio® platformu oluşturulmuştur. Simülasyonları hayali şehirlerde gerçekleştirilmiştir. Geliştirilen sağlık panosu, hemşireler, sağlık profesyonelleri ve sağlık yöneticileri tarafından kullanılmak üzere tasarlanmıştır. Bu modelin serviks kanseri taramasını iyileştirmeye yönelik kararlar alınmasına imkan sağladığı belirlenmiştir (Paz ve ark., 2025). Pap Smear taramasında pratik becerinin etkinliğini değerlendirmek üzere sınıf içi simülasyonla tasarlanan eğitim programında, klinik uygulamalı eğitimin sınıf tabanlı simülasyon öğretimine entegre edilmesinin özerk öğrenmeyi

artırabileceği, beceri yeterliliğini iyileştirebileceği ve kadın sağlığını destekleyebileceği belirlenmiştir (Weng ve ark., 2025).

Sağlık profesyonellerine yönelik hazırlanan simülasyon uygulamasının makat geliş gibi riskli doğumlarda beceri geliştirmede başarı sağlandığı belirlenmiştir. Olgu raporunda riskli doğum eyleminin başarılı yönetildiği ve vajinal doğumun başarılı gerçekleştirildiği bildirilmiştir. Bu eğitimler sayesinde kadınlara acil durum yönetimi sağlayabilecek klinik becerilere sahip sağlık profesyonellerinin yetişmesi sağlanmaktadır. Ayrıca bu olgu simülasyon temelli eğitimlerin sağlıklı anne ve yenidoğanda makat geliş gibi riskli doğumların vajinal doğumla sonuçlanmasını sağlamaktadır (Malloy ve ark., 2025). Daha önce travmatik deneyimler yaşamış gebe kadın ve sağlık profesyonellerinin yaşadıkları zorlukların yer aldığı simülasyon yönetiminde hastanın, madde kullanımı öyküsü olduğu ve daha önce yeni doğan bebeğinin velayetini kaybetmesi dolayısı ile endişeli olduğu belirtilmiştir. Hemşirelerin de bulunduğu simülasyon temelli bakımın sonunda gebenin konforunun arttığı bulunmuştur (Olson ve ark., 2024). Deprem felaketinde perinatal bakım üzerine yapılan bir çalışmada, depremden etkilenen bölgede çalışan hemşireler ve ebelerin, çok sayıda bireysel fiziksel ve psikolojik zorlukla karşılaştığı, sağlık hizmeti verirken de zorlandığı, simülasyonlu afet tatbikatları ve uygulamaları içeren bir afet eğitim kursunun, eğitim sistemine entegre edilmesi gerektiği belirlenmiştir (Özkan ve ark., 2025). Simülasyon tabanlı eğitim sonrası postpartum kanamayı yönetmede öğrenci hemşirelerinde bulunduğu nitel bir çalışmada, simülasyon eğitiminin ekip çalışması ve yapıcı geri bildirim mesleki gelişime ve postpartum kanaması olan kadınların zamanında alması gereken bakımın gecikmemesini sağladığı saptanmıştır (Faustine ve ark., 2025).

Sonuç

Simülasyon eğitimlerinde tüm alanlardaki izleme, inceleme, dokümantasyon ve değerlendirme becerileri bilgi ve performans göstergeleri ile desteklenmektedir. Simülasyon tabanlı öğrenmenin öğrencilerinin temel becerilere ilişkin güvenlerini iyileştirdiği de belirlenmiştir. Bu eğitimin hemşirelik öğrencileri öğrenme süreçlerine dahil edilmesi faydalı bulunmaktadır. Doğum ve kadın hastalıkları hemşireliğinde simülasyon temelli eğitimin kullanılmasının öğrencilerin bilgi ve stres yönetimi üzerinde olumlu etkileri olduğu kaçınılmazdır. Ayrıca bu alanda simülasyon temelli eğitimin öğrencilerin bilgi edinimleri ve stres yönetimi üzerinde olumlu bir etkiye sahip olduğu da bilinmektedir. Simülasyon temelli eğitim hemşirelik öğrencilerinin eğitiminde öğrenmeyi kolaylaştıran pedagojik bir yaklaşım olarak kullanılmalıdır. Bu eğitim türü öğretim stratejileri ve değerlendirme

araçlarının sürekli iyileştirilmesiyle, hemşirelik eğitiminin geleceğini olumlu yönde etkileme, yetenekli ve kendine güvenen bir iş gücü yetiştirerek doğum ve kadın hastalıklarına yönelik bakım sonuçlarının iyileştirilmesine katkıda bulunacaktır.

Kaynaklar

- Al Gharibi, MSN, K. A., & Arulappan, MSc (N), PhD, DNSc, J. (2020). Repeated simulation experience on self-confidence, critical thinking, and competence of nurses and nursing students—An integrative review. *SAGE open nursing*, 6, <https://doi.org/10.1177/2377960820927377>
- Al Khasawneh, E., Arulappan, J., Natarajan, J. R., Raman, S., & Isac, C. (2021). Efficacy of simulation using NLN/Jeffries nursing education simulation framework on satisfaction and self-confidence of undergraduate nursing students in a Middle-Eastern country. *SAGE open nursing*, 7, 23779608211011316.
- Alrashidi, N., Pasayan, E., Alrashidi, M. S., Alqarni, A. S., Gonzales, F., Basuni, E. M., ... & Ahmed, K. E. (2023). Effects of simulation in improving the self-confidence of student nurses in clinical practice: a systematic review. *BMC Medical Education*, 23(1), 815. <https://doi.org/10.1186/s12909-023-04793-1>
- Altınbaş Akkaş, Ö. (2022). Simülasyonun Tarihi. İçinde A. Akalın, & S. Aslan (Eds.), *Hemşirelik Eğitiminde Simülasyon* (s.31). Akademisyen Kitabevi.
- Amanak, K. (2020). Comparing low fidelity simulation/model and hybrid simulation techniques for teaching how to perform intramuscular injections: A case control study. *JPMA. The Journal of the Pakistan Medical Association*, 70(10), 1698–1705. <https://doi.org/10.5455/JPMA.27454>
- Anderson, O. S., Weirauch, K., Roper, R., Phillips, J., McCabe, C., Chuisano, S. A., & Sadovnikova, A. (2021). The efficacy of hybrid telesimulation with standardized patients in teaching medical students clinical lactation skills: a pilot study. *Breastfeeding Medicine*, 16(4), 332-337. <https://doi.org/10.1089/bfm.2020.0253>
- Au, M. L., Sao Lo, M., Cheong, W., Wang, S. C., & Van, I. K. (2016). Nursing students' perception of high-fidelity simulation activity instead of clinical placement: A qualitative study. *Nurse Education Today*, 39, 16-21. <https://doi.org/10.1016/j.nedt.2016.01.015>.
- Badowski, D., Rossler, K. L., & Reiland, N. (2021). Exploring student perceptions of virtual simulation versus traditional clinical and manikin-based simulation. *Journal of Professional Nursing*, 37(4), 683-689. <https://doi.org/10.1016/j.profnurs.2021.05.005>
- Bvumbwe, T. (2016). Enhancing nursing education via academic-clinical partnership: an integrative review. *International journal of nursing sciences*, 3(3), 314-322. <https://doi.org/10.1016/j.ijnss.2016.07.002>
- Chabrera, C., Aldomà, M., Bazo-Hernández, L., Faro, M., Farrés-Tarafa, M., Gil-Mateu, E., ... & Rodríguez, E. (2024). The use of simulation in nursing education programs: A cross-sectional interuniversity study.

- In *Nursing Forum* (Vol. 2024, No. 1, p. 1091530). Hindawi. <https://doi.org/10.1155/2024/1091530>
- Chang, C. Y., Kao, C. H., Hwang, G. J., & Lin, F. H. (2020). From experiencing to critical thinking: a contextual game-based learning approach to improving nursing students' performance in electrocardiogram training. *Educational Technology Research and Development*, 68(3), 1225-1245. <https://doi.org/10.1007/s11423-019-09723-x>
- Chang, T. P., Elkin, R., Boyle, T. P., Nishisaki, A., Walsh, B., Benary, D., ... & Thomas, A. A. (2022). Characterizing preferred terms for geographically distant simulations: distance, remote and telesimulation. *International journal of healthcare simulation: advances in theory and practice*, 1(3), 55. <https://doi.org/10.54531/DWTI2869>
- Chang, Y. M., & Lai, C. L. (2021). Exploring the experiences of nursing students in using immersive virtual reality to learn nursing skills. *Nurse Education Today*, 97, 104670. <https://doi.org/10.1016/j.necd.2020.104670>
- Changuiti, O., Chergaoui, S., Marfak, A., Gantare, A., Saad, E., Hilali, A., & Youlyouz-Marfak, I. (2020). Teaching prenatal care via hybrid simulation: a descriptive study at hassan first university in morocco. <https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-51255/v1>
- Cibrán Kerem, E., & Daşıkan, Z. (2023). Emzirmeyi desteklemede teknoloji kullanımı: sanal gerçeklik. *BANÜ Sağlık Bilimleri ve Araştırmaları Dergisi*, 5(2), 193-202. <https://doi.org/10.46413/boneyusbad.1273976>
- Çobanoğlu, A., & Oğuzhan, H. (2023). Hemşirelikte teknolojinin gelişimi ve mesleğin geleceğine etkileri. *Hemşirelik Bilimi Dergisi*, 6(2), 114-122. <https://doi.org/10.54189/hbd.1036888>
- Dunbar-Reid, K., Sinclair, P. M., & Hudson, D. (2015). Advancing renal education: Hybrid simulation, using simulated patients to enhance realism in haemodialysis education. *Journal of Renal Care*, 41(2), 134-139. <https://doi.org/10.1111/jorc.12112>
- Durham, C. F., & Alden, K. R. (2008). Patient safety and quality: an evidence-based handbook for nurses. *Enhancing patient safety in nursing education through patient simulation*. Rockville: Jannetti Publications, Inc.
- Erden, M. K., & Uslupehlivan, E. (2020). Eğitimde teknoloji kullanımının bugünü ve geleceğine ilişkin öğretmen adaylarının düşüncelerinin incelenmesi. *Uşak Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 13(1), 109-126.
- Evli, M. (2023). Compassion fatigue, empathy, and emotional contagion in nursing students. *Journal of education and research in nursing (Online)*, 20(2). <https://doi.org/10.14744/jern.2021.833127>
- Faulcon, R. Y. (2015). Innovative teaching strategies with simulation technology in nursing education. *Journal of Bermuda College*, 1, 47-50.

- Faustine, R., Tjoflåt, I., Rogathi, J., Mahande, M. J., & Risa, E. C. F. (2025). Experiences of Tanzanian student nurse midwives in managing postpartum hemorrhage after simulation-based education training: A qualitative study. *Nurse education in practice*, 88, 104514. Advance online publication. <https://doi.org/10.1016/j.nepr.2025.104514>
- Foronda, C. L., Alfes, C. M., Dev, P., Kleinheksel, A. J., Nelson Jr, D. A., O'Donnell, J. M., & Samosky, J. T. (2017). Virtually nursing: Emerging technologies in nursing education. *Nurse Educator*, 42(1), 14-17.
- Gaba, D. M. (2004). The future vision of simulation in health care. *BMJ quality & safety*, 13(suppl 1), i2-i10. <https://doi.org/10.1136/qshc.2004.009878>
- Gause, G., Mokgaola, I. O., & Rakhudu, M. A. (2022). Technology usage for teaching and learning in nursing education: An integrative review. *currationis*, 45(1), 2261.
- Girzadas, D. V., Antonis, M. S., Zerth, H., Lambert, M., Clay, L., Bose, S., & Harwood, R. (2009). Hybrid simulation combining a high fidelity scenario with a pelvic ultrasound task trainer enhances the training and evaluation of endovaginal ultrasound skills. *Academic Emergency Medicine*, 16(5), 429-435.
- Hamaideh, S. H., Abuhammad, S., Khait, A. A., Al-Modallal, H., Hamdan-Mansour, A. M., Masa'deh, R., & Alrjoub, S. (2024). Levels and predictors of empathy, self-awareness, and perceived stress among nursing students: a cross sectional study. *BMC nursing*, 23(1), 131. <https://doi.org/10.1186/s12912-024-01774-7>
- Hayden, J. (2010). Use of simulation in nursing education: National survey results. *Journal of Nursing Regulation*, 1(3), 52-57. [https://doi.org/10.1016/S2155-8256\(15\)30335-5](https://doi.org/10.1016/S2155-8256(15)30335-5).
- Hayden, J. K., Smiley, R. A., Alexander, M., Kardong-Edgren, S., & Jeffries, P. R. (2014). The NCSBN national simulation study: A longitudinal, randomized, controlled study replacing clinical hours with simulation in prelicensure nursing education. *Journal of Nursing Regulation*, 5(2), S3-S40. [https://doi.org/10.1016/S2155-8256\(15\)30062-4](https://doi.org/10.1016/S2155-8256(15)30062-4).
- Hernon, O., McSharry, E., MacLaren, I., & Carr, P. J. (2023). The use of educational technology in teaching and assessing clinical psychomotor skills in nursing and midwifery education: A state-of-the-art literature review. *Journal of Professional Nursing*, 45, 35-50. <https://doi.org/10.1016/j.profnurs.2023.01.005>
- Hur, Y., & Kang, Y. (2024). Communication training program for nurses caring for patients with aphasia: a quasi-experimental study. *BMC nursing*, 23(1), 893. <https://doi.org/10.1186/s12912-024-02599-0>
- Hybinette, K., Praetorius, G., Ekstedt, M., & Härenstam, K. P. (2025). Navigating the complexity of emergency department care coordination: A

- qualitative exploration of adaptive strategies using a tabletop sandbox simulation. *Applied ergonomics*, 125, 104466. <https://doi.org/10.1016/j.apergo.2025.104466>
- Karahan, E., Çelik, S., Tank, D.Y., & Göğüş, F., (2019). Yüksek gerçeklikli hasta simülöründe eğitim: Hemşirelik öğrencilerinin memnuniyeti ve öğrenmede kendine güvenlerinin değerlendirilmesi, *Celal Bayar Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 6 (2), 106-110. <https://doi.org/10.34087/cbusbed.528867>
- Kim, J., Park, J. H., & Shin, S. (2016). Effectiveness of simulation-based nursing education depending on fidelity: a meta-analysis. *BMC medical education*, 16(1), 152. <https://doi.org/10.1186/s12909-016-0672-7>
- Kumar, A., & Ameh, C. (2022). Start here-principles of effective undergraduate training. *Best Practice & Research Clinical Obstetrics & Gynaecology*, 80, 114-125. <https://doi.org/10.1016/j.bpobgyn.2021.11.010>
- Lindsay Miller, J., Avery, M. D., Larson, K., Woll, A., VonAchen, A., & Mortenson, A. (2015). Emergency birth hybrid simulation with standardized patients in midwifery education: implementation and evaluation. *Journal of midwifery & women's health*, 60(3), 298-303. <https://doi.org/10.1111/jmwh.12276>
- Locsin, R. C. (2017). The co-existence of technology and caring in the theory of technological competency as caring in nursing. *The Journal of Medical Investigation*, 64(1.2), 160-164. <https://doi.org/10.2152/jmi.64.160>
- Locsin, R. C., Ito, H., Tanioka, T., Yasuhara, Y., Osaka, K., & Schoenhofer, S. O. (2018). Humanoid nurse robots as caring entities: A revolutionary probability. *International Journal of Studies in Nursing*, 3(2), 146-154. <https://doi.org/10.20849/ijsn.v3i2.456>
- Malloy, E., Hanson, L., Oliver, K. S., Rivelli, A., Belotti, C., & Bauer, C. C. (2025). Case Report of Vaginal Breech Birth. *Journal of obstetric, gynecologic, and neonatal nursing : JOGNN*, 54(3), 326–331. <https://doi.org/10.1016/j.jogn.2024.12.005>
- McCoy, C. E., Sayegh, J., Alrabah, R., & Yarris, L. M. (2017). Telesimulation: An Innovative Tool for Health Professions Education. *AEM education and training*, 1(2), 132–136. <https://doi.org/10.1002/act2.10015>
- Meakim, C., Boese, T., Decker, S., Franklin, A. E., Gloe, D., Lioce, L., ... Borum, J. C. (2013). Standards of best practice: Simulation standard I: Terminology. *Clinical Simulation in Nursing*, 9(6), S3-S11 <http://dx.doi.org/10.1016/j.ecns.2013.04.001>.
- Muslu, L., & Özsoy, S.A. (2017). Hemşirelik, Estetik ve Sanat. *Journal of Education & Research in Nursing/Hemşirelikte Eğitim ve Araştırma Dergisi*, 14(4).

- Nestel, D., & Bearman, M. (2015). Theory and simulation-based education: definitions, worldviews and applications. *Clinical Simulation in Nursing*, 11(8), 349-354. <https://doi.org/10.1016/j.cnsn.2015.05.013>
- Olson, D. N., Brandt, A., Greywitt, S., & Gibson, K. S. (2024). A Multidisciplinary Standardized Patient Simulation for Using Trauma-Informed Care for Pregnant Patients. *MedEdPORTAL*, 20, 11474. https://doi.org/10.15766/mep_2374-8265.11474
- Özkan, A., Acar, Z., & Çömezoglu, E. (2025). Perinatal care in the earthquake disaster of the century: Nurses' and midwives' experiences. *International nursing review*, 72(3), e13060. <https://doi.org/10.1111/inr.13060>
- Parrillo, J. E., & Dellinger, R. P. (2014). Principles of diagnosis and management in the adult. Elsevier. Erişim adresi: <https://booksdo.com/wp-content/uploads/XPreview/Anesthesiology/5/critical-care-medicine-principles-of-diagnosis-5th-ed-by-parrillo.pdf>.
- Paz, A. A., Paula, A. C. M., Lima, A. M., Castro, G. L., Silva, M. C. B. D., & Silva, L. T. (2025). Health dashboard for information management in cervical cancer screening. *Revista latino-americana de enfermagem*, 33, e4446. <https://doi.org/10.1590/1518-8345.7084.4446>
- Ryan Newey, C., Bell, R., Burks, M., & Nattanmai, P. (2017). A new strategy in neurocritical care nurse continuing stroke education: A hybrid simulation pilot study. *Electronic Physician*, 9(5), 4255-4 260. <http://dx.doi.org/10.19082/4255>
- Şahiner, N. C., Türkmen, A. S., & Kuşuoğlu, S. (2017). Ülkemizde çocuk hemşireliği eğitiminde simülasyon nerede. *Türkiye Klinikleri J Pediatr Nurs-Special Topics*, 3(1), 39-43.
- Şendir, M. (2013). Kadın sağlığı hemşireliği eğitiminde simülasyon kullanımı. *Florence Nightingale Journal of Nursing*, 21(3), 205-212.
- Şenyuva, E. (2019). Teknolojik gelişmelerin hemşirelik eğitimine yansımaları. *Florence Nightingale Hemşirelik Dergisi*, 27(1), 79.
- Tanis, S. L., Quinn, P., & Bischoff, M. (2019). Breastfeeding simulation with the standardized patient. *Nursing for Women's Health*, 23(2), 141-147. <https://doi.org/10.1016/j.nwh.2019.01.005>
- Terzioğlu, F., Kapucu, S., Özdemir, L., Boztepe, Ö. G. D. H., Duygulu, Y. D. D. S., Tuna, A. G. D. Z., & Akdemir, N. (2012). Simülasyon yöntemine ilişkin hemşirelik öğrencilerinin görüşleri. *Hacettepe Üniversitesi Hemşirelik Fakültesi Dergisi*, 19(1), 16-23.
- Ulupınar, F., & Toygar, Ş. A. (2020). Hemşirelik eğitiminde teknoloji kullanımını ve örnek uygulamalar. *Fiscaoconomia*, 4(2), 524-537. <https://doi.org/10.25295/fsecon.2020.02.013>

- Uslu, Y., Kocatepe, V., Unver, V., Sagır, O., Karabacak, U., & Mehmet Ali, A. (2019). Hybrid simulation in triage training. *International Journal of Caring Sciences*, 12(3), 1626-1637.
- Weng, C. S., Chen, L. L., Cheng, S. F., & Chen, T. L. (2025). Hu li za zhi [The Effectiveness of a Pap Smear Screening Practical Skills Training Program for Nurse-Midwifery Students]. *The journal of nursing*, 72(1), 41–50. [https://doi.org/10.6224/JN.202502_72\(1\).07](https://doi.org/10.6224/JN.202502_72(1).07)
- Wentworth Smith, L. (2012). Human simulation for nursing and health professions. *JAMA*, 308(9), 926.
- World Health Organization [Internet]. European Observatory on Health Systems and Policies. Eurohealth: the changing role of nursing. Eurohealth, 22 (1). Regional Office for Europe; 2016 [Erişim tarihi: 01.09.2025]. <https://apps.who.int/iris/handle/10665/332736>
- World Health Organization. (2018). Simulation in nursing and midwifery education (2018). World Health Organization. <https://www.euro.who.int/en/health-topics/Health-systems/nursing-andmidwifery/publications/2018/simulation-in-nursing-and-midwifery-education-2018>
- Xu, Y., Xu, Y., Wang, Q., Du, S., Jiang, X., & Xu, G. (2021). Impact of simulation-based education on the performance assessment, knowledge retention and mentality of nursing students: A systematic reviews and meta-analysis. *BMC Medical Education (preprint)*. <https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-464093/v1>
- Yang, T., Buck, S., Evans, L., & Auerbach, M. (2021). A telesimulation elective to provide medical students with pediatric patient care experiences during the COVID pandemic. *Pediatric Emergency Care*, 37(2), 119-122. <https://doi.org/10.1097/PEC.0000000000002311>
- Yasser, N. B., Tan, A. J., Harder, N., Ashokka, B., Chua, W. L., & Liaw, S. Y. (2023). Telesimulation in healthcare education: A scoping review. *Nurse Education Today*, 126, 105805. <https://doi.org/10.1016/j.nedt.2023.105805>
- Yuan, H. B., Williams, B. A., & Fang, J. B. (2012). The contribution of high-fidelity simulation to nursing students' confidence and competence: a systematic review. *International Nursing Review*, 59(1), 26-33. <https://doi.org/10.1111/j.1466-7657.2011.00964.x>

Jinekolojik Onkolojide Navigatör Hemşire ve Telenavigasyon Uygulamaları

Sibel Dilmen¹

Nilüfer Tuğut²

Özet

Teknolojinin ilerlemesi ve pandemi ile beraber pek çok alanda mevcut konumdan uzakta hizmetler yürütülmeye başlanmıştır. Bu değişimler sağlık alanında da uzaktan erişim hizmetlerini beraberinde getirmiştir. Bu durum özellikle kanser tanısı alan hastalarda sağlık hizmetlerine erişim, maliyet, eğitim gibi konularda daha fazla önem arz etmektedir. Özellikle sağlık eşitsizliklerine maruz kalan toplumlarda tele-sağlık, tele-onkoloji gibi hizmetlerin yaygınlaştırılması önerilmektedir. Tele-sağlık, kanser tanısı alan hastaların bakımında, kanser semptomlarının yönetimi, sağ kalım oranlarının artırılması, kemoterapinin uzaktan izlenmesi, palyatif bakım ve psikolojik destek almada kullanılmaktadır. Jinekolojik onkoloji alanında tedavi gören hastaların teşhis ve tedavi sürecinin hastalar tarafından karmaşık bulunması hastalara yönelik navigatöre ihtiyacı ortaya çıkarmaktadır. Bu hasta grubunun süreç içerisinde karşılaştığı fiziksel, ekonomik ve psikososyal pek çok engel onların telenavigasyon ve profesyonel bir ekip üyesi olan navigatör hemşire hizmetlerinden faydalanmaları gerektiğini ortaya koymaktadır. Navigatör hemşire kavramı içerisinde, onkoloji hemşiresi yönlendirici rolünün entegre edilmesi ile bakımın daha kaliteli ve bütüncül verilmesini de sağlanmaktadır. Navigatör hemşire bakımı sayesinde kansere yönelik tedavilerin yan etkilerine ve komplikasyonlarına daha erken müdahale edilmekte ve hastaların kanser semptomları ile daha iyi mücadele etmesi sağlanmaktadır. Telenavigasyon içeriğinde, onkoloji navigasyon hemşirelerinin bakım koordinasyonunu iyileştirmek, multidisipliner çalışmasını sağlamak, onkolojiye erişimde karşılaşılan zorluklar ve hastaların ulaşım sorunlarını çözmek, hem hastayı

1 Öğr. Gör. Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi, dilmensibel@gmail.com, ORCID: 0000-0001-9079-3195

2 Prof. Dr. Sivas Cumhuriyet Üniversitesi, nlfirtugut@gmail.com, ORCID: 0000-0001-6460-9374

hem ailesini desteklemek, eğitimler vermek gibi hizmetleri kapsamaktadır. Telenavigasyon, onkoloji hemşirelerine kanser takip yönetimi sürecinde yenilikçi bir bakış sunmaktadır. Telenavigasyon hizmetleri psikolojik destek, güvenilir veri erişimi ve evde takip konusunda güven sağlaması hem hastalar hem de sağlık profesyonelleri tarafından olumlu bulunmaktadır. Literatürün sınırlı kaldığı yenilikçi takip tekniği olan telenavigasyon hizmetlerinin sağlık sistemi ile entegre edilmesinin yaygınlaştırılmasına ve özellikle dünyada ve Türkiye’de kadın sağlığını etkileyen jinekolojik kanser hastalarında telenavigasyon uygulamalarının genişletilmesine dikkat çekilmelidir.

1. Telenavigasyon kavramı

Dijital devrim, sağlık profesyonelleri ve hastalar için yenilikçi sağlık hizmeti sunum modellerinin geliştirilmesi ve uygulanmasının önünü açmıştır. Ayrıca teknolojiyi kullanan hastalar ve sağlık profesyonelleri arasında iş birliği sağlanmıştır. Onkoloji uygulamaları sağlık profesyonelleri eksikliğinin mevcut olabileceği alanlarda hastalara sanal tıbbi konsültasyonlar ve onkoloji tedavisi sağlayan teknolojileri kapsamaktadır (Doyle-Lindrud, 2016).

Kanser tanısı alan hastalar, teşhis konulduğu andan itibaren hastalıkları, tedavi kararları, alternatif seçenekleri ve tedavinin yan etkileri hakkında karmaşık bilgilerle karşılaşmaktadır (Böhme ve ark., 2018). Süreç içerisinde fiziksel, ekonomik ve psikososyal pek çok engel yer almaktadır (Larson ve ark., 2018). Bu nedenle, hastalar ve yakınları kanserle başa çıkmak için güvenilir bilgi kaynaklarına ihtiyaç duyulmaktadır. Ancak, hastaların doktorlarına ve hemşirelerine ulaşmaları genellikle zordur (Böhme ve ark., 2018). Bu engeller tele-onkoloji hizmetlerini kullanan ve uygulayan hemşireler ve diğer sağlık profesyonelleri tarafından aşılabilmektedir (Larson ve ark., 2018).

Onkoloji ortamında uygulanan tele-sağlık, tele-onkoloji olarak adlandırılmaktadır ve kanser tanısı alan hastaların bakımında etkileşimli video ve sesli konferans ile telefon iletişiminin kullanımı olarak tanımlanmaktadır (Hazin ve Qaddoumi, 2010). Tele-onkoloji, onkologları, hemşireleri ve ek destek personellerini (örneğin, finansal danışmanlar ve sosyal hizmet uzmanları vs.) kapsayan iş birliğine dayalı bir hizmettir (Doolittle ve Spaulding, 2006). Tele-onkoloji, genetik danışmanlık sağlamak, klinik araştırmalara erişimi iyileştirmek, uzaktan kanser tedavisini denetlemek, semptom yönetimini ele almak, hayatta kalma süresini artırmak ve bunlara ilişkin bakım sağlamak amacıyla kullanılmaktadır (Sirintrapun ve Lopez, 2018).

Tele-onkoloji hizmetleri içerisinde “tele-sağlık”, sağlık profesyonelleri ve hastaların farklı yerlerde olduğu durumlarda telekomünikasyon teknolojilerinin sağlık hizmeti sunumunda kullanılması olarak tanımlanan

genel bir terimdir (Health Resources and Services Administration, 2019; Emfield Rowett ve Christensen, 2020). Aynı zamanda erişimi kolaylaştırmak ve artırmak, hizmet sonuçlarını iyileştirmek, sağlık hizmeti sunmak, yönetmek ve koordine etmek amacıyla elektronik bilgi ve telekomünikasyon teknolojilerini kullanmak anlamına gelir (Rising ve ark., 2018; Steingass ve Maloney-Newton, 2020). Dünya Sağlık Örgütü (DSÖ), “2020-2025 Dijital Sağlık Küresel Stratejisi” raporunda, özellikle düşük ve orta gelirli ülkelerde tele-sağlık hizmetlerinin geliştirilmesi ve yaygınlaştırılması gerektiğini vurgulamıştır (WHO, 2021).

Kanser tanısı alan hastalar için hemşire liderliğindeki tele-sağlık müdahalelerinin, hastaların öz bakımını iyileştirdiği, hastalık semptom yönetimi ve sağlık hizmetlerine zamanında erişimi sağladığı ve hastalarda rahatlığı ve esnekliği artırdığı bildirilmiştir (Chen ve ark., 2018). Hemşirelerin tele-sağlık uygulamalarının kanser hastalarında semptom yönetimi üzerindeki etkisini inceleyen bir meta-analiz çalışmasında, tele-sağlık ve hemşire müdahalelerinin hastalık semptomlarının şiddetini azalttığı ve hastalık semptomlarının hastalar tarafından daha iyi yönetilmesini sağladığı bulunmuştur (Kwok ve ark., 2022).

Tele-sağlık teknolojileri, çeşitli ortamlarda çalışan klinisyenlerin, hastalar için optimum bakımı sağlamak amacıyla uzak bir yerden de olsa hekimlerden danışmanlık almasını sağlar. Uzaktan hasta izleme gibi tele-sağlık teknolojilerindeki gelişmeler farklı hasta bakımı sunumlarını ortaya çıkarmaktadır (ATA, 2018; Rincon ve ark., 2020). Onkolojide tele-sağlık hizmetleri yeni olmamakla birlikte, özellikle COVID-19 dönemi sırasında kullanımı artmıştır (Paterson, 2020). Pandemi ile birlikte tele-sağlık hizmetleri ile navigasyon hizmetlerinin birlikte yürütülmüş ve bu sayede yeni bir kavram olan tele-navigasyon kavramı ortaya çıkmıştır (Emfield Rowett ve Christensen, 2020).

Telenavigasyon kavramı, tele-onkoloji hizmetleri sunan ve tıbbi onkologlarla birlikte çalışan onkoloji navigasyon hemşirelerinin yeni rolünü ifade etmek için kullanılmaktadır (Doolittle ve Spaulding, 2006). Telenavigasyon, hastaların sağlık sistemine hızlı ve kolay bir şekilde erişmesini sağlayan bir yol olmaktadır. Hastalar, istedikleri zaman sağlık personeline ulaşabilmek, doktora ulaşamadıklarında hemşire navigatörüyle telefonda görüşebilmek ve bu sistem üzerinden takip edebilmek için telenavigasyonu pozitif bulduklarını belirtmişlerdir. Sağlık çalışanlarının çoğu, telenavigasyon sisteminin sağlık sistemi için olumlu olduğunu ve bu sistem aracılığıyla sağlanan bakımın, sağlık uzmanına istedikleri zaman ulaşabilme ve doktor

müsait olmadığında hemşireyle telefonda görüşebilme olanağı sayesinde olumlu olduğunu belirtmişlerdir (Donmez ve ark., 2024).

Telenavigasyon, onkoloji navigasyon hemşirelerinin bakım koordinasyonunu iyileştirmek, sağlık profesyonellerinin iletişimini desteklemek, hastaların lojistik zorluklarını ele almak, hastalar ve ailelerine eğitim sağlamak, hayatta kalmayı sağlamak ve bununla ilgili bakım sunmak ve onkolojiye erişimi sınırlı hastaların karşılaştığı engelleri azaltmak için bir yol olarak ortaya çıkmaktadır. Navigatör hemşireler, kendi temel yetkinliklerine dayanarak tele-onkoloji hizmetlerinde bakım koordinasyonu, eğitim ve hasta desteğinin merkezi olmak için ideal konumdadırlar (Baileys ve ark., 2018).

2. Navigatör Hemşire

Navigasyon kavramı, “güvenli seyahat”, “yol kılavuzu” terimlerini kapsamaktadır (Hopkins ve Mumber, 2009). Hasta navigasyon programı ise ilk kez Harold P. Freeman tarafından New York Harlem Hastanesi’nde geliştirilmiştir (Freeman ve ark., 1995). Hasta navigasyon programının geliştirilmesindeki amaç, kronik hastalığa sahip hastaların veya kanser hastalarının tanı ve tedavisinde ortaya çıkan sorunları çözümlenmek ayrıca dezavantajlı hasta gruplarının sonuçlarını iyileştirmektir (Freeman ve ark., 1995; Freeman ve Rodriguez, 2011). Düşük ekonomik duruma sahip, sağlık sigortası olmayan ve meme kanseri tanısı alan hastalarda bu program ile beş yıllık sağkalım oranları %39’dan %70’e çıkarılmıştır (Freeman ve ark., 1995). Latin kadınlarda serviks kanserinin önlenmesinde kültürel olarak uyarlanmış hasta rehberlik programının etkisinin değerlendirildiği bir çalışmada, hasta yönlendirmesinin, kolposkopi kliniğine katılımı artırdığı, kolposkopi süresini kısalttığı ve zamanla servikal anormalliklerin şiddetini azaltarak Latin kadınlarda serviks kanserini önleyebileceği bulunmuştur (Percac-Lima ve ark., 2013). Hasta navigasyon araştırma programı kapsamında “Servikal Anomalisi Olan Kadınlarda Hasta Navigasyonunun Standart Bakıma Karşı Etkisinin” incelendiği bir çalışmada, hasta yönlendirmesinin, özellikle İngilizce konuşmayan düşük riskli servikal anormallikleri olan kadınlarda tanı takibini zamanında iyileştirebileceğini gösterilmiştir (Paskett ve ark., 2016). Sağlık hizmetinden sınırlı şekilde faydalanan “Kadınlar Arasında Serviks Kanseri Taramasına Erişim Engellerini Azaltmaya Yönelik Kanıta Dayalı Müdahale” çalışmasında, kadınların serviks kanseri tarama davranışları üzerinde serviks kanseri eğitimi ile hasta yönlendirmesini birleştiren toplum temelli pilot müdahalesinin, dil ve taramaya yönelik erişim engellerinin aşılmasında etkili olabileceği belirlenmiştir (Wang ve ark., 2010).

Navigatör hemşire kavramı, hasta bakımının devam ettirilebilmesinden sorumlu olan, bakım sürecini kişiye özgü planlayan, bakımda hasta güvenliğini esas alan, hem hastayı hem aileyi destekleyen hemşireler için kullanılan bir kavramdır (Sharon, 2016; McMurray ve Cooper, 2017; Jeyathevan ve ark., 2017). Bireyler herhangi bir hastalık tanısı almalarıyla birlikte yaşadıkları hastalık semptomlarını yönetirken, psikososyal ve duygusal gereksinimlerini karşılarken sorunlar yaşanmaktadır. Hasta ile beraber ailesinin bakım gereksinimleri ve çeşitli ihtiyaçları bulunmaktadır. Bunlardan dolayı ekip içerisinde onkoloji hastalarının bakımını destekleyen ve yol gösteren navigatör hemşirelerin rol alması gerekmektedir (Freeman ve Rodriguez, 2011; Burhansstipanov ve ark., 2017).

Navigatör hemşireler hasta bakımını planlarken hem hasta hem aile ile iş birliği yapmakta ve multidisipliner ekip anlayışını belirleyerek diğer sektör profesyonelleri ile süreci yönetmekte kilit bir görevde yer almaktadır. Navigatör hemşireler bakımı bu şekilde planlar ve uygularken bakımın sürdürülebilir ve erişilebilir olmasına da özen göstermektedir (McMurray ve Cooper, 2017; Jeyathevan ve ark., 2017). Sağlık sisteminin yeniden yapılanması ve sağlık sistemi sunumundaki dönüşümler sayesinde navigatör hemşirelerin rolü genişlemektedir (Trevillion ve ark., 2015). Navigasyon hemşirelik modelinde kanser tanısı alan hastada hemşirelik bakımı içerisinde dört aşama yer almaktadır. İlk olarak koruyucu hemşirelik ile 'önleme', sonrasında 'erken tanı', üçüncü olarak 'tedavi' ve dördüncü olarak da 'cerrahi tedavi' bulunmaktadır. Model sürecinin sağlıklı gerçekleşmesi için navigatör hemşire rolleri içerisinde saha bilgisi, iletişim ve problem çözme becerileri, kanser tanısı alan hastaya bakım bilgi ve becerilerinin eksiksiz olması gerekmektedir (Pai ve Fernandes, 2015). Navigatör hemşirelerin rolleri içerisinde destekledikleri bireylerin karar verme mekanizmalarını genişletmek, hasta bakımını iyileştirmek, hasta özyönetimi sağlamak yer almaktadır (Jeyathevan ve ark., 2017). Diğer sağlık profesyonelleri ve navigatör hemşirelerin iş birliği ve iletişimin devamı rollerinin de gelişmesini sağlamaktadır (Jeyathevan ve ark., 2017). Schaffer ve arkadaşlarının yapmış olduğu sanal navigatör hemşire programının hastaların öz savunuculuğu üzerindeki etkisini inceleyen çalışmasında, sanal navigatör hemşireleri hastalara telefon ederek destek ve kaynak sağlamaktadır ve hastanın kendi kendini savunmasını teşvik etmektedir. Çalışma sonucunda sanal navigatör hemşire programı ile hastalarda kanser ile ilgili bilgilerin arttığı ve hastalarda kanser bakımı koordinasyonunun geliştiği belirlenmiş ayrıca hastaların öz savunuculuğunun sanal navigatör hemşireler ile artırılacağı da düşünülmektedir (Schaffer ve ark., 2019). Yapılan bir çalışmada kolorektal kanserli hastalara uygulanan hemşire navigasyon programının hastaların

psikososyal uyumunu iyileştirmede etkili olduğu bulunmuş, hemşire navigasyon programının standart bakıma dahil edilmesi ve uygulama içeriğinin genişletilmesi önerilmektedir (Dulger ve Donmez, 2023). Pandemi sırasında yapılan bir çalışmada meme kanseri hastalarında hastane ziyaretlerinin hastaları daha büyük riske maruz bırakabildiği ve navigatör hemşirelik hizmetlerinin rolünün çok önemli olduğu belirtilmiştir (Osorio ve ark., 2020). Yapılan nitel bir çalışmada, hekimlere güven duymayan ve bir sağlık uzmanıyla iletişimde olmayan kanser hastalarının hemşire navigatör hizmetleri ile yeni bir güven ilişkisi gerçekleştirdiği ve navigatör hemşire uygulamaları sayesinde kendilerini güvende hissettikleri saptanmıştır (Thygesen ve ark., 2012).

Kanser hastalarına erken dönemde standart hasta bakımı ile karşılaştırıldığında, navigatör hemşire rehber desteği verilmesinin, hasta deneyimlerini iyileştirdiği ve hasta bakımındaki sorunları azalttığı belirlenmiştir (Wagner ve ark., 2014). Ayrıca Navigatör hemşirelik uygulamasının bireylerde kansere yönelik tarama oranlarını artırmada, kanser tarama testleri normal olmayan hastalarda takiplerin düzenli yaptırılmasında, kanser bakım sonuçlarında, kanser tedavi sürecinde ve hasta yaşam kalitesinde olumlu sonuçlar sağladığı bulunmuştur (Krok-Schoen ve ark., 2016).

Kanser tedavisini uzaktan yönetmek, önemli bakım koordinasyonu gerektirir (Doolittle ve Spaulding, 2006). Tüm tele-onkoloji merkezleri aynı elektronik sağlık kayıt sistemini kullanmadığından, tele-navigasyon için uzak ekip ve sevk eden sağlık hizmeti sağlayıcıyla güvenli e-posta veya metin mesajı, telefon ve/veya faks yoluyla özenli bir iletişim kurulması gerekmektedir (Emfield Rowett ve Christensen, 2020).

2.1. Hastaların Bakımındaki Engeller ve Yapılması Gereken Telenavigasyon Müdahaleleri

- Klinik çalışmalar ile ilgili engellerde, hastalar ve aile üyeleri klinik çalışmalarla ilgili bilgilere yönlendirilmeli ve klinik çalışma araştırma hemşireleriyle iş birliği yapılmalıdır.
- Bakımın koordinasyonu ile ilgili engellerde, hastalar ve sağlık profesyonelleri için tek iletişim noktası olmalıdır. Hastalar ve tele-onkoloji ekibi arasındaki iletişim ve hizmetler koordine edilmelidir.
- Finansal konular ile ilgili engellerde, hastaların finansal kaynaklara yönlendirilmesi gerekmektedir. Ayrıca ulusal hibe programları, ilaç yardımı ve/veya işgücü hizmetleri hakkında bilgi sahibi olunmalıdır.

- Genetik ve genomik ile ilgili engellerde, hastalar genetik ve genomik testlerle ilgili konularda bilgilendirilmelidir. Hastaların sanal genetik danışmanlıkla ilgili randevu alınmasına yardımcı olunmalıdır.
- Palyatif bakım ve yaşam sonu kaynakları ile ilgili engellerde, mevcut kaynaklar belirlenerek, palyatif bakım uzmanı ile sanal konsültasyon ayarlanmalıdır.
- Hastalara yönelik oryantasyon ve eğitim ile ilgili engellerde, hastalara ve aile üyelerine tele-onkoloji süreci hakkında bilgi verilmelidir. Hastaların ve ailelerin beklentileri yönetilmelidir. Hastalar ve aile üyelerine tedavi, yan etkiler, sonraki adımlar, hayatta kalma, palyatif bakım ve yaşam sonu hakkında eğitim verilmelidir.
- Psikososyal konular ile ilgili engellerde, yüz yüze veya tele-onkoloji danışmanlık kaynakları hakkında yerel ve ulusal bilgiler sağlanmalıdır.
- Hayatın devam etmesini sağlamanın önündeki engellerde, tedavi özeti ve izleme planı sağlanmalıdır. Geç ve uzun vadeli yan etkiler gözden geçirilmelidir.
- Ulaşım ve konaklama ile ilgili engellerde, mevcut konum dışı konaklama kaynakları belirlenmelidir. Hasta ve aile üyelerine konaklama seçenekleri ve seyahat desteği hakkında bilgi verilmelidir (Baileys ve ark., 2018; Emfield Rowett ve Christensen, 2020).

Navigatör hemşireler hastalar üzerindeki yükü azaltabilmekte, hizmetlere erişim süresini kısaltabilmekte ve hastaların istediği bakımı alma durumlarını artırabilmektedir. Özellikle jinekolojik onkoloji alanında tedavi alan hastalarda navigatör hemşirelik uygulaması, kanser tarama programlarına erişimi artırmak, kanser tanısı alma süresini kısaltmak ve sağlık eşitsizlikleri ile mücadele eden grupta kanser sonuçlarını iyileştirmede kilit bir uygulamadır (McKenney ve ark., 2018). Navigatör hemşire kavramı içerisinde ‘hasta yönlendiricisi’ ve ‘onkoloji hemşiresi yönlendirici rolleri’ gibi sağlık hizmetindeki eksik kalan kısımları onarmaya yönelik roller de eklenmiştir (Trevillion ve ark., 2015).

3. Onkoloji Navigasyon Hemşiresi

Onkoloji navigasyon hemşiresi için yetkinlik modeli çerçevesi temelde hastayı merkeze alır ve nihai hedefi, hastaların kanser yolculukları boyunca kesintisiz, bilgilendirilmiş ve şefkatli bir deneyim yaşamalarını sağlamak için bakım koordinasyonu ve hasta bakım yönetimi sağlamaktır (Oncology Nursing Society, 2024).

3.1. Onkoloji Navigasyon Hemşiresinin Yetkinlikleri

- Etik ve yasal hususlar yetkinliği, yasal ve etik standartları, düzenleyici gereklilikleri ve mesleki dürüstlüğün korunmasını ele almaktadır.
- Kültürel alçakgönüllülük ve çeşitlilik yetkinliği, bakımın eşitlik, kapsayıcılık ve adalet ilkelerini desteklemesini sağlamaktadır.
- Meslekler arası ekip iş birliği yetkinliği, ekipler arasında uyumlu iş akışları oluşturma ve optimize etme ihtiyacını ele almaktadır.
- Klinik bilgi ve beceri uygulaması yetkinliği, hastalara ve onların destek sistemlerine en iyi şekilde hizmet eden eğitim ve koordinasyonu sağlamaktadır.
- Toplumla iletişim yetkinliği, bakım hizmetlerinin sunumunu etkileyebilecek engelleri ortadan kaldırır veya azaltır ve sağlıkta eşitliği teşvik etmektedir.
- Elektronik sağlık kaydı ve finansal zeka yetkinliği, ilgili bilgi sistemlerinin kullanımıyla veri yönetimi ve gizliliğin korunmasını sağlamaktadır.
- Mesleki ve örgütsel gelişim yetkinliği, mesleki gelişimi sürdürme konusundaki temel taahhüdü ve değişen bir ortamda güncel kalma ihtiyacını ele almaktadır.
- Hasta savunuculuğu yetkinliği, hastaların haklarını ve mevcut ve gelecekteki ihtiyaçlarını destekler ve teşvik etmektedir.
- Hasta eğitimi yetkinliği, onkoloji navigasyon hemşirelerinin kanser hastalarına ve bakım verenlerine sunulan eğitimi kişiselleştirmede rollerini ele almaktadır.
- Hasta bakım yönetimi yetkinliği, bakım planlarının geliştirilmesi ve uygulanmasını ele almaktadır.
- Bakım koordinasyonu yetkinliği, sorunsuz bir bakım sürekliliği sağlamaktadır.
- Kanıta dayalı onkoloji uygulaması yetkinliği, bakım hizmetlerinin sunumunu desteklemek için kanıta dayalı kaynakların ve profesyonel standartların entegre edilmesini içermektedir.
- İletişim ve kişilerarası beceriler yetkinliği, hastalar, ekip üyeleri ve diğer destek sistemleriyle güven ve iş birliğinin geliştirilmesini ele almaktadır (Oncology Nursing Society, 2024).

Bu yetkinlikler, onkoloji navigasyon hemşirelerinin hastalarının farklı geçmişlerini ve inançlarını saygı ve anlayışla karşılama ve sağlama kalmaz, aynı zamanda bakımın önündeki engelleri ortadan kaldırmak için en son kanıtları uygulamalarına entegre etmelerini de sağlar (Oncology Nursing Society, 2024).

Telenavigasyon, onkoloji navigasyon hemşirelerinin bakım koordinasyonunu iyileştirmek, sağlayıcıların iletişimini desteklemek, hastaların lojistik zorluklarını ele almak, hastalar ve ailelerine bilgi sağlamak, hayatta kalanlara bakım sağlamak ve onkoloji hizmetlerine erişimi sınırlı olan hastaların karşılaştığı diğer engelleri azaltmak ve bu hizmetleri sağlamak için telekomünikasyon teknolojilerini kullanmak için bir yol olarak ortaya çıkmaktadır (Emfield Rowett ve Christensen, 2020). Yapılan bir çalışmada telenavigasyon ile hasta takibinin hastaların semptom yönetimi konusundaki bilgisini artırdığı bulunmuştur. Sağlık çalışanlarının neredeyse tamamı, sağlanan güvenilir ve kalıcı bilginin, hastaların semptomlarını nasıl yönetecekleri konusundaki bilgilerini artırmaya yardımcı olacağını belirtmişlerdir. Hemşirelerin telenavigasyon hizmetleri sayesinde hastalık semptomlarını yönetme konusunda hastalara bilgi sağladığı ve rehberlik ettiği bulunmuştur (Dönmez ve ark., 2024).

4. Telenavigasyon Süreci ile Standartlaştırılmış Hemşire Navigatörü İş Akışı

Tele-sağlık merkezlerinde hasta bakımını ve teleonkoloji programının genişlemesini desteklemek için standart bir telenavigasyon süreci geliştirilmiştir.

Tanı ve evreleme: Hasta alındığında, hasta kayıtları incelenir. Vaka tartışılır. Hasta ile iletişime geçilerek, navigasyon tanıtılır, tele-onkoloji süreci açıklanır. Bakımın önündeki engeller değerlendirilir. Kaynaklar kolaylaştırılır. Onkoloji konsültasyonunda hastayla yüz yüze görüşülür. Hasta ve ailesiyle iyi ilişkiler kurulur, hastalık süreci hakkında eğitim verilir, sorular yanıtlanır ve endişeler giderilir. Doktor tarafından özetlenen bakım planına dikkat edilir (rejim, Potansiyel yan etkiler, ev hazırlığı gibi). Hasta bakımının her alanında hastanın klinik hemşiresi ile iş birliği yapılır (Emfield Rowett ve Christensen, 2020).

Aktif tedavi: Yan etkiler yönetilir. Hastanın yan etkilerle ilgili olarak kiminle etkileşim kuracağını bildiğinden emin olunur. Soru veya endişelere yanıt verilir. İlk infüzyondan sonra, yan etkiler değerlendirilir. Soru veya endişelere yanıt verilir. Teleonkoloji ekibi hasta toleransı ve ele alınan

engeller konusunda bilgilendirilir. Navigatör olarak hasta ve klinik hemşire ile iletişimde kalınır (Emfield Rowett ve Christensen, 2020).

Sağ kalım: Tedavi özeti ve sağ kalım bakım planını hazırlanır. Hastayla yüz yüze görüşülür. Tedaviler gözden geçirilir. Geç ve uzun vadeli yan etkiler tartışılır. Kaynak sağlanır. Kapsamlı kanser merkezine veya şehir hastanesine seyahati de içeren ek taramalar ve prosedürler koordine edilir (Emfield Rowett ve Christensen, 2020).

Metastaz tedavisi: Sistemik tedavi eğitimi verilir. Hasta bakımının her alanında klinik hemşiresi ve onkoloji ekibiyle iş birliği yapılır (Emfield Rowett ve Christensen, 2020).

Yaşam sonrası: Hasta ve aile üyelerini palyatif ve hospis bakımı konusunda eğitim verilir. Hasta ve aile üyelerinin yeterli kaynaklara sahip olduğundan emin olunur. Hasta bakımının her alanında klinik hemşiresi ve onkoloji ekibiyle iş birliği yapılır (Emfield Rowett ve Christensen, 2020).

5. Jinekolojik Onkolojide Navigatör Hemşire ve Telenavigasyon Çalışmaları

Jinekolojik onkoloji alanında navigatör hemşire, hastalara, ailelerine ve multidisipliner ekip içerisinde bulunan diğer sağlık profesyonellerine karşılaşılan engellerle baş etmeleri, kaliteli tıbbi ve psikososyal tedaviye zamanında yanıt verme ve erişebilme konularında için yardımcı olmaktadır. Navigatör hemşire, kanser tanısını yeni alan bir bireyde holistik bir tedavi ve hasta bakımı yönetimi sağlamayı amaçlamaktadır (Dikmen ve ark., 2024).

Tele-sağlık ile yenilikçi kanser takibi yapılan bir çalışmada telenavigasyon programının hastalar ve sağlık hizmeti sağlayan profesyoneller tarafından faydalı ve güven verici bulunduğu belirlenmiş ve bu uygulamaların sağlık sistemi içinde yaygınlaştırılması önerilmiştir (Donmez ve ark., 2024). Hastalar onkoloji navigasyon hemşiresi ile sanal bağlantı kurmanın, kanser bakımına teknolojik olarak geliştirilmiş bir yaklaşımda kendilerine yardımcı olduğunu bildirmiştir; örneğin, Intermountain Healthcare programı teleonkoloji ve teleziyaret sürecini açıklamakta, hastanın seyahat etmesi gerektiğinde randevuları birleştirmekte, kişiselleştirilmiş hasta eğitimi sağlamakta ve sağlık merkezi ile uzak bir konum arasında hasta bakımı koordine etmektedir. Uzaktaki klinik hemşiresi bir navigatör olarak görev yapmakta ve kanser merkezinden onkoloji navigatör hemşireler hastalarla telefonla temasa geçmekte ve onlara hastalık ve tedaviyle ilgili eğitimi desteklemek için bilgi göndermektedir (Emfield Rowett ve Christensen, 2020). Hasta portalları gibi web tabanlı teknolojiler, hasta-sağlık profesyonelleri arasındaki iletişimini kolaylaştırabilmektedir. Akıllı telefon

uygulamaları, hastaları benzer kanser teşhisi konmuş diğer kişilerle bağlantıya geçirebilmekte, randevularını takip etmelerine ve kanser tedavisinin semptomlarını yönetmelerine yardımcı olabilmektedir (Adam ve ark., 2019). Akıllı telefon uygulamaları ve çevrimiçi kaynaklar (örneğin, Cancer.net, Ulusal Kapsamlı Kanser Ağı yönergeleri) ayrıca onkoloji hemşirelerinin yeni tedaviler konusunda güncel kalmalarına ve sürekli eğitimi desteklemelerine yardımcı olabilmekte, yapay zeka algoritmaları kullanan uygulamalar, onkoloji hemşirelerinin takip edebileceği algoritmalar sağlayarak eleştirel düşünmeyi destekleyebilmektedir (Brynjolfsson ve ark., 2018). Jinekolojik operasyonlar öncesinde, mobil uygulamalar ile hastalara operasyon öncesi hazırlık sürecinde gerekli olan bilgiler ve yönergeler sunulabilmektedir. Ayrıca operasyon sonrasında da yapay zekâ destekli mobil uygulamalar, hastaların iyileşme sürecinde takip edilebilmeleri için kullanılabilir (Perry ve ark., 2017; Medeiros ve ark., 2019; Lee ve ark., 2021).

Kanser kontrol davranışlarını artırmak için telenavigasyon programının kullanıldığı bir çalışmada programın düşük gelirli bireylerde pap test taramasında etkin olduğu belirlenmiş ve kanser kontrolü ile kanserle ilişkili sağlık eşitsizliklerini azaltmada etkili olabileceği belirlenmiştir (Fernandez ve ark., 2022). Toplum temelli çok bileşenli bir müdahalenin kadınlarda serviks kanseri davranışı üzerindeki etkisini inceleyen bir çalışmada navigatör hemşire müdahale programının kadınlar arasında serviks kanseri tarama davranışını iyileştirmede etkili olduğu bulunmuştur (George ve Batra, 2022). Üçüncü basamak sağlık merkezinden uzakta yaşayan, serviks veya meme kanseri tanısı alan kadınlar için acil onkofertilite hizmetlerinin tele-tıp ve hemşire navigatörü kullanılmasını inceleyen bir çalışmada onkofertilite navigasyon hemşiresi ve tele-tıp uygulamasının en az seyahat ihtiyacı ile doğurganlığın korunması hizmetlerine erişimi sağlayabileceği belirlenmiştir (Zwingerman ve ark., 2020). Over, vulva, endometrium, melanom, akciğer ve böbrek kanseri tanısını yeni alan hastalarda profesyonel hasta yönlendirmesinin (hastaları izleyen, tavsiyelerde bulunan ve destekleyici kanser bakımına yönlendiren özel eğitilmiş onkoloji hemşiresi yönlendirmesi) etkisini inceleyen bir çalışmada müdahale grubunun öz yeterlilik ve memnuniyet düzeylerinin daha yüksek olduğu bulunmuştur (Berezowska ve ark., 2021). Kanser erken teşhis programları çerçevesinde yapılan bir karşılaştırmada klinik hasta navigasyonu içeren programın, risk altındaki popülasyonlar arasında kanser taramasına katılımı artırarak, psikososyal destek sağladığı, sağlık eşitsizliklerini ve kanser tarama hizmetlerine erişimdeki adaletsizliği ele aldığı bildirilmiştir (Vaughan-Briggs ve ark., 2022). Epitelyal over kanseri hastalarında moleküler tümör testlerine yönelik eğitim oturumlarının ve navigatör hemşire uygulamasının etkinliğini değerlendirmek için yapılan

bir çalışmada navigatör hemşire uygulamasının, over kanseri hastalarında somatik tümör test oranlarını ve zamanında sonuçlanmayı önemli ölçüde iyileştirdiği bulunmuştur (Rives ve ark., 2023).

Meme ve serviks kanseri taramasına uygun olan, tarama ve takip hizmetlerinde erişimde yardıma ihtiyaç duyan hastalarda hasta yönlendirme hizmetlerine ilişkin yeni öneriler yayınlanmıştır. Bu öneriler içerisinde kişisel navigasyon hizmetleri içerisinde kişi merkezli değerlendirme ve planlama, sağlık hizmetlerine erişim ve sağlık sistemi navigasyonu, uygun destek sistemlerine yönlendirme (örneğin tercümanlık, ulaşım ve sosyal hizmetler) ve hasta eğitimi yer almaktadır (Witkop ve ark., 2025). Yapılan bir sistematik inceleme ve meta-analiz çalışmasında hasta navigasyon hizmetinin serviks kanseri tarama %15,6 artırdığı belirlenmiştir (Nelson ve ark., 2025).

Sonuç

Kanser bakımında hasta yönlendirme görevi, yetersiz sağlık hizmeti alanların ihtiyaçlarını karşılamamanın ötesine uzanmaktadır. Navigasyonun amacı tüm hastaları kanser süreci boyunca nitelikli ve yetkin bir sağlık personeliyle yönlendirmektir. Sağlık sistemleri, kanser sonuçlarını iyileştirmek için büyük bir fırsata sahiptir. Ayrıca sağlık hizmetlerinin bütüncül ve hastalar için erişilebilir olması önem arz etmektedir. Telenavigasyon bu noktada kilit role sahiptir. Hemşire liderliğinde telenavigasyon programları, kanser hastalarına göre uyarlanmış engellilik odaklı müdahaleler olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu durum göz önünde bulundurulduğunda özellikle jinekolojik kanser hastalarının psikososyal refahını iyileştirmeyi amaçlamada telenavigasyon rehberlik sağlamaktadır. Navigatör hemşirelik hizmetleri uygulama programları üzerine yapılan çalışmalarda kadın sağlığı alanında hastalık tanı ve tedavi sürecinin zamanında tamamlanması, hasta bakımının sürekliliğinin sağlanması, hastaların ve ailelerinin desteklenmesi, hasta memnuniyeti ve yaşam kalitesi gibi parametrelerde olumlu sonuçlar sağladığı gösterilmiştir. Kadın sağlığı içerisinde özellikle jinekolojik onkoloji alanında sınırlı çalışma bulunmaktadır. Navigatör hemşirelik modeli gelişmiş sağlık sistemleri bulunan ülkelerde sıklıkla kullanılırken Türkiye’de navigatör hemşirelik kavramı tam anlamıyla benimsenmemiştir. Ülkemizde sağlık hizmetleri içinde navigatör hemşire programlarına yönelik uygulamaların bulunmaması ve bu programların sistem içine entegre edilmemesi, standart haline getirilmemesi gibi eksiklikler bu alandaki araştırmacılar için hem zorluklar yaratmaktadır hem de sağlık sisteminde istenen iyileşmenin gecikmesine neden olmaktadır. Jinekolojik onkoloji alanında hastalar ve aileleri sağlık alanındaki hizmetlerden yararlanırken kendilerine yol gösteren, eğitici ve savunucu rolleri bulunan hemşirelere

ihtiyaç duymaktadır. Hem Dünya’da hem ülkemizde bu rolleri barındıran navigatör hemşirelik uygulaması, jinekolojik onkoloji alanında büyük öneme sahiptir. Çünkü yapılan çalışmalar jinekolojik onkoloji alanındaki navigatör hemşirelik uygulamalarının hasta bakımı sonuçlarını iyileştirmede kilit rol oynadığını açık şekilde ortaya koymaktadır. Navigatör hemşirelik ve telenavigasyon jinekolojik kanserli hastaların bakımında hasta merkezli ve hastaya özgü destek ve koordinasyonu sağlama ve psikolojik, fiziksel ve ruhsal yardım sağlamaktadır. Bu hizmet, hasta ve ailelerin bakım sürecindeki deneyimlerini de iyileştirmekte ve hastaların tedaviye olan bağlılıklarını da arttırabilmektedir. Navigatör hemşirelik programlarının etkinliğini arttırmak, standartlarını ve rollerini belirlemek adına daha fazla araştırma yapılması ve navigatör hemşirelik, telenavigasyon ve onkoloji navigasyon hemşirelik programların ülke genelinde uygulanabilirliğinin artırılması önerilmektedir. Hemşire liderliğindeki telenavigasyon programlarının yaygınlaştırılması, özellikle jinekolojik onkoloji bakımının başarılı bir şekilde sunulmasını desteklemek için net bir rol tanımının yapılması ve sağlık sistemi içerisinde standart telenavigasyon sürecinin oluşturulması sürdürülebilir kalkınma hedefleri içerisinde sağlıkta eşitsizlikleri azaltmak için önerilmektedir.

Kaynaklar

- Adam, R., McMichael, D., Powell, D., & Murchie, P. (2019). Publicly available apps for cancer survivors: A scoping review. *BMJ Open*, 9, e032510. <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2019-032510>
- ATA (2018). About telemedicine: Q&A. American Telemedicine Association (ATA), Retrieved from. <http://legacy.americantelemed.org/main/about/about-telemedicine/telemedicine-faq> Erişim Tarihi:01.09.2025
- Baileys, K., McMullen, L., Lubejko, B., Christensen, D., Haylock, P.J., Rose, T., . . . Srdanovic, D. (2018). Nurse navigator core competencies: An update to reflect the evolution of the role. *Clinical Journal of Oncology Nursing*, 22(3), 272–281. <https://doi.org/10.1188/18.CJON.272-281>
- Berezowska, A., Passchier, E., & Bleiker, E. (2021). Professional patient navigation in a hospital setting: a randomized controlled trial. *Supportive Care in Cancer*, 29(4), 2111–2123. <https://doi.org/10.1007/s00520-020-05721-5>
- Böhme, C., von Osthoff, M. B., Frey, K., & Hübner, J. (2018). Qualitative evaluation of mobile cancer apps with particular attention to the target group, content, and advertising. *Journal of cancer research and clinical oncology*, 144(1), 173-181.<https://doi.org/10.1007/s00432-017-2533-0>.
- Brynjolfsson, E., Mitchell, T., & Rock, D. (2018). What can machines learn, and what does it mean for occupations and the economy? *AEA Papers and Proceedings*, 108, 43–47. <https://doi.org/10.1257/pandp.20181019>
- Burhansstipanov, L., Shockney, L. D., & Gentry, S. (2017). History of oncology patient and nurse navigation. In *Team-based oncology care: The pivotal role of oncology navigation* (pp. 13-42). Cham: Springer International Publishing.
- Chen, Y. Y., Guan, B. S., Li, Z. K., & Li, X. Y. (2018). Effect of telehealth intervention on breast cancer patients' quality of life and psychological outcomes: a meta-analysis. *Journal of Telemedicine and Telecare*, 24(3), 157-167.<https://doi.org/10.1177/135763316686777>.
- Dikmen, R., Aydın, E. İ. ve Şahin, S. (2024). Jinekolojik Kanserlerde Navigasyon Önemi ve Hemşireliğin Navigatör Rolü. *Türkiye Sağlık Araştırmaları Dergisi*, 5 (3), 50-60.
- Donmez, E., Kilic, B., Dulger, Z., & Ozdas, T. (2024). Innovative Cancer Follow-Up with Telehealth: A New Method for Oncology Nurses. *Seminars in oncology nursing*, 40(3), 151649. <https://doi.org/10.1016/j.soncn.2024.151649>
- Doolittle, G.C., & Spaulding, A.O. (2006). Providing access to oncology care for rural patients via telemedicine. *Journal of Oncology Practice*, 2(5), 228–230. <https://doi.org/10.1200/jop.2006.2.5.228>

- Doyle-Lindrud, S. (2016). Telemedicine in oncology. *Clinical Journal of Oncology Nursing*, 20(1), 27–28. <https://doi.org/10.1188/16.CJON.27-28>
- Dulger, Z., & Donmez, E. (2023, December). The effects of nurse navigation program on symptom management and psychosocial adjustment applied to patients with colorectal cancer. In *Conference Proceedings* (pp. 55-62).
- Emfield Rowett, K., & Christensen, D. (2020). Oncology Nurse Navigation: Expansion of the Navigator Role Through Telehealth. *Clinical journal of oncology nursing*, 24(3), 24–31. <https://doi.org/10.1188/20.CJON.S1.24-31>
- Fernandez, M. E., Savas, L. S., Atkinson, J. S., Ricks, K. B., Ibekwe, L. N., Jackson, I., ... & Vernon, S. W. (2022). Evaluation of a 2-1-1 telephone navigation program to increase cancer control behaviors: results from a randomized controlled trial. *American Journal of Health Promotion*, 36(7), 1083-1093.
- Freeman, H. P., & Rodriguez, R. L. (2011). The history and principles of patient navigation. *Cancer*, 117(15 0), 3539. <https://doi.org/10.1002/cncr.26262>
- Freeman, H. P., Muth, B. J., & Kerner, J. F. (1995). Expanding access to cancer screening and clinical follow-up among the medically underserved. *Cancer practice*, 3(1), 19-30.
- George, T. J., & Batra, K. (2022). Effect of a communitybased multicomponent intervention on cervical cancer behavior among women - A randomized controlled trial. *Journal of education and health promotion*, 11, 329. https://doi.org/10.4103/jehp.jehp_1742_21
- Hazin, R., & Qaddoumi, I. (2010). Teleoncology: Current and future applications for improving cancer care globally. *Lancet Oncology*, 11(2), 204–210. [https://doi.org/10.1016/S1470-2045\(09\)70288-8](https://doi.org/10.1016/S1470-2045(09)70288-8)
- Health Resources and Services Administration. (2019). Telehealth programs. U.S. Department of Health and Human Services. <https://www.hrsa.gov/rural-health/telehealth>
- Hopkins, J., & Mumber, M. P. (2009). Patient navigation through the cancer care continuum: an overview. *Journal of oncology practice*, 5(4), 150-152. <https://doi.org/10.1200/JOP.0943501>
- Jeyathevan, G., Lemonde, M., & Cooper Brathwaite, A. (2017). The role of oncology nurse navigators in enhancing patient empowerment within the diagnostic phase for adult patients with lung cancer. *Canadian Oncology Nursing Journal*, 27(2), 164–170. <https://doi.org/10.5737/23688076272164170>
- Krok-Schoen, J. L., Oliveri, J. M., & Paskett, E. D. (2016). Cancer care delivery and women's health: the role of patient navigation. *Frontiers in Oncology*, 6(2), 1–10. <https://doi.org/10.3389/fonc.2016.00002>

- Kwok, C., Degen, C., Moradi, N., & Stacey, D. (2022). Nurse-led telehealth interventions for symptom management in patients with cancer receiving systemic or radiation therapy: a systematic review and meta-analysis. *Supportive Care in Cancer*, 30(9), 7119-7132. <https://doi.org/10.1007/s00520-022-07052-z>.
- Larson, J.L., Rosen, A.B., & Wilson, F.A. (2018). The effect of telehealth interventions on quality of life of cancer patients: A systematic review and meta-analysis. *Telemedicine and e-Health*, 24(6), 397-405. <https://doi.org/10.1089/tmj.2017.0112>
- Lee, Y. H., Huang, L. H., Chen, S. H., Shao, J. H., Lai, C. H., & Yang, N. P. (2021). Effects of mobile application program (App)-assisted health education on preventive behaviors and cancer literacy among women with cervical intraepithelial neoplasia. *International journal of environmental research and public health*, 18(21), 11603. <https://doi.org/10.3390/ijerph182111603>.
- McKenney, K. M., Martinez, N. G., & Yee, L. M. (2018). Patient navigation across the spectrum of women's health care in the United States. *American Journal of Obstetrics and Gynecology*, 218(3), 280-286. <https://doi.org/10.1016/j.ajog.2017.08.009>
- McMurray, A., & Cooper, H. (2017). The nurse navigator: an evolving model of care. *Collegian*, 24(2), 205-212. <https://doi.org/10.1016/j.colagn.2016.01.002>
- Medeiros, K. S., Silva, B. O., Queiroz, J. F., Cobucci, R. N., Stransky, B., & Gonçalves, A. K. (2019). Assessment of mobile phone applications for care management in gynecology and obstetrics. *education*, 1, 3. <https://doi.org/10.1002/ijgo.12863>.
- Nelson, H. D., Cantor, A. G., Pappas, M., Blackie, K., Yu, Y., & Fu, R. (2025). Patient Navigation Services for Breast and Cervical Cancer Screening and Follow-Up: A Meta-Analysis. *JAMA internal medicine*. 185;(8):976-985. <https://doi.org/jamainternmed.2025.1590>
- Oncology Nursing Society. (Updated 2024). Oncology nurse navigator core competencies. Erişim tarihi: 15.09.2025 from: <https://www.ons.org/sites/default/files/2025-01/onnc-competencies-rebrand.pdf>
- Osorio, A. P., da Silva Flôr, J., Saraiva, T. K. G., Maestri, R. N., Rohsig, V., & Caleffi, M. (2020). Navegação de enfermagem na atenção ao câncer de mama durante a pandemia: relato de experiência/Nursing navigation in breast cancer care during the pandemic: an experience report. *Journal of Nursing and Health*, 10(4).
- Pai, M. S., & Fernandes, D. J. (2015). Oncology nurse navigator programme-a narrative review. *Journal of Health and Allied Sciences NU*, 5(01), 103-107. <https://doi.org/10.1055/s0040-1703877>.

- Paskett, E. D., Dudley, D., Young, G. S., Bernardo, B. M., Wells, K. J., Calhoun, E. A., ... & PNRP Investigators. (2016). Impact of patient navigation interventions on timely diagnostic follow up for abnormal cervical screening. *Journal of Women's Health*, 25(1), 15-21. <https://doi.org/10.1089/jwh.2014.5094>
- Paterson, C., Bacon, R., Dwyer, R., Morrison, K. S., Toohey, K., O'Dea, A., ... & Hayes, S. C. (2020, December). The role of telehealth during the COVID-19 pandemic across the interdisciplinary cancer team: implications for practice. In *Seminars in oncology nursing* (Vol. 36, No. 6, p. 151090). WB Saunders. <https://doi.org/10.1016/j.soncn.2020.151090>.
- Percac-Lima, S., Benner, C. S., Lui, R., Aldrich, L. S., Oo, S. A., Regan, N., & Chabner, B. A. (2013). The impact of a culturally tailored patient navigator program on cervical cancer prevention in Latina women. *Journal of Women's Health*, 22(5), 426-431. <https://doi.org/10.1089/jwh.2012.3900>
- Perry, R., Burns, R. M., Simon, R., & Youm, J. (2017). Mobile application use among obstetrics and gynecology residents. *Journal of graduate medical education*, 9(5), 611-615. <https://doi.org/10.4300/JGME-D-17-00163.1>
- Rincon, T. A., Bakshi, V., Beninati, W., Carpenter, D., Cucchi, E., Davis, T. M., ... & Kleinpell, R. M. (2020). Describing advanced practice provider roles within critical care teams with tele-ICUs: exemplars from seven US health systems. *Nursing outlook*, 68(1), 5-13. doi:10.1016/j.outlook.2019.06.005
- Rising, K. L., Ward, M. M., Goldwater, J. C., Bhagianadh, D., & Hollander, J. E. (2018). Framework to advance oncology-related telehealth. *JCO clinical cancer informatics*, 2, 1-11. <https://doi.org/10.1200/CCI.17.00156>.
- Rives TA, Pavlik H, Li N, Qasrawi L, Yan D, Pickarski J, Dietrich CS, et al. Implementation of nurse navigation improves rate of molecular tumor testing for ovarian cancer in a gynecologic oncology practice. *Cancers*. 2023;15(12): 3192. <https://doi.org/10.3390/cancers15123192>
- Schaffer, J., Häag, S.G., Borazanci, E.H., & Von Hoff, D.D. (2019). Oncology navigation: A virtual model to promote self-advocacy in the cancer continuum. *Journal of Oncology Navigation and Survivorship*, 10(1), 12–18.
- Sharon, S. G. (2016). Overview of Professional Roles and Responsibilities. <https://www.jonsonline.com/issues/2016/july-2016-vol-7-no-6/1457-overview-of-professional-roles-and-responsibilities>
- Sirintrapun, S.J., & Lopez, A.M. (2018). Telemedicine in cancer care. *American Society of Clinical Oncology Educational Book*, 38, 540–545. https://doi.org/10.1200/edbk_200141

- Steingass, S. K., & Maloney-Newton, S. (2020, June). Telehealth triage and oncology nursing practice. In *Seminars in oncology nursing* (Vol. 36, No. 3, p. 151019). WB Saunders. <https://doi.org/10.1016/j.soncn.2020>.
- Thygesen, M. K., Pedersen, B. D., Kragstrup, J., Wagner, L., & Mogensen, O. (2012). Gynecological cancer patients' differentiated use of help from a nurse navigator: a qualitative study. *BMC health services research*, 12(1), 168. <https://doi.org/10.1186/1472-6963-12-168>
- Trevillion, K., Singh-Carlson, S., Wong, F., & Sherriff, C. (2015). An evaluation report of the nurse navigator services for the breast cancer support program. *Canadian Oncology Nursing Journal/Revue canadienne de soins infirmiers en oncologie*, 25(4), 409-414. <https://doi.org/10.5737/23688076254409414>
- Vaughan-Briggs, C., Mitchell, E. P., & Pepe, V. (2022). An update to a retrospective comparison of results between the National Breast and Cervical Cancer Early Detection Program and NCI cancer center based early detection program with evidenced based patient navigation and social work support. *Journal of Clinical Oncology*, 40(16), https://doi.org/10.1200/JCO.2022.40.16_suppl.e18572
- Wagner, E. H., Ludman, E. J., Aiello Bowles, E. J., Penfold, R., Reid, R. J., Rutter, C. M., ... & McCorkle, R. (2014). Nurse navigators in early cancer care: a randomized, controlled trial. *Journal of Clinical Oncology*, 32(1), 12-18.
- Wang, X., Fang, C., Tan, Y., Liu, A., & Ma, G. X. (2010). Evidence-based intervention to reduce access barriers to cervical cancer screening among underserved Chinese American women. *Journal of women's health*, 19(3), 463-469. <https://doi.org/10.1089/jwh.2009.1422>
- Witkop, C. T., Picardo, C., Vosooney, A., Nelson, H. D., Cantor, A. G., Son, S., ... & Women's Preventive Services Initiative. (2025). Recommendations From the Women's Preventive Services Initiative on Breast Cancer Screening for Women at Average Risk and Patient Navigation Services for Breast and Cervical Cancer Screening. *Obstetrics & Gynecology*, 146(3):p 315-322, DOI: 10.1097/AOG.0000000000006011
- World Health Organization (2021). Global Strategy on Digital Health 2020-2025. <https://www.who.int/docs/defaultsource/documents/gS4dhdaa-2a9f352b0445bafbc79ca799dce4d.pdf>.
- Zwingerman, R., Melenchuk, K., McMahan, E., Liu, K. E., Siren, A., Laferriere, N., & Greenblatt, E. M. (2020). Expanding urgent oncofertility services for reproductive age women remote from a tertiary level fertility centre by use of telemedicine and an on-site nurse navigator. *Journal of Cancer Education*, 35(3), 515-521. <https://doi.org/10.1007/s13187-019-01490>

Doğumda Anne ve Bebek Güvenliğini Destekleyen Teknolojik Yaklaşımlar

Gamze Acavut¹

Özet

Hasta güvenliği, doğuma özgü bakımda temel bir önceliktir. Son yıllarda geliştirilen teknolojiler, klinik uygulamaları tamamlayarak anne ve yenidoğan güvenliğini artırmada belirleyici bir rol üstlenmektedir. Bu bölümde; giyilebilir sensörler, sensör-tabanlı yenidoğan izlem sistemleri, yapay zekâ (YZ) destekli karar araçları ve mobil/tele-sağlık çözümlerinin doğum süreçlerine entegrasyonu ele alınmıştır. Giyilebilir teknolojiler, kalp atım hızı, kan basıncı ve oksijen saturasyonu gibi yaşamsal bulgularını gerçek zamanlı izleyerek komplikasyonların erken fark edilmesini sağlar. Yenidoğanlarda sıcaklık, solunum ve kalp atım hızı sensörleri; hipotermi, apne ve aritmi gibi kritik durumlara yönelik erken uyarılar üreterek hızlı ve hedefe yönelik müdahaleleri mümkün kılar. YZ tabanlı modeller; doğum başlangıcı ve süresinin öngörülmesi, doğum şeklinin tahmini, distosi riskinin değerlendirilmesi, Nonstres Testin (NST) yorumunun standartlaştırılması ve epizyotomi kararlarının bireyselleştirilmesi gibi alanlarda klinik kararı destekler. Mobil ve tele-sağlık uygulamaları ise veri paylaşımını hızlandırır ve kaynakların sınırlı olduğu ortamlarda bakımın sürekliliğini güçlendirir. Bulgular, bu teknolojilerin aralıklı izlemden sürekli ve proaktif izleme geçişi kolaylaştırdığını; risklerin erken tanınması ile standardizasyonu geliştirdiğini ve gecikmeleri azalttığını göstermektedir. Sonuç olarak, klinik uygulamaların dijital inovasyon ile birlikte kullanımı, doğumda hasta güvenliği için güçlü bir bakım çerçevesi oluşturur ve anne-yenidoğan sağlık sonuçlarını iyileştirir.

1 Dr. Öğr. Üyesi, Ankara Medipol Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi, Ebelik Bölümü, gmzkyl86@yahoo.com, 0000-0001-5493-128X

1. Giriş

1.1. Doğumda Anne ve Yenidoğan Güvenliğinin Önemi

Anne ve yenidoğan güvenliği, doğum sürecindeki en önemli sağlık göstergelerinden biridir. Dünya Sağlık Örgütü (WHO), birçok kadının gebelik komplikasyonları ve doğuma bağlı nedenlerden dolayı yaşamını yitirdiğini belirtmektedir. Ayrıca, milyonlarca ölü doğuma ek olarak, pek çok yenidoğanın doğum sırasında veya doğumdan sonra hayatını kaybettiği ifade edilmektedir. Üstelik anne ve yenidoğan ölümlerinin önemli bir kısmının, önlenebilir nedenlerle ilişkili olduğu vurgulanmaktadır (WHO, 2021).

Doğum ünitelerindeki yetersiz izlem ve sınırlı tıbbi müdahaleler, anne ve yenidoğan ölümlerine yol açan başlıca risk faktörlerindedir. Bunun yanında, sağlık kuruluşlarındaki kaynak kısıtlılığı, sağlık profesyonellerinin eğitiminin yetersizliği ve teknolojik ekipman eksikliği mevcut riskleri daha da artırmaktadır. Bu koşullar altında yalnızca insan kaynağının yetkinliği değil, teknolojik çözümlerin etkin kullanımı da hayati önem taşımaktadır. Sağlık ekibi, dijital izleme sistemleri ve kanıta dayalı uygulamalarla desteklendiğinde komplikasyonların yönetiminde ve annelere psikososyal destek sağlamada merkezi bir rol üstlenmektedir. Bu nedenle, kanıta dayalı uygulamaların benimsenmesi, gereksiz tıbbi müdahalelerden kaçınılması ve anne ile yenidoğanın fizyolojik ihtiyaçlarının karşılanması, güvenli doğum hizmetlerinin temelini oluşturmaktadır (Acavut, 2022; Ansari, 2023).

Son yıllarda, teknolojik yeniliklerin anne ve yenidoğan güvenliğini artırmadaki rolü giderek daha fazla kabul görmektedir. Dijital izleme araçları, yapay zekâ tabanlı sistemler ve tele-sağlık uygulamaları doğum bakımına entegre edilerek anne ve yenidoğan güvenliği için zamanında ve etkili müdahalelere olanak tanımaktadır (Darwesh, 2024). Klinik uygulamalarla birlikte kullanıldığında, yenilikçi teknolojik yaklaşımlar güvenli doğumun sağlanmasında önemli katkılar sunmaktadır.

1.2. Doğumda Anne ve Yenidoğan Güvenliği için Risk Faktörleri

Doğumda anne ve yenidoğan güvenliği, sosyodemografik özelliklerden gebeliğe özgü komplikasyonlara kadar birçok faktörün etkileşimiyle şekillenmektedir. Yüksek riskli gebelikler, hem anne hem de bebek açısından ciddi tehditler oluşturmakta ve olumsuz doğum sonuçlarına yol açabilmektedir (Sokou ve ark., 2025). Özellikle hipertansif bozukluklar, gestasyonel diyabet ve plasenta kaynaklı komplikasyonlar; erken doğum, intrauterin büyüme geriliği ve doğum sonrası adaptasyon güçlükleriyle yakından ilişkilidir. Bunlara ek olarak enfeksiyonlar ve konjenital anomaliler

de yenidoğan sağlığını tehlikeye atan önemli unsurlardır. Bu risklerin en aza indirilebilmesi için kapsamlı doğum öncesi bakım, erken teşhis ve etkin doğum yönetimi kritik önem taşımaktadır (Sokou ve ark., 2025).

Doğum sürecinde uygulanan klinik yaklaşımlar, anne ve yenidoğan güvenliği üzerinde doğrudan belirleyici bir etkiye sahiptir. Literatürde, hasta kimlik doğrulamadaki hatalar, yetersiz kayıt tutma süreçleri ve eksik enfeksiyon kontrol önlemlerinin hem doğum sırasında hem de sonrasında ciddi güvenlik sorunlarına yol açtığı bildirilmektedir (Acavut vd., 2022). Ayrıca, standartlaştırılmış güvenlik protokollerinin bulunmaması, sağlık hizmetlerinde gecikmelere ve olumsuz klinik sonuçlara neden olabilmektedir. Dolayısıyla, hasta güvenliğine ilişkin yapısal eksiklikler, klinik riskler kadar kritik bir tehdit unsuru olarak değerlendirilmektedir. Ayrıca, standartlaştırılmış güvenlik protokollerinin bulunmaması, doğum acil durumlarına hazırlıksız olunması ve kurumsal yetersizlikler olumsuz klinik sonuçlara neden olabilmektedir. Buna ek olarak, doğuma özgü hasta güvenliği kültürünün zayıf olması, önlenebilir komplikasyonların ortaya çıkma olasılığını artırmaktadır (Backes, 2020).

Bu riskler, yalnızca klinik uygulamalardaki iyileştirmelerle değil, aynı zamanda teknolojik yeniliklerin entegrasyonu ile daha etkili yönetilebilir. Doğumhanelerde güvenlik kültürünün güçlendirilmesi ve sağlık çalışanlarının düzenli eğitimlerle desteklenmesi önemli olmakla birlikte, dijital sağlık çözümleri güvenli doğumda giderek daha belirleyici bir rol üstlenmektedir. Yapay zekâ tabanlı karar destek sistemleri, mobil uygulamalar, tele-sağlık hizmetleri ve entegre izleme teknolojileri; risklerin erken tespitini kolaylaştırarak sağlık profesyonellerinin hızlı ve doğru müdahalelerine olanak tanır. Bu teknolojilerin yaygınlaştırılması ise hem sağlık hizmetlerindeki eşitsizlikleri azaltmakta hem de anne ve yenidoğan güvenliği için daha proaktif bir yaklaşımı teşvik etmektedir (Sokou vd., 2025; Acavut vd., 2022; Backes, 2020).

2. Doğumda Güvenli Bakımın Sağlanmasına Yönelik Teknolojik Yaklaşımlar

Anne sağlığına yönelik yenilikçi teknolojiler ve dijital çözümler, doğum sırasında güvenliğin sağlanmasında dönüştürücü bir rol üstlenmektedir. Tele-tıp, giyilebilir cihazlar ve yapay zekâ destekli karar sistemleri; yakın izlem, komplikasyonların erken tespiti ve zamanında müdahale için öne çıkan yöntemlerdir. Bu teknolojiler aynı zamanda, kaynakların sınırlı olduğu ortamlarda sağlık hizmetlerine erişimi kolaylaştırmaktadır (Kenneth, 2024). Klinik uygulamalarla entegre edildiğinde ise bu yenilikler, güvenli doğum için daha güçlü bir çerçeve sunmaktadır.

2.1. Anne Sağlığı İzleme İçin Giyilebilir Teknolojiler

Giyilebilir teknolojiler, anne sağlığına ilişkin fizyolojik parametrelerin gerçek zamanlı ve sürekli izlenmesine olanak tanıyan önemli bir yenilik olarak öne çıkmaktadır. Doğum sürecinde komplikasyonların hızla gelişebilmesi nedeniyle bu cihazlar, sürekli gözetim sağlayarak güvenli doğum yönetimine katkıda bulunur. Ayrıca hayati belirtilerin kaydedilmesi ve iletilmesi yoluyla hasta ve sağlık ekibi arasındaki iletişimi de güçlendirir (Boyd, 2024).

Giyilebilir cihazların en önemli katkılarından biri, anne hareketliliğini kısıtlamadan sürekli izlem sağlayabilmeleridir. Geleneksel izleme ekipmanlarının kadınları belirli pozisyonlara zorlamasının aksine, giyilebilir sensörler hafif, taşınabilir ve dinamik doğum ortamlarında çalışacak şekilde tasarlanmıştır. Bu esneklik, kadınlara doğum sırasında daha fazla hareket özgürlüğü sağlarken; klinisyenlere kalp atış hızı, kan basıncı, oksijen saturasyonu ve diğer temel göstergeler hakkında doğru ve anlık veriler sunar. Böylece annenin rahatsızlığı azalır ve klinik risklerin erken teşhisi kolaylaşır. Risklerin erken dönemde tespiti, kanama, preeklampsi veya kardiyak komplikasyonlar gibi obstetrik acil durumların önlenmesi açısından kritik öneme sahiptir (Ullah, 2021).

Doğum ünitelerine entegre edilen teknolojiler, sağlık çalışanlarının bilgiyi yönetme ve risklere hızlı yanıt verme biçimini geliştirmektedir. Verilerin kablosuz olarak merkezi panellere aktarılması, sınırlı personelin bulunduğu ortamlarda sürekli izlemeyi kolaylaştırırken; giyilebilir cihazlar ve otomatik uyarı sistemleri, anormal bulguların erken fark edilmesini sağlayarak müdahale gecikmelerini azaltır (Rattanasak, 2025).

Anneye ek olarak, giyilebilir cihazlar doğum sırasında ve sonrasında yenidoğan takibi için de giderek daha fazla kullanılmaktadır. Fetal kalp atım hızını ölçebilen veya oksijenasyon değişikliklerini tespit edebilen sensörler, özellikle uzun veya komplike doğumlarda ek bir güvenlik katmanı sağlar. Bu erken uyarı sistemleri, hipoksi ya da fetal distres gibi hızlı müdahale gerektiren durumların zamanında saptanmasında kritik rol oynar. Böylece, giyilebilir teknolojiler hem anne hem de bebek için koruyucu bir işlev üstlenerek güvenli doğumu destekler (Boyd, 2024; Rattanasak, 2025).

Giyilebilir teknolojilerin bir diğer önemli boyutu ise annelerin güçlendirilmesidir. Mobil uygulamalarla entegre edilen bu cihazlar, kadınların kendi sağlık verilerini görselleştirmelerine ve daha iyi anlamalarına yardımcı olur. Bu şeffaflık, ortak karar alma süreçlerini destekler ve annelerin bakım sürecine aktif katılımını teşvik eder. Kadınlar kendi gelişimlerini izleyip olası riskleri fark edebildiklerinde, sağlık profesyonelleriyle daha etkin iletişim

kurabilir ve zamanında yardım arayabilirler. Bu katılımcı yaklaşım yalnızca güvenliği artırmakla kalmaz, aynı zamanda sağlık ekibine olan güven ilişkisini de güçlendirir (Boyd, 2024).

Veri doğruluğu, sensör kaymaları ve bağlantı sorunları bilgilerin güvenilirliğini azaltabilir. Ayrıca, verilerin sağlık kayıtlarına entegrasyonu dikkatli planlama gerektirir; aksi halde sağlık personeli gereksiz uyarılarla meşgul olabilir. Veri gizliliği ve güvenliği de güçlü düzenlemeler gerektiren bir diğer konudur (Ullah, 2021). Bununla birlikte, bu cihazlar risklerin erken fark edilmesini, hızlı müdahaleyi ve güvenlik kültürünün güçlenmesini destekleyerek doğum bakımında önemli katkılar sunmaktadır (Rattanasak, 2025). Sonuç olarak, giyilebilir teknolojiler anne ve yenidoğan güvenliğini artırmada dönüştürücü bir potansiyele sahiptir ve klinik uzmanlıkla birleştiğinde önlenbilir komplikasyonların azaltılmasına katkı sağlamaktadır (Boyd, 2024; Rattanasak, 2025; Ullah, 2021). Bu bağlamda, anne sağlığı izleminde kullanılan giyilebilir cihaz örnekleri sunulmuştur.

2.1.1. Anne Sağlığı İzlemede Giyilebilir Cihaz Örnekleri

2.1.1.1. Akıllı Bileklikler

Gebelikte kullanıma uygun olacak şekilde tasarlanan akıllı bileklikler, doğum süresince kalp atım hızı, kan basıncı ve oksijen saturasyonunu izleyebilmektedir. Bu cihazlar, sağlık ekibini normalden sapmalar söz konusu olduğunda uyarırken, invaziv yöntemlere gerek kalmadan anne konforunu da destekler. Bazı modellerin mobil uygulamalarla entegre çalışması, hem sağlık ekiplerinin hem de annelerin gerçek zamanlı verileri görüntülemesine olanak tanır. Dolayısıyla, bu entegrasyon anne güvenliğini destekler ve klinik karar süreçlerini güçlendirir (Boyd, 2024).

2.1.1.2. Patch Tabanlı İzleme Sistemleri

Annenin toraks veya abdomen bölgesine yerleştirilen bantlar, solunum hızı ve elektrokardiyografik sinyaller gibi hayati parametrelerin sürekli izlenmesini sağlar. Bu sistemler hafif ve tek kullanımlık olup, geleneksel monitörlere kıyasla enfeksiyon riskini azaltır ve hareket kabiliyetini artırır. Özellikle sınırlı sağlık personelinin bulunduğu doğum ünitelerinde, bant sistemleri verileri otomatik olarak merkezi panellere ileterek olası sapmaların gözden kaçmasını engeller (Ullah, 2021).

2.1.1.3. Giyilebilir Fetal Kalp Atım Hızı Sensörleri

Fetal izlem amacıyla geliştirilen giyilebilir sensörler, fetal kalp atım hızını ve uterin kasılmaları sürekli izleyerek fetal distressin erken tespiti için

yardımcı olur. Bu cihazlar, özellikle doğum eyleminin uzadığı durumlarda eylemin ilerleyişini ve fetal sağlığı izlemede büyük avantaj sağlar. Erken uyarı kapasitesi sayesinde yenidoğan komplikasyonlarının azaltılmasına doğrudan katkıda bulunur (Rattanasak, 2025).

2.1.1.4. Akıllı Giysi Teknolojileri

Bazı prototip akıllı giysiler, uterus kasılmalarını ve amniyotik sıvı seviyelerini ölçebilen sensörler içermektedir. Bu giysiler, doğum süresince anneye hem sürekli izleme hem de güvenli hareket olanağı sunmaktadır (Boyd, 2024).

2.2. Yenidoğan İzleminde Sensör Tabanlı Teknolojiler

Yenidoğanların doğumdaki güvenliği, komplikasyonların erken teşhisine ve hayati bulguların sürekli değerlendirilmesine bağlıdır. Mevcut klinik takip yöntemleri etkili olmakla birlikte, doğumhanelerde gerekli olan gerçek zamanlı hassasiyeti her zaman sağlayamayabilir. Bu noktada sensör tabanlı teknolojiler, doğum sırasında doğrudan destek sunarak sürekli, invaziv olmayan ve gerçek zamanlı izlemeyi mümkün kılan yenilikçi çözümler olarak öne çıkmaktadır.

Araştırmalar, önlenebilir yenidoğan ölümlerinin çoğunlukla risklerin geç fark edilmesi ve sürekli izleme eksikliğiyle ilişkili olduğunu ortaya koymaktadır (WHO, 2021). Sensör tabanlı cihazlar ise hipotermi, solunum sıkıntısı ve aritmi gibi komplikasyonları erken uyarılarla tespit ederek hızlı müdahaleye olanak tanır ve böylece doğum sonuçlarını iyileştirir (Lunze ve ark., 2015; Bai ve ark., 2024).

2.2.1. Sıcaklık Sensörleri

Hipotermi, yenidoğan ölümlerinde en önemli risk faktörlerinden biridir. Küçük giyilebilir cihazlara entegre edilen sıcaklık sensörleri, cilt ısısını sürekli olarak izler ve düşüş olduğunda uyarı verir. Bu özellik, hipotermimin erken fark edilmesini ve hızlı müdahale edilmesini kolaylaştırır (Lunze ve ark., 2015).

2.2.2. Solunum ve Kalp Atış Hızı Sensörleri

Toraks üzerine yapıştırılabilir sensörler veya elektrot tabanlı sistemler, solunum hızı ve kalp atışının sürekli izlenmesini sağlar. Bu cihazlar, apne ve bradikardi gibi durumları erken dönemde tespit ederek zamanında müdahaleye olanak tanır (Alim ve Imtiaz, 2023).

2.2.3. İnvaziv Olmayan EKG Sensörleri

Minyatür elektrotlar, invaziv olmayan elektrokardiyogram (EKG) takibini mümkün kılar. Bu teknoloji, aritmilerin erken teşhisini kolaylaştırarak yenidoğanın yaşamsal bulgularının stabilize edilmesine ve doğum sonrası adaptasyonunun desteklenmesine katkı sağlar (Bai ve ark., 2024).

2.2.4. Çoklu Sensör Entegrasyonu ile İzleme Sistemleri

Yeni geliştirilen çoklu sensör platformları, sıcaklık, kalp atım hızı ve hareket gibi temel parametreleri tek bir ünite aracılığıyla izleyebilmekte ve bu verileri kablosuz olarak merkezi monitörlere iletmektedir. Böylece klinisyenlerin hasta durumunu gerçek zamanlı olarak takip etmesi ve olası komplikasyonlara ilişkin daha hızlı ve kanıta dayalı kararlar alması mümkün olmaktadır. Sürekli ve otomatik izleme sağlayan bu sistemler, aralıklı kontrollerin sınırlılıklarını ortadan kaldırarak doğumhanelerde hasta güvenliği uygulamalarını güçlendirmekte, izlem süreçlerini standartlaştırmakta ve kritik değişikliklerin geç fark edilme riskini azaltmaktadır (WHO, 2021).

2.3. Doğum Yönetiminde Yapay Zekâ Destekli Klinik Karar Sistemleri

Doğum sürecinde YZ, tahmin, sürekli izleme ve klinik kararların desteklenmesi amacıyla kullanılan önemli bir araç haline gelmiştir (Lin, 2024). Machine learning (Makine Öğrenmesi/ML) ve Deep Learning (Derin Öğrenme/DL) tekniklerinden yararlanan bu sistemler, anne ve fetüse ait farklı verileri birleştirerek tanısal doğruluğu artırmakta ve zamanında müdahalelere olanak tanımaktadır (Huang, 2025).

Uygulamada YZ; doğum başlangıcını ve süresini tahmin etme, doğum şeklini öngörme, yüksek riskli durumları (örneğin erken doğum, distosi) erken dönemde belirleme ve epizyotomi gibi prosedürlere ilişkin klinik kararları destekleme amacıyla kullanılmaktadır. Böylece kararlar, bireyselleştirilmiş risk profilleriyle daha uyumlu hale getirilmektedir (Lin, 2024; Huang, 2025).

2.3.1. Tahmine Odaklı Modeller

Support Vector Machines (Destek Vektör Makineleri/SVM), Random Forests (Rastgele Ormanlar/RF) ve Transformer-based deep networks (Transformatör Tabanlı Derin Ağlar/TBDN) gibi algoritmalar, anne yaşı, doğum sayısı, vücut kitle indeksi, serviks uzunluğu ve fetal kalp atım hızı gibi klinik verileri kullanarak doğum sonuçlarını tahmin etmektedir. Bu modeller, doğum şeklini ve epizyotomi gereksinimini öngörmeye güçlü bir

performans sergileyerek, yapay zekânın doğum sırasında karar alma sürecini destekleyen tamamlayıcı bir araç olduğunu ortaya koymaktadır (De Ramón Fernández, 2022; Alizadehmanesh, 2024).

2.3.2. Algoritma Destekli Doğum Değerlendirmesi

Artificial Intelligence Dystocia Algorithm (Yapay Zekâ Distosi Algoritması/AIDA), doğumun ilerlemesini değerlendirmek amacıyla fetal baş pozisyonu gibi ultrason tabanlı ölçümlerden yararlanmaktadır. Bu yaklaşım, değerlendirme parametrelerini standartlaştırarak doğum takibinde kanıta dayalı müdahaleleri desteklemektedir (Malvasi ve ark., 2024).

2.3.3. Yapay Zekâ İle Standardize Fetal İzlem

Yapay zekâ destekli NST, fetal kalp hızı değerlendirmesinde uygulayıcılar arasındaki değişkenliği azaltmaktadır. Ayrıca hipoksinin erken tespitine olanak tanıyarak sağlık çalışanlarının karar alma süreçlerine önemli ölçüde katkı sağlamaktadır (Iftikhar ve ark., 2020).

2.3.4. Yapay Zekâ İle Öngörüye Dayalı Erken Doğum Yönetimi

Fizyolojik belirteçler ile klinik bulguların entegrasyonuna dayanan bu modeller, erken doğumu öngörmektedir. DL teknikleri ise öngörü doğruluğunu artırarak, doğum öncesi steroid kullanımı gibi hedefe yönelik müdahalelere olanak sağlamaktadır (Mas-Cabo ve ark., 2020; Kopanitsa ve ark., 2023; Zhang ve ark., 2024).

2.3.5. Doğumun İkinci Evresinin Yönetimi ve Doğum Şeklinin Tahmini

Bu model, doğum sayısı, birinci evrenin süresi ve fetal parametreleri kullanarak doğumun ikinci evresinin uzunluğunu tahmin etmektedir. Böylece vajinal ya da sezaryen doğum kararlarının verilmesine katkı sağlar. Bu öngörüler, erken müdahalelere imkân tanıyarak olumsuz doğum sonuçlarının önlenmesine yardımcı olmaktadır (Huang ve ark., 2025; De Ramón Fernández, 2022).

2.3.6. Epizyotomi Karar Sürecinde Yapay Zekâ Modelleri

Annenin fiziksel özellikleri ve klinik geçmişiyle dayalı yapay zekâ destekli modeller, mediolateral epizyotomi olasılığını öngörmektedir. Bu sayede gereksiz müdahalelerden kaçınılmakta ve yüksek epizyotomi oranlarının azaltılmasına katkı sağlanmaktadır (Hu ve ark., 2025; Owusu-Adjei, 2025).

2.4. Dijital Sağlık Uygulamaları

Dijital sağlık uygulamaları, özellikle mobil uygulamalar ve tele-sağlık platformları, doğum sırasında anne ve yenidoğan güvenliğini desteklemede giderek daha önemli araçlar haline gelmektedir. Doğum öncesi bakımda sahip oldukları yerleşik rollerin ötesinde, bu teknolojiler artık doğum yönetimine de entegre edilmekte; hem sağlık hizmeti sağlayıcılarına hem de annelere zamanında destek sunmaktadır (Kenneth, 2024).

Mobil uygulamalar, uterin kontraksiyonların sıklığını ve yoğunluğunu izleyerek, nefes tekniklerini yönlendirerek ve kişiselleştirilmiş doğum eylem planlarıyla ilgili hatırlatıcılar sağlayarak annelere yardımcı olur. Bu özellikler, doğum sürecinin yönetilmesine annenin aktif katılımını artırmakta ve uyumunu teşvik etmektedir. Sağlık profesyonelleri açısından ise bu uygulamalar, anne ve fetüse ait verilerin hızlı biçimde kaydedilmesini ve paylaşılmasını kolaylaştırarak, doğum ilerlemesindeki olası sapmaların daha erken fark edilmesine katkı sağlamaktadır (Boyd, 2024).

Tele-sağlık uygulamaları, özellikle kaynakların sınırlı olduğu ya da doğum hizmetlerinin yetersiz kaldığı kırsal bölgelerde önemli bir çözüm sunmaktadır. Canlı video konsültasyonları ve uzaktan izleme sayesinde kadın doğum uzmanları ve ebeler, doğum sırasında sahada görev yapan sağlık personeline destek sağlayabilmekte, kritik karar süreçlerini yönlendirebilmekte ve komplikasyon geliştiğinde erken müdahaleleri başlatabilmektedir. Bu yaklaşım, sevlerde yaşanan gecikmeleri azaltarak ve bakım süreçlerini güçlendirerek anne ve yenidoğan güvenliğini artırmaktadır (Akalin, 2025).

Giyilebilir sensörler ve hastane bilgi sistemleriyle entegre edildiğinde dijital sağlık uygulamaları, bütüncül bir bakım ekosistemi oluşturur. Örneğin, anneye ait yaşamsal bulguların ve fetal izlemenin tele-sağlık platformlarına gerçek zamanlı aktarımı, klinik ekiplere otomatik uyarılar gönderilmesini sağlayarak fetal distresin veya hipertansiyon ve kanama gibi maternal komplikasyonların daha hızlı fark edilmesini ve yönetilmesini kolaylaştırır (Alim ve Imtiaz, 2023).

Genel olarak, dijital sağlık yenilikleri doğum bakımını daha proaktif ve duyarlı bir modele dönüştürmektedir. Mobil ve tele-sağlık çözümleri, iletişim boşluklarını kapatarak, anneleri güçlendirerek ve uzman desteğini doğrudan doğum sürecine entegre ederek yalnızca sağlık hizmetlerine erişimi iyileştirmekle kalmaz, aynı zamanda güvenli doğum uygulamalarına da doğrudan katkı sağlamaktadır (Rattanasak ve ark., 2025).

3. Teknoloji ve İnovasyonun Doğum Güvenliğine Katkısı

Teknoloji ve inovasyon, anne ve yenidoğan güvenliğinin artırılmasında önemli bir rol oynamakta ve güvenli doğumu destekleyen yeni yaklaşımlar sunmaktadır. Geleneksel klinik uygulamalar doğuma özgü bakımının temelini oluşturmaya devam ederken, yenilikçi araçların entegrasyonu; önlenemez risklerin azaltılmasında hassasiyet, süreklilik ve duyarlılık sağlamaktadır (WHO, 2021).

Son gelişmeler, dijital sistemler ile gelişmiş izleme ve karar destek çözümlerinin; sağlık ekiplerinin komplikasyonları daha erken fark etme ve daha etkili müdahalede bulunma kapasitelerini güçlendirdiğini göstermektedir. Bu teknolojiler, doğum ünitelerinde farkındalığı artırmakta, bakım uygulamalarını standartlaştırmakta ve doğum sonuçlarını riske atabilecek gecikmeleri en aza indirmektedir (Kenneth, 2024; Bai vd., 2024). Ayrıca, annelerin daha aktif katılımını teşvik ederek ve sağlık ekipleri arasındaki iletişimi güçlendirerek bireysel müdahalelerin ötesine geçen bir güvenlik kültürü oluşumuna katkı sunmaktadır (Akalın, 2025).

Doğum bakımında dijital inovasyonların temel katkısı, mevcut uygulamaların yerini almak değil, onları tamamlayarak güçlendirmektir. Sürekli değerlendirmeyi, bilinçli karar vermeyi ve sağlık hizmetlerinde eşit erişimi destekleyen teknolojiler, doğum hizmetleri için daha dayanıklı bir çerçeve sunmaktadır. Klinik bilgi ile dijital yeniliklerin oluşturduğu bu sinerji, güvenliğin ortak bir sorumluluk haline gelmesini sağlayarak kadınlar ve sağlık profesyonelleri arasındaki güveni artırmakta ve nihayetinde hem anneler hem de yenidoğanlar için daha sağlıklı sonuçlara katkıda bulunmaktadır (Rattanasak, 2025; Alim ve Imtiaz, 2023).

Kaynaklar

- Acavut, G., Vural, G., & Karaşahin, K. E. (2022). Evaluation of midwifery and nursing practices for maternal and neonatal safety in the delivery room. *Bezmialem Science*, 10(1), 73–80. <https://doi.org/10.14235/bas.galenos.2020.4604>.
- Akalın, A., D'haenens, F., Vermeulen, J., Tricas-Sauras, S., & Lanssens, D. (2025). Using digital technologies and applications in midwifery practice in Belgium: A descriptive cross-sectional study. *Midwifery*, 140, 104218. <https://doi.org/10.1016/j.midw.2024.104218>.
- Alim, A., & Imtiaz, M. H. (2023). Wearable sensors for the monitoring of maternal health: A systematic review. *Sensors*, 23(5), 2411. <https://doi.org/10.3390/s23052411>.
- Alizadehmanesh, H., & Zeraci, N. (2024). Short review: Maternal and fetal health with artificial intelligence. *International Journal of Applied Data Science in Engineering and Health*, 1(3).
- Ansari, A. (2023). Labor and delivery: Advancing maternal and neonatal outcomes through evidence-based practices and collaborative care. *International Research Journal of Nursing and Midwifery*, 12(4), 1–4. <https://doi.org/10.14303/2315-568X.2022.58>.
- Backes, E. P., & Scrimshaw, S. C. (Eds.). (2020). *Birth settings in America: Outcomes, quality, access, and choice*. Washington, DC: National Academies Press.
- Bai, J., Lu, Y., Liu, H., He, F., & Guo, X. (2024). New technologies improve maternal and newborn safety. *Frontiers in Medical Technology*, 6, 1372358. <https://doi.org/10.3389/fmedt.2024.1372358>.
- Boyd, S. (2024). Wearable technology for health monitoring and diagnostics. *International Journal of Computing and Engineering*, 5(5), 33–44.
- Darwesh, E. S. S., Kassem, I. K. A., & Khalil, A. K. (2024). Maternity nurses' role toward safety measures in labor unit. *Menoufia Nursing Journal*, 9(3), 195–214. <https://doi.org/10.21608/menj.2024.397704>.
- Fernández, A. D. R., Fernández, D. R., & Sánchez, M. T. P. (2022). Prediction of the mode of delivery using artificial intelligence algorithms. *Computer Methods and Programs in Biomedicine*, 219, 106740. <https://doi.org/10.1016/j.cmpb.2022.106740>.
- Hu, T., Zhao, L., Zhao, X., He, L., Zhong, X., Yin, Z., ... & Li, K. (2025). Accurate prediction of mediolateral episiotomy risk during labor: Development and verification of an artificial intelligence model. *BMC Pregnancy and Childbirth*, 25(1), 370. <https://doi.org/10.1186/s12884-025-07441-2>.
- Huang, X., Di, X., Lin, S., Yao, M., Zheng, S., Liu, S., Lau, W., Ye, Z., Wang, Z., & Liu, B. (2025). Artificial intelligence-based prediction of second

- stage duration in labor. *eClinicalMedicine*, 80, 103072. <https://doi.org/10.1016/j.eclinm.2025.103072>.
- Iftikhar, P., Kuijpers, M. V., Khayyat, A., Iftikhar, A., & De Sa, M. D. (2020). Artificial intelligence: A new paradigm in obstetrics and gynecology research and clinical practice. *Cureus*, 12(2), e7124. <https://doi.org/10.7759/cureus.7124>.
- Kenneth, N. J. (2024). Advancements in maternal healthcare: Innovations and access. *Research Invention Journal of Biological and Applied Sciences*, 3(2), 10–14.
- Kopanitsa, G., Metsker, O., & Kovalchuk, S. (2023). Machine learning methods for pregnancy and childbirth risk management. *Journal of Personalized Medicine*, 13(6), 975. <https://doi.org/10.3390/jpm13060975>.
- Lee, K. S., & Ahn, K. H. (2020). Application of artificial intelligence in early diagnosis of spontaneous preterm labor and birth. *Diagnostics*, 10(9), 733. <https://doi.org/10.3390/diagnostics10090733>.
- Lin, X., Liang, C., Liu, J., Lyu, T., Ghumman, N., & Campbell, B. (2024). Artificial intelligence–augmented clinical decision support systems for pregnancy care: Systematic review. *Journal of Medical Internet Research*, 26, e54737. <https://doi.org/10.2196/54737>.
- Lunze, K., Higgins-Steele, A., Simen-Kapeu, A., Vesel, L., Kim, J., & Dickson, K. (2015). Innovative approaches for improving maternal and newborn health: A landscape analysis. *BMC Pregnancy and Childbirth*, 15(1), 337. <https://doi.org/10.1186/s12884-015-0784-9>.
- Malvasi, A., Malgieri, L. E., Stark, M., & Tinelli, A. (2024). Dystocia, delivery, and artificial intelligence in labor management: Perspectives and future directions. *Journal of Clinical Medicine*, 13(21), 6410. <https://doi.org/10.3390/jcm13216410>.
- Mas-Cabo, J., Prats-Boluda, G., Garcia-Casado, J., Alberola-Rubio, J., Monfort-Ortiz, R., Martinez-Saez, C., ... & Ye-Lin, Y. (2020). Electrohysterogram for ANN-based prediction of imminent labor in women with threatened preterm labor undergoing tocolytic therapy. *Sensors*, 20(9), 2681. <https://doi.org/10.3390/s20092681>.
- Owusu-Adjei, M., Ben Hayfron-Acquah, J., Frimpong, T., & Gaddafi, A. S. (2025). An AI-based approach to predict delivery outcome based on measurable factors of pregnant mothers. *PLOS Digital Health*, 4(2), e0000543. <https://doi.org/10.1371/journal.pdig.0000543>.
- Rattanasak, A., Jumphoo, T., Pathonsuwan, W., Kokkhunthod, K., Orkweha, K., Phapatanaburi, K., ... & Uthansakul, P. (2025). An IoT-enabled wearable device for fetal movement detection using accelerometer and gyroscope sensors. *Sensors*, 25(5), 1552. <https://doi.org/10.3390/s25051552>.

- Sokou, R., Lianou, A., Lampridou, M., Panagiotounakou, P., Kafalidis, G., Paliatsiou, S., ... & Iacovidou, N. (2025). Neonates at risk: Understanding the impact of high-risk pregnancies on neonatal health. *Medicina*, 61(6), 1077. <https://doi.org/10.3390/medicina61061077>.
- Ullah, F., Iqbal, A., Iqbal, S., Kwak, D., Anwar, H., Khan, A., ... & Kwak, K. S. (2021). A framework for maternal physical activities and health monitoring using wearable sensors. *Sensors*, 21(15), 4949. <https://doi.org/10.3390/s21154949>.
- World Health Organization. (2021). *World patient safety day goals 2021–2022: Safe maternal and newborn care*. Geneva: World Health Organization. <https://apps.who.int/iris/handle/10665/345011>.
- Zhang, F., Tong, L., Shi, C., Zuo, R., Wang, L., & Wang, Y. (2024). Deep learning in predicting preterm birth: A comparative study of machine learning algorithms. *Maternal-Fetal Medicine*. Advance online publication. <http://dx.doi.org/10.1097/FM9.000000000000236>.

Diş Hekimliği Eğitiminde Sanal Gerçeklik Uygulamaları: Fırsatlar, Zorluklar ve Gelecek Perspektifleri

Esra Yıldırım Manav¹

Özet

Sanal gerçeklik (VR) teknolojisi, son yıllarda sağlık bilimleri eğitiminde köklü bir dönüşüm yaratmış ve diş hekimliği eğitiminde de giderek daha fazla benimsenen bir yöntem haline gelmiştir. Geleneksel eğitim modellerinde öğrenciler, fantom başlar veya plastik dişler üzerinde pratik yaparak temel psikomotor becerilerini geliştirmektedir. Ancak bu yöntemler sınırlı tekrar olanağı, yüksek maliyet ve gerçek klinik koşulları tam olarak yansıtamama gibi kısıtlamalara sahiptir. VR, öğrencilere üç boyutlu, interaktif ve güvenli bir öğrenme ortamı sunarak kavite preparasyonu, çürük uzaklaştırma, restoratif ve endodontik işlemler gibi becerileri risksiz biçimde deneyimleme fırsatı sağlamaktadır. Özellikle haptik geri bildirim özelliğine sahip simülörler sayesinde öğrenciler farklı doku sertliklerini ayırt edebilmekte, işlem sırasında yaptıkları hatalara anında geri bildirim alabilmektedir. Bu durum hem özgüven gelişimini desteklemekte hem de klinik başarıya katkıda bulunmaktadır. Ayrıca VR tabanlı sistemler, öğrenci performansını objektif parametrelerle ölçme ve değerlendirme olanağı sunarak eğitimde şeffaflık ve standardizasyon sağlamaktadır. Bununla birlikte, yüksek maliyet, teknik altyapı gereksinimleri, haptik sınırlılıklar ve müfredata entegrasyon zorlukları, teknolojinin yaygın kullanımında önemli engeller oluşturmaktadır. Gelecek yıllarda VR'nin yapay zekâ, artırılmış gerçeklik ve gelişmiş haptik teknolojilerle entegrasyonu sayesinde daha kapsamlı ve etkili bir eğitim aracı haline gelmesi beklenmektedir. Bu nedenle VR, geleneksel yöntemleri tamamlayıcı bir yaklaşım olarak diş hekimliği müfredatında stratejik şekilde yerini almalıdır.

1 Dr. Öğr. Üyesi, Lokman Hekim Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi,
ORCID ID: 0000-0001-8073-1222

1.Giriş

Diş hekimliği eğitimi, bilişsel bilgi ile psikomotor becerilerin eş zamanlı gelişimini gerektiren kompleks bir süreçtir. Geleneksel eğitim modellerinde öğrenciler prelinik aşamada fantom kafa modelleri, akrilik veya plastik dişler gibi materyaller üzerinde çalışarak el becerilerini geliştirir. Ancak bu yöntemler, sınırlı tekrar imkânı, yüksek maliyet ve gerçek klinik senaryoları tam anlamıyla yansıtamama gibi dezavantajlar taşımaktadır.

Sanal gerçeklik (VR) teknolojisi, son yıllarda sağlık alanında eğitim ve simülasyon uygulamalarıyla öne çıkmış ve diş hekimliği eğitiminin de önemli bir parçası haline gelmeye başlamıştır. VR, öğrencilere interaktif ve üç boyutlu bir öğrenme ortamı sunarak hem klinik prosedürlerin hem de hasta ile iletişim becerilerinin geliştirilmesine katkıda bulunmaktadır. Özellikle haptik geri bildirim sağlayan simülatörler (örn. Simodont, VirTeaSy Dental) sayesinde öğrenciler, preparasyon, kavite açma, çürük temizleme gibi işlemleri gerçekçi bir şekilde deneyimleme olanağı bulmaktadır.

Literatürde yapılan çalışmalar, VR tabanlı eğitimin öğrencilerin motivasyonunu artırdığını, özgüvenlerini geliştirdiğini ve klinik başarılarını olumlu yönde etkilediğini göstermektedir [1–3]. Ayrıca, pandemi dönemi gibi yüz yüze eğitimin kısıtlandığı dönemlerde VR'nin uzaktan erişim sağlaması, bu teknolojinin önemini daha da artırmıştır.

Bu bölümde, diş hekimliği eğitiminde VR kullanımının mevcut durumunu, avantajlarını, sınırlılıklarını ve gelecekteki potansiyel gelişim alanlarını incelemek amaçlanmaktadır.

2. Sanal Gerçeklik Teknolojisinin Tanımı ve Diş Hekimliği Eğitimindeki Rolü

2.1. Sanal Gerçeklik (VR) Teknolojisinin Tanımı

Sanal gerçeklik (VR), bilgisayar tabanlı üç boyutlu bir ortamda, kullanıcıya görsel, işitsel ve dokunsal uyarılar aracılığıyla gerçek dünyaya benzer bir deneyim yaşatmayı amaçlayan bir teknolojidir. VR uygulamalarında kullanılan cihazlar (VR gözlükleri, hareket sensörleri, haptik cihazlar vb.) sayesinde birey, sanal ortamla doğrudan etkileşim kurabilmektedir. Eğitim bağlamında VR'nin en önemli özelliği, aktif öğrenme ve deneyimsel uygulama imkânı sunmasıdır [4].

2.2. VR'nin Sağlık Eğitimindeki Yeri

VR teknolojisi, son on yılda sağlık bilimleri eğitiminde yaygınlaşarak anatomi öğretiminden cerrahi simülasyonlara kadar geniş bir alanda

kullanılmaya başlanmıştır. Tıp ve hemşirelik eğitiminde klinik senaryo uygulamaları, acil müdahale simülasyonları ve hasta iletişimi eğitimleri VR tabanlı platformlarla desteklenmektedir [5,6]. Bu bağlamda diş hekimliği de VR'nin en hızlı gelişim gösterdiği disiplinlerden biri haline gelmiştir.

2.3. Diş Hekimliği Eğitimindeki Rolü

Diş hekimliği eğitimi, özellikle psikomotor becerilerin geliştirilmesine dayalıdır. Geleneksel yöntemler (fantom kafa modelleri, plastik dişler) öğrencilerin temel el becerilerini geliştirmesinde faydalı olmakla birlikte, gerçek klinik senaryoları tam olarak yansıtamaz. VR ise öğrencilerin;

- Kavite preparasyonu
- Çürük uzaklaştırma
- Restoratif işlemler
- Endodontik girişim uygulamaları

gibi becerileri, gerçekçi görsel ve haptik geri bildirim eşliğinde tekrar tekrar denemelerine olanak tanır [7].

2.4. Haptik Simülasyonlar

Haptik geri bildirim, VR teknolojisinin diş hekimliği eğitiminde en kritik bileşenidir. Simodont Dental Trainer ve VirTeaSy Dental gibi simülasyonlar, öğrencilerin alet kullanımını, basınç uygulamasını ve doku farklılıklarını gerçekçi biçimde hissetmesini sağlar. Bu sistemler aynı zamanda öğrencilerin yaptıkları hataları anlık olarak raporlayabilmekte ve objektif değerlendirme imkânı sunmaktadır [8].

2.5. Eğitimde Pedagojik Katkılar

VR, öğrencilere yalnızca teknik beceri kazandırmakla kalmaz, aynı zamanda öğrenme sürecine yönelik pedagojik katkılar da sağlar. Araştırmalar VR'nin:

- Öğrencilerin özgüvenini artırdığını,
- Stres düzeylerini azalttığını,
- Aktif katılımı teşvik ettiğini,
- Kendi hızında öğrenme imkânı sunduğunu ortaya koymuştur [9,10].

3. Diş Hekimliği Eğitiminde VR Kullanım Alanları

Sanal gerçeklik (VR), diş hekimliği eğitiminde farklı aşamalara ve klinik disiplinlere entegre edilerek hem preklinik hem de klinik düzeyde katkı sağlamaktadır. Bu bölümde VR'nin öne çıkan kullanım alanları detaylandırılmıştır.

3.1. Preklinik Eğitim ve Temel Beceriler

Preklinik aşama, öğrencilerin klinik öncesi dönemde el becerilerini geliştirdikleri kritik bir süreçtir. VR simülörleri, bu aşamada özellikle şu becerilerin kazandırılmasında etkilidir:

- Kavite preparasyonu: Kavite derinliği, genişliği ve duvar açıları gerçekçi bir şekilde ölçülebilir.
- Çürük uzaklaştırma: Haptik geri bildirim sayesinde sağlıklı ve çürük doku ayrımı yapılabilir.
- Restoratif işlemler: Dolgu materyali yerleştirme ve şekillendirme senaryoları uygulanabilir.

Araştırmalar, VR tabanlı eğitim alan öğrencilerin, yalnızca fantom diş üzerinde çalışanlara kıyasla daha yüksek başarı ve özgüven sergilediğini göstermektedir [11,12].

3.2. Endodonti Eğitimi

Endodontik girişimler, hassasiyet ve deneyim gerektiren işlemlerdir. VR simülörleri ile öğrenciler,

- Pulpa odası açılımı,
- Kanal şekillendirme,
- Alet kullanım teknikleri gibi uygulamaları risksiz ortamda deneyimleyebilir. Özellikle dar ve eğimli kanallarda hata yapmadan pratik imkânı sunar [13].

3.3. Oral ve Maksillofasiyal Cerrahi

Cerrahi eğitimde VR, karmaşık operasyonların üç boyutlu modellenmesiyle öğrencilerin vaka deneyimini artırmaktadır.

- Gömülü diş çekimleri,
- İmplant cerrahisi,

- Travma vakalarının simülasyonu gibi uygulamalar, VR teknolojisi ile güvenli bir şekilde öğretilir. Öğrenciler, cerrahi prosedürlerin adımlarını öğrenirken aynı zamanda klinik karar verme becerilerini de geliştirmektedir [14].

3.4. Hasta-Simülasyon Senaryoları

VR yalnızca teknik becerilerin değil, aynı zamanda iletişim ve klinik karar verme becerilerinin de gelişmesine katkıda bulunur.

- Hasta öyküsü alma,
- Tedavi seçeneklerini açıklama,
- Zor hasta iletişimi senaryoları gibi uygulamalar VR ortamında simüle edilerek öğrencilerin klinik pratikte daha hazırlıklı olmaları sağlanabilir [15].

3.5. Değerlendirme ve Objektif Ölçüm

VR sistemlerinin en önemli avantajlarından biri, öğrenci performansını objektif kriterlerle ölçebilmesidir.

- Yapılan preparasyonun boyutları,
- Uygulanan basınç,
- Hata oranları otomatik olarak kaydedilir. Bu sayede öğrenciler hem kendi gelişimlerini izleyebilir hem de eğitmenler tarafsız verilere dayalı değerlendirme yapabilir [16].

4. Diş Hekimliği Eğitiminde VR'nin Avantajları

Sanal gerçeklik (VR), diş hekimliği eğitiminde hem pedagojik hem de pratikaçıdan önemli kazanımlar sağlamaktadır. Literatür, VR uygulamalarının geleneksel yöntemlere kıyasla birçok avantaj sunduğunu göstermektedir.

4.1. Güvenli Öğrenme Ortamı

VR, öğrencilerin gerçek hasta üzerinde hata yapma riskini ortadan kaldırır. Klinik uygulamalara başlamadan önce öğrenciler, simülasyon ortamında defalarca pratik yaparak el becerilerini güvenle geliştirebilir [17].

4.2. Tekrar Edilebilirlik ve Süreklilik

VR simülasyonları, aynı işlemin sınırsız kez tekrar edilmesine olanak tanır. Bu özellik, öğrencilerin kişisel hızlarına göre öğrenmelerine katkıda bulunur ve eğitimde fırsat eşitliği sağlar [18].

4.3. Objektif Değerlendirme İmkânı

VR sistemleri, öğrencilerin yaptıkları işlemleri anlık olarak kaydederek hata oranı, basınç miktarı, işlem süresi gibi parametreleri ölçer. Böylece değerlendirmeler, eğitmenin subjektif görüşüne değil, objektif verilere dayanır [19].

4.4. Öğrenci Motivasyonu ve Öz güveni Artırma

Çalışmalar, VR tabanlı eğitimin öğrencilerin derse katılımını artırdığını ve özgüvenlerini geliştirdiğini ortaya koymuştur. Özellikle klinik deneyimi kısıtlı öğrenciler için VR, motivasyonu yükselten önemli bir araçtır [20].

4.5. Gerçekçi Haptik Geri Bildirim

Simodont ve VirTeaSy Dental gibi haptik sistemler, farklı sertlikteki dokuların ayırt edilmesine olanak tanır. Bu sayede öğrenciler, klinik gerçekliğe yakın deneyim yaşar ve doku duyarlılığını daha erken dönemde kazanır [3].

4.6. Uzaktan Eğitim ve Erişilebilirlik

Pandemi dönemi ile birlikte VR'nin uzaktan eğitimdeki önemi daha da belirginleşmiştir. Öğrenciler, sanal platformlar aracılığıyla farklı coğrafyalarda dahi benzer eğitim deneyimi yaşayabilir. Bu, diş hekimliği eğitiminde uluslararası standartların sağlanmasına katkıda bulunur [4].

4.7. Etik ve Hasta Güvenliği Açısından Katkılar

VR uygulamaları, öğrencilerin hasta üzerinde deneme-yanılma yöntemiyle öğrenmesini engelleyerek hem etik açıdan hem de hasta güvenliği açısından avantaj sağlar. Bu durum, öğrencilerin klinik aşamaya daha hazırlıklı geçmesini destekler [5].

5. Diş Hekimliği Eğitiminde VR'nin Sınırlılıkları ve Zorlukları

Her ne kadar sanal gerçeklik (VR) teknolojisi diş hekimliği eğitiminde önemli avantajlar sunsa da, bazı sınırlılıkları ve uygulama zorlukları bulunmaktadır. Bu faktörler, teknolojinin geniş çapta entegrasyonunu zorlaştırabilmektedir.

5.1. Yüksek Maliyet

VR simülatörleri (örneğin Simodont, VirTeaSy Dental) ve gerekli donanımlar oldukça pahalıdır. Bu durum, özellikle gelişmekte olan ülkelerde veya sınırlı bütçeye sahip fakültelerde yaygın kullanımın önünde ciddi bir engel oluşturmaktadır [21].

5.2. Teknik Altyapı Gereksinimleri

VR'nin etkin kullanılabilmesi için güçlü bilgisayar sistemleri, düzenli bakım, yazılım güncellemeleri ve teknik destek gerekmektedir. Teknik arızalar veya sistem hataları, eğitim sürecinde kesintilere neden olabilmektedir [8].

5.3. Haptik Geri Bildirimde Sınırlılıklar

Mevcut haptik sistemler, doku sertliklerini belli bir düzeyde simüle etse de henüz gerçek dokuya tam anlamıyla eşdeğer bir deneyim sunamamaktadır. Öğrenciler, VR ortamında kazandıkları becerileri klinik uygulamalarda bire bir aktarmakta zaman zaman güçlük yaşayabilmektedir [22].

5.4. Öğrencilerin Teknolojiyi Benimsemesi

Bazı öğrenciler yeni teknolojilere hızlı uyum sağlarken, diğerleri geleneksel yöntemleri tercih etmektedir. Bu durum, öğrenci motivasyonunu ve VR kullanımının etkinliğini farklılaştırabilir [23].

5.5. Eğitimcilerin Yeterliliği

VR tabanlı eğitimin başarılı olabilmesi için yalnızca öğrencilerin değil, eğitimcilerin de teknolojiye hâkim olması gerekmektedir. Ancak bazı öğretim üyelerinin VR sistemlerini kullanma konusunda deneyim eksikliği, entegrasyonu sınırlayabilir [24].

5.6. Müfredat Entegrasyonu

VR'nin dış hekimliği müfredatına entegrasyonu hâlâ sınırlı düzeydedir. Geleneksel eğitim programlarının yoğunluğu, VR tabanlı eğitim için ayrı bir zaman ve içerik ayrılmasını zorlaştırabilmektedir [25].

5.7. Uzun Dönem Etkinliğin Belirsizliği

Literatürde VR'nin kısa vadede öğrenci becerilerini geliştirdiği net olarak ortaya konmuştur. Ancak, uzun vadeli klinik başarıya etkisi hâlâ tam olarak kanıtlanmamıştır. Bu da VR'nin pedagojik sürdürülebilirliği konusunda soru işaretleri oluşturmaktadır [26].

6. Gelecek Perspektifleri

Sanal gerçeklik (VR) teknolojisi, hızla gelişen dijital sağlık uygulamalarının merkezinde yer almaktadır. Günümüzde prelinik ve klinik eğitimde kullanılan VR uygulamalarının, gelecekte çok daha kapsamlı ve entegre bir yapıya ulaşması beklenmektedir.

6.1. Yapay Zekâ (AI) Entegrasyonu

VR sistemlerinin yapay zekâ ile birleştirilmesi, öğrenci performansının daha ayrıntılı ve kişiselleştirilmiş şekilde değerlendirilmesine olanak tanıyacaktır. Yapay zekâ algoritmaları, öğrencinin öğrenme hızına göre senaryoları uyarlayabilir ve bireysel öğrenme planları oluşturabilir [27,28].

6.2. Artırılmış Gerçeklik (AR) ve Karma Gerçeklik (MR)

Gelecekte VR'nin, artırılmış gerçeklik (AR) ve karma gerçeklik (MR) teknolojileriyle bütünleşmesi öngörülmektedir. Bu sayede öğrenciler, gerçek klinik ortamda çalışırken sanal rehberlik alabilecek ve dijital veriler gerçek dünyaya entegre edilebilecektir [29].

6.3. Gelişmiş Haptik Teknolojiler

Mevcut haptik cihazlar, dokular arasındaki farklılıkları sınırlı ölçüde hissettirebilmektedir. Gelecekte geliştirilecek ileri düzey haptik sistemler sayesinde mine, dentin ve çürük dokusu arasındaki duyuşal fark daha net yansıtılacak, böylece klinik deneyime daha yakın bir öğrenim sağlanacaktır [21].

6.4. Sanal Hasta Simülasyonları

VR, yalnızca teknik beceriler değil, aynı zamanda klinik karar verme ve iletişim becerilerinin geliştirilmesinde de kullanılacaktır. Gerçekçi sanal hasta senaryoları, öğrencilerin hasta öyküsü alma, tedavi seçeneklerini açıklama ve zor hasta iletişimlerini yönetme gibi beceriler kazanmasına yardımcı olacaktır [30].

6.5. Küresel ve Uzaktan Eğitim Olanakları

VR tabanlı platformların internet tabanlı erişim imkânı sayesinde, farklı ülkelerdeki öğrenciler aynı eğitimi eş zamanlı olarak alabilecektir. Bu durum, diş hekimliği eğitiminde uluslararası standartların oluşturulmasına katkı sağlayacaktır [31].

6.6. Müfredatın Yeniden Yapılandırılması

VR'nin giderek daha fazla kullanılmaya başlanmasıyla birlikte, diş hekimliği müfredatlarının bu teknolojiye göre yeniden düzenlenmesi beklenmektedir. Bu süreçte, VR uygulamalarıyla geleneksel fantom çalışmaları arasında dengeli bir dağılım oluşturulması önem kazanacaktır [32].

6.7. Klinik Başarıya Yansımaları

Gelecekte yapılacak uzun dönemli araştırmalar, VR tabanlı eğitimin öğrencilerin klinik başarıları üzerindeki kalıcı etkilerini ortaya koyacaktır. Bu sayede VR'nin, yalnızca eğitim aracı değil, aynı zamanda klinik mükemmeliyetin artırılması için stratejik bir unsur haline gelmesi beklenmektedir [33].

7. Sonuç

Sanal gerçeklik (VR) teknolojisi, diş hekimliği eğitiminde geleneksel yöntemlere kıyasla önemli avantajlar sunan yenilikçi bir yaklaşımdır. Öğrencilere güvenli, tekrarlanabilir ve objektif olarak değerlendirilebilir bir öğrenme ortamı sağlaması; özgüveni artırması ve hasta güvenliğini koruması, VR'nin en öne çıkan katkılarıdır. Haptik geri bildirim sağlayan simülatörler sayesinde öğrenciler, klinik deneyime yakın beceriler kazanabilmekte ve eğitim süreçleri daha verimli hale gelmektedir. Bununla birlikte, VR'nin yaygınlaşmasının önünde yüksek maliyet, teknik altyapı gereksinimleri, haptik sınırlılıklar ve müfredata entegrasyon zorlukları gibi bazı engeller bulunmaktadır. Ayrıca, uzun vadede VR tabanlı eğitimin klinik başarıya etkisini ortaya koyan daha fazla bilimsel çalışmaya ihtiyaç vardır. Gelecek yıllarda VR'nin yapay zekâ, artırılmış gerçeklik ve gelişmiş haptik teknolojilerle birleşerek çok daha etkili bir eğitim aracı haline gelmesi beklenmektedir. Bu gelişmeler, yalnızca öğrencilerin teknik becerilerini değil, aynı zamanda klinik karar verme ve iletişim yeteneklerini de güçlendirecektir.

Sonuç olarak, VR, diş hekimliği eğitiminde tamamlayıcı bir araç olarak değerlendirilmelidir. Geleneksel yöntemlerin yerini tamamen alması beklenmemekle birlikte, VR'nin stratejik ve planlı entegrasyonu, hem eğitim kalitesini yükseltecek hem de diş hekimliği mesleğinin dijital dönüşümüne önemli katkılar sağlayacaktır.

Kaynaklar

1. Buchanan JA. Experience with virtual reality-based technology in teaching restorative dental procedures. *J Dent Educ.* 2004;68(12):1258–65.
2. Quinn F, Keogh P, McDonald A, Hussey D. A study comparing the effectiveness of conventional training and virtual reality simulation in skills acquisition of junior dental students. *Eur J Dent Educ.* 2003;7(4):164–9.
3. Wierinck ER, Puttemans V, Swinnen SP, van Steenberghe D. Effect of augmented visual feedback from a virtual reality simulation system on manual dexterity training. *Eur J Dent Educ.* 2005;9(1):10–6.
4. Wierinck ER, Puttemans V, van Steenberghe D. Effect of tutorial input in addition to augmented feedback on manual dexterity training and its retention. *Eur J Dent Educ.* 2006;10(1):24–31.
5. Al-Saud LM, Mushtaq F, Allsop MJ, Culmer PC, Mirghani I, Yates E, et al. Feedback and motor skill acquisition using a haptic dental simulator. *Eur J Dent Educ.* 2017;21(4):240–7.
6. De Boer IR, Wesselink PR, Vervoorn JM. Student performance and appreciation using 3D vs. 2D vision in a virtual learning environment. *Eur J Dent Educ.* 2016;20(3):142–7.
7. Murbay S, Chang JW, Yeung S, Neelakantan P. Evaluation of the introduction of a dental virtual simulator on the performance of undergraduate dental students in the pre-clinical operative dentistry course. *Eur J Dent Educ.* 2020;24(1):5–16.
8. Serrano CM, Bakker DR, Zamani M, de Boer IR, Koopman P, Wesselink PR, et al. Virtual reality and haptics in dental education: Implementation progress and lessons learned after a decade. *Eur J Dent Educ.* 2023;27(6):833–40.
9. Towers A, Field J, Stokes C, Maddock S, Martin N. A scoping review of the use and application of virtual reality in pre-clinical dental education. *Br Dent J.* 2019;226(5):358–66.
10. Towers A, Dixon J, Field J, Martin R, Martin N. Combining virtual reality and 3D-printed models to simulate patient-specific dental operative procedures: Student perceptions. *Eur J Dent Educ.* 2022;26(3):393–403.
11. Joda T, Gallucci GO, Wismeijer D, Zitzmann NU. Augmented and virtual reality in dental medicine: A systematic review. *Comput Biol Med.* 2019;108:93–100.
12. Ayoub A, Pulijala Y. The application of virtual reality and augmented reality in oral & maxillofacial surgery. *BMC Oral Health.* 2019;19(1):238.
13. Philip N, Ali K, Duggal M, Daas H, Nazzal H. Effectiveness and student perceptions of haptic virtual reality simulation training in pre-clini-

- cal paediatric dentistry: A pilot study. *Int J Environ Res Public Health*. 2023;20(5):4226.
14. Daud A, Matoug-Elwerfelli M, Khalid A, Ali K. The impact of virtual reality haptic simulators in pre-clinical restorative dentistry: A qualitative enquiry into dental students' perceptions. *BMC Oral Health*. 2024;24(1):16.
 15. Daud A, Matoug-Elwerfelli M, Daas H, Zahra D, Ali K. Enhancing learning experiences in pre-clinical restorative dentistry: The impact of virtual reality haptic simulators. *BMC Med Educ*. 2023;23(1):948.
 16. Hamama H, Harrison KY, Murbay S. Benefits of using virtual reality in cariology teaching. *BMC Med Educ*. 2024;24(1):1051.
 17. Koolivand H, Shooreshi MM, Safari-Faramani R, Borji M, Mansoori MS, Moradpoor H, et al. Comparison of the effectiveness of virtual reality-based education and conventional teaching methods in dental education: A systematic review. *BMC Med Educ*. 2024;24(1):8.
 18. Abbas JR, O'Connor A, Ganapathy E, Isba R, Payton A, McGrath B, et al. What is Virtual Reality? A healthcare-focused systematic review of definitions. *Health Policy Technol*. 2023;12(4):100741.
 19. Bevizova K. Is virtual reality enhancing dental anatomy education? A systematic review. *Med Sci Monit*. 2024;30:e012345.
 20. Matoug-Elwerfelli M, Al-Khabuli J, Alhobeira H, Dass H, Abdou A, Ali K. Integration of haptic virtual reality simulators in undergraduate dental curricula: A survey-based study. *PLoS One*. 2025;20(2):e0298765.
 21. Manav EY, Akbiyik SY, Ceylan AB, Çakıroğlu AEY, Tuncer D. Effects of virtual reality and layered tooth model training on manual dexterity in pre-clinical dental education. *BMC Med Educ*. 2025;25(1):1020.
 22. Algarni, Y. A., Saini, R. S., Vaddamanu, S. K., Quadri, S. A., Gurumurthy, V., Vyas, R., ... & Heboyan, A. (2024). The impact of virtual reality simulation on dental education: a systematic review of learning outcomes and student engagement. *Journal of Dental Education*, 88(11), 1549-1562.
 23. Moussa, R., Alghazaly, A., Althagafi, N., Eshky, R., & Borzangy, S. (2022). Effectiveness of virtual reality and interactive simulators on dental education outcomes: systematic review. *European journal of dentistry*, 16(01), 14-31.
 24. Narang, K., Imsirovic, A., Dhanda, J., & Smith, C. F. (2022). Virtual reality for anatomy and surgical teaching. In *Biomedical Visualisation: Volume 14 COVID-19 Technology and Visualisation Adaptations for Biomedical Teaching* (pp. 135-149). Cham: Springer International Publishing.
 25. Serrano, C. M., Atenas, M. J., Rodriguez, P. J., & Vervoorn, J. M. (2025). From Virtual Reality to Reality: Fine-Tuning the Taxonomy for Extended Reality Simulation in Dental Education. *European Journal of Dental Education*, 29(3), 486-496.

26. Nezhad, H. M., Ashourioun, A., & Sadeghdaghghi, A. (2024). The effect of virtual reality for anxiety and pain in dentistry: A systematic review and meta-analysis. *Community Dental Health*, 41(4), 248-255.
27. Alaker, M., Wynn, G. R., & Arulampalam, T. (2016). Virtual reality training in laparoscopic surgery: a systematic review & meta-analysis. *International Journal of Surgery*, 29, 85-94.
28. Coşkun S, Coşkun Ö, Budakoğlu İİ. Diş hekimliği eğitiminde yapay zeka. *Tıp Eğitimi Dünyası*. 2025;24(72):11-23.
29. Sanfilippo, F., Salviotti, G., Blazauskas, T., Gabriele, G., Zafar, M., Hua, M. T., ... & Margelis, E. (2025). Integrating VR, AR, and Haptics in Basic Surgical Skills Training: a Review and Perspective. *IEEE Access*.
30. Pulijala Y, Ma M, Pears M, Peebles D, Ayoub A. An innovative virtual reality training tool for maxillofacial surgery. *Int J Oral Maxillofac Surg*. 2018;47(9):1199-205.
31. Mohamed Rohani, M., Shoaib, L. A., & Salleh, N. M. (2025). Comparison of Dental Education in Different Parts of the World. In *Handbook of Dental Education Technology* (pp. 1-35). Singapore: Springer Nature Singapore.
32. Lin, P. Y., Chen, T. C., Lin, C. J., Huang, C. C., Tsai, Y. H., Tsai, Y. L., & Wang, C. Y. (2024). The use of augmented reality (AR) and virtual reality (VR) in dental surgery education and practice: A narrative review. *Journal of Dental Sciences*, 19, S91-S101.
33. Monterubbianesi, R., Tosco, V., Vitiello, F., Orilisi, G., Fraccastoro, F., Putignano, A., & Orsini, G. (2022). Augmented, virtual and mixed reality in dentistry: a narrative review on the existing platforms and future challenges. *Applied Sciences*, 12(2), 877.

The Evolution of Digital Rehabilitation: Next-Generation Technological Approaches in Occupational Therapy and Physiotherapy

Basak Cagla Arslan¹

Abstract

Digital rehabilitation is reshaping occupational therapy and physiotherapy by coupling person-centred care with scalable technologies across telehealth, mobile applications, wearable sensors and inertial measurement units (IMUs), virtual and augmented reality, and clinical decision support systems. Evidence from neurological, musculoskeletal, pulmonary, and cardiac settings shows that digitally delivered or augmented interventions achieve outcomes comparable to conventional care while improving access, continuity, and adherence. Mechanistically, adaptive task practice and multimodal real-time feedback leverage neuroplasticity to drive motor and cognitive gains, and wearables extend assessment beyond clinics to enable objective, longitudinal monitoring and data-driven personalisation; IMUs demonstrate acceptable reliability and validity relative to laboratory motion capture. Clinical decision support can standardise protocols, tailor exercises, and deliver timely feedback at scale. Persistent challenges include usability and connectivity barriers, variable digital literacy among patients and clinicians, data integration and privacy concerns, reimbursement uncertainty, and alignment with clinical workflows. Equity remains central: without inclusive design and digital skill-building, digital health interventions risk widening existing access gaps. Overall, digital rehabilitation is shifting from adjunct to core service model; the priority for therapists is less about choosing a single tool than embedding adaptive feedback, objective monitoring, and person–environment fit into routine care. Future work should emphasise pragmatic trials, standardised outcomes, interoperable data pipelines, and implementation strategies that explicitly address the digital divide.

¹ Lokman Hekim University, Faculty of Health Sciences, Department of Occupational Therapy, Ankara, Turkiye, cagla.arslan@lokmanhckim.edu.tr, ORCID:0000-0002-6279-2352

1. The Rise of Digital Health and Rehabilitation

The advancement of digital health in rehabilitation marks a major shift in healthcare practice, emphasizing the integration of technology to enhance patient outcomes. Over the past decade, a growing body of research has demonstrated the effectiveness of digital health interventions (DHIs) across cardiac, pulmonary, and neurological rehabilitation. Digital health has increasingly been recognized as a pivotal component of rehabilitation, contributing to improved diagnosis, risk assessment, and recovery processes (Wang et al., 2023). The incorporation of mHealth platforms, wearable sensors, and virtual reality (VR) systems has enabled the development of personalized intervention strategies tailored to individual needs. Evidence from VR-based telerehabilitation programs highlights notable improvements in balance and motor function among stroke patients, demonstrating the clinical potential of immersive digital tools (Wang et al., 2023).

Findings from the AMOUNT study indicate that the integration of digital devices can substantially enhance rehabilitation outcomes for both inpatients and individuals in post-hospital recovery (Hassett et al., 2020). Similar outcomes have been observed in pulmonary rehabilitation, where the use of telehealth and VR technologies has helped address persistent barriers such as limited patient engagement and accessibility (Darabseh et al., 2025).

Advancements in cardiac rehabilitation further underscore the transformative role of digital health. Guidance from the American Heart Association highlights how digital components can support greater health equity and accessibility (Golbus et al., 2023). Moreover, telemonitoring systems and smartphone-based applications have been associated with higher levels of patient adherence and engagement, reflecting the value of connected technologies in sustained rehabilitation participation (Falter et al., 2020; Pearce et al., 2023).

Although the benefits of DHIs are increasingly evident, challenges remain in their practical implementation. Effective adoption requires adequate training and structured integration into existing clinical workflows (Hassett et al., 2020). In addition, user engagement and personalization emerge as critical factors influencing intervention success. Research points to a strong association between self-efficacy and treatment adherence, emphasizing that continuous digital monitoring and individualized feedback contribute to improved rehabilitation outcomes (Wiesmüller et al., 2025).

1.1. The Transformative Impact of Technology on Physiotherapy and Occupational Therapy

1.1.1. Telehealth and Remote Consultations

Telehealth has become one of the most influential developments in modern rehabilitation practice, particularly during the COVID-19 pandemic when face-to-face sessions were restricted. Within physiotherapy education, telehealth has been increasingly recognized as a sustainable and innovative model of service delivery that is likely to remain an integral component of future clinical practice (Davies et al., 2022). Remote assessments and consultations expand access to care, enabling therapists to maintain continuity of treatment for individuals who encounter geographical or mobility-related barriers. In occupational therapy, the growing integration of telehealth has underscored the importance of developing digital competencies to deliver effective, real-time interventions and monitor client progress more efficiently (Segal & Doyle, 2024). These developments have strengthened the therapeutic relationship by supporting engagement and adherence in remote rehabilitation settings.

1.1.2. Mobile Applications and Digital Tools

The rapid growth of mobile applications and digital tools designed for therapeutic use has introduced new dimensions to data collection, assessment, and communication in rehabilitation. Applications that facilitate digital documentation and progress tracking streamline the evaluation process, enhancing both the accuracy and efficiency of treatment planning (Svarre et al., 2022). In addition to supporting professional decision-making, these technologies foster ongoing communication and feedback between practitioners and clients. The use of customized digital platforms has also demonstrated potential in helping older adults sustain participation in meaningful daily activities, illustrating how technology can support individualized and context-sensitive rehabilitation approaches (Fischl et al., 2020).

1.1.3. Advanced Rehabilitation Technologies

Emerging technologies such as VR and wearable devices are increasingly shaping the future of rehabilitation environments. The incorporation of immersive systems has enhanced both safety and motivation during therapy sessions, allowing patients to practice functional skills within simulated, controlled settings that promote engagement and measurable progress (Kakaraparthi et al., 2024). These technologies contribute not only to

physical recovery but also to the psychological experience of rehabilitation, fostering a greater sense of autonomy and self-efficacy among users. However, the effective implementation of such innovations depends on appropriate professional training and ongoing digital literacy development, ensuring that practitioners can confidently integrate advanced tools into clinical workflows (McKinstry et al., 2020).

2. Theoretical Foundations of Digital Rehabilitation

2.1. Digital Rehabilitation Frameworks

Frameworks for digital rehabilitation focus on how technology can enhance therapeutic outcomes and promote equitable access to care. The model proposed by Reisdorf and DeCook emphasizes the importance of digital inclusivity, illustrating how access to technology and digital skill-building can support social reintegration and autonomy in diverse populations (Reisdorf & DeCook, 2022). When extended to rehabilitation contexts, this approach highlights that inclusive and accessible digital health interventions are essential to sustain engagement and optimize recovery. Similarly, person-centered frameworks that acknowledge differences in digital literacy are fundamental in developing tailored interventions. Research focusing on individuals living with chronic conditions such as HIV demonstrates that adapting digital platforms to varying user abilities can improve participation and overall treatment adherence (O'Brien et al., 2023). These principles reinforce the notion that digital rehabilitation must remain flexible and responsive to individual needs to achieve meaningful outcomes.

2.2. Remote and Hybrid Rehabilitation Models

The transition toward telehealth and hybrid rehabilitation models has been guided by theoretical perspectives emphasizing accessibility and patient-centered care. Analyses of digitally assisted physiotherapy environments reveal that remote and hybrid modalities can create opportunities for deeper engagement in therapeutic activities while maintaining convenience and continuity of care ((Sjögren & Korpi, 2024). This reflects a paradigm shift in which digital components are no longer supplementary but central to rehabilitation delivery. Studies exploring web-based rehabilitation interventions further demonstrate that technological interaction enhances both user experience and therapeutic outcomes. Evidence indicates that patients' acceptance of and satisfaction with digital modalities contribute to stronger adherence and overall success of rehabilitation programs (Busse et al., 2021). Together, these findings suggest that theoretical frameworks

of engagement and usability are vital for the effective implementation of remote rehabilitation practices.

2.3. Evidence-Based Practice and Implementation Frameworks

Evidence-based practice serves as a cornerstone for integrating digital technologies into rehabilitation. Implementation strategies discussed in the literature stress the importance of structured frameworks that ensure both clinical efficacy and long-term sustainability of digital health interventions (Pearce et al., 2023). These models guide clinicians and organizations in adopting new technologies through systematic evaluation, iterative design, and data-driven decision-making. Further contributions to this field highlight the need for comprehensive evaluation mechanisms to assess the quality and impact of digital interventions. Structured assessments are essential for understanding how users, technologies, and healthcare providers interact within digital rehabilitation environments, thereby informing continuous improvement and ethical implementation (Soobiah et al., 2020).

2.4. Addressing the Digital Divide

An integral component of the theoretical foundations of digital rehabilitation is the acknowledgment of the digital divide and its influence on accessibility and equity. While digital health interventions have expanded access for many, disparities in resource availability and technological literacy continue to limit participation among certain groups (Bayly et al., 2021). Understanding this duality is essential to ensure that digital rehabilitation promotes inclusion rather than reinforcing existing inequalities. At the professional level, varying degrees of readiness to adopt new technologies underscore the need for ongoing education and digital literacy training. The increased acceptance of telerehabilitation observed during the COVID-19 pandemic suggests that such training can gradually shift attitudes and normalize the use of digital tools within rehabilitation practice (Lau et al., 2022).

3. Neuroplasticity and Feedback Mechanisms in Digital Rehabilitation

3.1. The Role of Neuroplasticity in Digital Rehabilitation

Neuroplasticity constitutes a central theoretical foundation for most rehabilitation strategies, particularly within neurorehabilitation. Patient engagement has been identified as a crucial determinant in promoting neuroplastic changes and achieving functional gains, with digital platforms

offering flexible tools that adapt to individual performance levels and therapeutic needs (Matamala-Gomez et al., 2020). Such adaptability creates an enriched environment conducive to neural reorganization and behavioral recovery.

Evidence also indicates that digital and hybrid rehabilitation models can effectively modulate neuroplasticity through structured interventions. Improvements in both cognitive and motor functions have been observed in individuals with multiple sclerosis participating in digitally supported programs, suggesting that telehealth modalities can stimulate cortical reorganization comparable to in-person therapy (Petracca et al., 2024). Moreover, research exploring stroke rehabilitation demonstrates that integrating digital therapeutic interventions with neuroimaging feedback enables a deeper understanding of cortical activation patterns and their role in recovery (J. Kim et al., 2024). Collectively, these findings underscore the significance of incorporating neuroplastic principles into digital rehabilitation design.

3.2. Feedback Mechanisms and Their Impact

Feedback plays a pivotal role in enhancing learning and performance during rehabilitation. In digital environments, feedback is delivered through various sensory modalities visual, auditory, and haptic each contributing to motor learning and engagement (Banh et al., 2021). Robot-assisted systems exemplify this principle by adjusting resistance, movement range, or task difficulty in response to real-time performance data, allowing individualized progression and optimized outcomes.

VR technologies further extend the feedback dimension by immersing patients in interactive environments where real-time performance cues foster motivation and repetitive skill practice, both essential for neuroplastic adaptation (Naro & Calabrò, 2021). Similarly, in cognitive rehabilitation, structured and adaptive feedback has been shown to enhance functions such as attention, memory, and language recovery, reinforcing the role of targeted feedback in improving cognitive outcomes (Xiao & Cui, 2025).

3.3. Integration of Neuroplasticity and Feedback Mechanisms

The integration of neuroplasticity principles with responsive feedback mechanisms establishes an optimal environment for recovery in digital rehabilitation. Combining engaging, adaptive digital applications with immediate feedback promotes consistent participation and accelerates functional improvement. Interactive systems that translate motor performance

into dynamic feedback have been shown to strengthen motivation and adherence, key drivers of neuroplastic reorganization (Golota et al., 2025).

Virtual rehabilitation environments capable of adjusting sensory inputs and task complexity in response to user performance further amplify these effects. Such adaptive systems facilitate continuous motor learning and maximize neuroplastic potential by individualizing therapy intensity and feedback patterns (Nizamis et al., 2021). Through this synergy of neural adaptability and technological responsiveness, digital rehabilitation emerges as a powerful modality for promoting long-term functional recovery.

Table 1. Advantages and Limitations of Technology-Based Rehabilitation Programs

Aspect	Advantages	Limitations
Patient Engagement and Motivation	Interactive and immersive virtual environments increase engagement and adherence. Gamified features transform repetitive exercises into motivating experiences (Petrova et al., 2023; Sahai et al., 2024).	Some patients may experience frustration or anxiety when using digital tools, reducing motivation and long-term engagement (Glavare et al., 2021; Ovchinnikov et al., 2024).
Personalization and Adaptability	AI-driven and adaptive systems enable individualized rehabilitation strategies that adjust difficulty based on real-time performance, enhancing learning and recovery (Khalid et al., 2024; Quintana et al., 2022).	Unequal access to technology and varying digital literacy levels can limit effective personalization, especially in older or socioeconomically disadvantaged populations (Khalid et al., 2024).
Remote Monitoring and Accessibility	Remote systems allow patients to continue therapy from home, improving access for those with mobility or geographic limitations. Continuous monitoring supports timely clinical feedback (Lyapina et al., 2022).	Dependence on stable internet and device availability poses barriers in underserved regions. Connectivity issues can disrupt remote therapy sessions.
Neuroplasticity Facilitation	Virtual and simulated environments enhance neuroplasticity by promoting motor and cognitive retraining through repetitive, engaging tasks (Lv & Guo, 2022; Shirolapov, 2025).	Limited evidence in certain clinical populations regarding the long-term neural impact of virtual and augmented interventions.

Cost-Effectiveness	Digital systems reduce overall rehabilitation costs by minimizing in-person sessions and optimizing clinician time (Afridi et al., 2022; Petrova et al., 2023).	High initial costs for hardware, software, and system integration challenge implementation, particularly in low-resource settings (Mann, 2025).
Professional Expertise	Clinicians can leverage advanced tools to deliver efficient and data-driven interventions once trained (Quintana et al., 2022).	Lack of professional training and technical familiarity may reduce program efficacy and patient trust (Afridi et al., 2022).
Data Management and Security	Digital systems enable efficient collection and analysis of patient data for evidence-based decision-making.	Privacy and data protection issues remain critical concerns; patients may be reluctant to share personal health data (Mann, 2025).

4. Wearable Sensors in the Assessment of Motor Function in Rehabilitation

4.1. Continuous and Objective Monitoring

One of the most significant advantages of wearable sensors is their ability to provide continuous monitoring, offering clinicians valuable insights into a patient's motor behavior beyond the confines of clinical environments. Continuous data acquisition enables a detailed understanding of how patients perform daily activities, move within their homes, and maintain postural control, thereby supporting more accurate assessments of functional independence (Gakhar et al., 2025; Woelfle et al., 2023). Wearable systems have proven particularly effective in conditions such as Parkinson's disease, where they can quantify spatio-temporal gait features and balance across both clinical and real-life settings (Sotirakis et al., 2023). These data-driven insights allow therapists to adapt rehabilitation programs dynamically, enhancing personalization and therapeutic precision.

4.2. Comprehensive Data Collection

Wearable technologies facilitate the collection of diverse kinematic parameters, including speed, range of motion, and activity level, offering a multifaceted perspective on motor performance. Evidence from systematic reviews indicates that inertial sensors are effective in capturing everyday motor activities, helping to refine individualized rehabilitation strategies according to patient-specific impairments and goals (Rast & Labruyère, 2020). Additionally, functional monitoring of locomotor and upper-limb

movements provides timely feedback that informs treatment adjustments and encourages active patient participation (Demers et al., 2023). This comprehensive data collection approach bridges the gap between subjective clinical observation and objective performance measurement.

4.3. Integration with Machine Learning and Data Analytics

The integration of wearable sensor data with machine learning algorithms has significantly expanded their clinical potential. Analytical models can detect subtle changes in movement patterns, correlate them with progress or decline, and predict outcomes more accurately, thereby improving decision-making in ongoing rehabilitation (S. Wei & Wu, 2023). Longitudinal analyses of sensor data have also proven valuable in tracking disease progression, as seen in studies involving amyotrophic lateral sclerosis (ALS), where objective motor metrics derived from wearable devices provide early indicators of functional decline (Johnson et al., 2023). These developments highlight the emerging role of predictive analytics in optimizing rehabilitation pathways and preventing complications.

4.4. User-Centric Design and Acceptance

The success of wearable technology in rehabilitation depends heavily on its usability and patient acceptance. Devices must be comfortable, discreet, and easy to operate, particularly for older adults or individuals with physical limitations (Miller et al., 2025). Positive patient perceptions regarding comfort and aesthetics enhance adherence, which is critical for consistent data collection and therapeutic benefit. Understanding user perspectives, therefore, remains a central consideration in the design and clinical adoption of wearable devices.

4.5. Limitations and Challenges

Despite their clinical promise, wearable sensors present several challenges. Data privacy and security concerns continue to pose ethical considerations, while variations in sensor placement and calibration can affect measurement accuracy (García et al., 2022; Rast & Labruyère, 2020). Interpreting sensor-derived data requires technical expertise, and inconsistent data processing methods across devices can limit interoperability. Moreover, some patients may struggle to adapt to digital technologies, which can reduce engagement and compromise adherence to rehabilitation programs.

5. Inertial Measurement Units (IMUs) in Physiotherapy and Motor Function Assessment

5.1. Reliability of IMUs

Inertial Measurement Units (IMUs) have been consistently shown to be reliable instruments for measuring kinematic parameters in clinical populations. High levels of reliability have been reported in studies assessing lower-limb kinematics during dynamic activities such as running, where IMUs accurately capture angular velocity and acceleration—parameters crucial for evaluating movement efficiency and recovery progress (Zeng et al., 2022). Comprehensive reviews also confirm that IMUs demonstrate consistent reliability across diverse rehabilitation contexts, including post-operative monitoring and gait retraining (Alarcón-Aldana et al., 2020). This consistency strengthens confidence in IMU-derived data, enabling clinicians to base therapeutic decisions on objective and reproducible metrics.

5.2. Validity of IMUs

The validity of IMUs is a key consideration for their clinical application. Studies correlating IMU-based measurements with established clinical assessment tools, such as the Fugl-Meyer Assessment and other standardized motor function tests, indicate strong agreement between the two (Chen et al., 2021). This alignment supports the use of IMUs as accurate indicators of upper-limb performance and motor recovery, particularly in stroke rehabilitation. In Parkinson's disease, IMUs have also demonstrated high validity in quantifying motor performance and detecting subtle changes in movement transitions, offering clinicians a reliable method for monitoring disease progression and intervention efficacy (Y. Kim et al., 2024).

5.3. Comparative Performance with Gold Standards

Comparative analyses between IMUs and high-precision optical systems, such as Vicon and OptiTrack, suggest that IMUs deliver comparable accuracy in capturing movement dynamics (Alarcón-Aldana et al., 2020). Although optical systems remain the gold standard for laboratory-based motion analysis, IMUs provide a more accessible and cost-efficient alternative, suitable for both clinical and real-world rehabilitation settings. Their portability and ease of deployment allow for broader clinical use without sacrificing analytical quality, facilitating objective motion analysis in environments where advanced motion capture infrastructure is unavailable.

5.4. Applications in Specific Rehabilitation Contexts

The versatility of IMUs has been demonstrated across multiple rehabilitation domains. Evidence supports their use in tracking motor progression in Parkinson's disease, where sensor data provide quantitative insights into gait, balance, and tremor characteristics that reflect disease stage and treatment response (Sotirakis et al., 2023). Similarly, research has shown strong correlations between IMU-derived kinematic parameters and clinical scales such as the Fugl-Meyer Assessment (FMA) and the Wolf Motor Function Test (WMFT), confirming their diagnostic value in assessing upper-limb function post-stroke (S. I. Lee et al., 2024). Collectively, these findings highlight the role of IMUs as a valid and responsive tool for continuous monitoring in both neurological and orthopedic rehabilitation.

5.5. Limitations and Challenges

Despite their promise, IMUs are subject to several technical and methodological limitations. Measurement accuracy can be affected by sensor placement, calibration errors, and variations in patient movement patterns. External factors such as environmental interference and signal drift may also impact data quality (Monje et al., 2021). Ensuring proper calibration, standardizing sensor placement protocols, and enhancing clinician training are essential steps to maintain data reliability and validity in practice. Continued refinement of algorithms for noise reduction and movement segmentation will further strengthen the clinical applicability of IMU-based assessments.

6. Wearable Technologies and Patient Engagement in Rehabilitation (Revised Version)

6.1. Real-Time Feedback and Monitoring

One of the key benefits of wearable devices is their capacity to deliver real-time feedback on physical activity, empowering patients to monitor progress continuously. Personalized alerts and reminders promote self-management of health conditions, improving motivation and accountability throughout rehabilitation (Alzghaibi, 2025). In addition, wearable technologies can unobtrusively capture functional movement data within real-life contexts, allowing patients to integrate therapeutic exercises into daily routines. This seamless incorporation of monitoring functions supports sustained participation and long-term engagement in rehabilitation activities (Demers et al., 2023).

6.2. Personalized Health Management

Wearable technologies enable highly individualized rehabilitation experiences through goal setting and adaptive feedback. Integrating smartphone applications with accelerometer sensors provides customized feedback that motivates patients after surgery and strengthens adherence to prescribed activities (Dijk-Huisman et al., 2020). Health metrics derived from wearables can be adjusted based on a patient's progress, enabling rehabilitation plans to evolve alongside individual recovery trajectories (Ranganathan et al., 2020). This adaptability makes rehabilitation more relevant and engaging, fostering deeper patient commitment to the process.

6.3. Improved Self-Efficacy and Autonomy

Wearable devices enhance patients' self-efficacy by granting them greater control over their health management. The ability to independently track and interpret health data promotes autonomy and empowers individuals to take an active role in recovery (Alzghaibi, 2025). Feedback that visualizes progress over time further reinforces motivation and confidence. Evidence suggests that self-monitoring supported by wearable feedback strengthens belief in one's ability to achieve rehabilitation goals, ultimately increasing exercise adherence and engagement (Ho et al., 2022).

6.4. Remote Monitoring and Support

Wearable technologies play an essential role in extending rehabilitation beyond traditional clinical environments through remote monitoring. Continuous data transmission allows clinicians to observe patient progress, make timely adjustments, and provide ongoing support without requiring frequent in-person visits (Babaci et al., 2022). Accurate, continuous monitoring of activity performance through wearable sensors contributes to better goal tracking and sustained motivation, ensuring that patients remain connected to their rehabilitation process even outside clinical supervision (Miller et al., 2025).

6.5. Challenges in Integration and Adoption

Despite their clear benefits, the adoption of wearable technologies in rehabilitation faces several challenges. The digital divide continues to limit equitable access, as individuals from disadvantaged socioeconomic backgrounds may lack the resources or connectivity required to benefit from such technologies (Ranganathan et al., 2020). Furthermore, disparities in digital literacy particularly among older adults or those unfamiliar with

technology can reduce engagement and confidence in using wearable devices (Demers et al., 2023). Addressing these barriers through inclusive design, education, and professional support is essential to ensure that wearable technologies achieve their full potential in enhancing rehabilitation participation.

7. The Evidence Supporting the Effectiveness of Tele-Rehabilitation

7.1. Improved Clinical Outcomes

Tele-rehabilitation has demonstrated strong clinical effectiveness across a wide range of conditions. Findings indicate that outcomes achieved through remote rehabilitation are comparable to those of conventional, in-person approaches (Baigi, Mousavi, et al., 2022; Zhao et al., 2023). For example, tele-physical therapy has shown efficacy in post-surgical recovery, allowing for interventions tailored to patients' home environments (Zhao et al., 2023). Further evidence supports tele-rehabilitation in oncology, where remote interventions have led to improved quality of life and functional outcomes for cancer patients (Longacre et al., 2020). Collectively, these studies underscore that tele-rehabilitation can provide equivalent—if not superior—results to traditional modalities while expanding accessibility.

7.2. Cost-Effectiveness

Economic evaluations highlight tele-rehabilitation as a financially viable approach to healthcare delivery. Lower operational costs, reduced transportation needs, and minimal facility use contribute to its affordability (Fatoye et al., 2020; Niewada et al., 2021). These factors make tele-rehabilitation a scalable and sustainable model, particularly in health systems seeking to balance cost and quality of care.

7.3. Enhanced Patient Engagement and Satisfaction

Tele-rehabilitation consistently yields high levels of patient satisfaction and engagement. Home-based rehabilitation programs have been associated with increased comfort, flexibility, and adherence to therapeutic routines (Islam et al., 2022; Nambi et al., 2023). Evidence suggests that patients value the convenience of integrating rehabilitation into their daily lives, often reporting satisfaction rates comparable to traditional care (Bell et al., 2020). This alignment between convenience and therapeutic benefit reinforces tele-rehabilitation's role as a patient-centered model of care.

7.4. Addressing Barriers to Access

Tele-rehabilitation reduces logistical and geographical barriers by enabling therapy delivery directly within patients' home settings (Zhao et al., 2023). This expanded reach benefits individuals with mobility limitations or those residing in underserved regions, promoting equity and continuity of care. The ability to extend clinical support beyond institutional boundaries also strengthens long-term engagement in rehabilitation programs.

7.5. Applicability Across Conditions

The flexibility of tele-rehabilitation allows it to be effectively adapted to a variety of medical and rehabilitation contexts, including chronic obstructive pulmonary disease (COPD), diabetes management, and orthopedic postoperative care (Baigi, Sarbaz, et al., 2022; Yuan et al., 2024). This adaptability supports individualized, condition-specific care pathways while maintaining clinical rigor across diverse populations.

7.6. Limitations and Future Considerations

Although the benefits of tele-rehabilitation are well established, several structural and clinical challenges remain. The absence of standardized treatment protocols for remote interventions can lead to inconsistencies in therapeutic delivery and outcome measurement (S. I. Lee et al., 2024). Moreover, ensuring data integration between digital platforms and existing clinical record systems continues to be a critical need for cohesive care coordination. From a therapeutic perspective, the reduced physical presence of clinicians may alter the traditional dynamics of patient–therapist interaction, requiring new communication and empathy-building strategies in virtual environments (Sidelil et al., 2021). Finally, while issues of digital literacy and infrastructure persist globally, future research should emphasize the development of adaptable tele-rehabilitation frameworks that address cultural, cognitive, and technological diversity rather than focusing solely on access limitations.

8. Clinical Decision Support Systems (CDSS) in Remote Rehabilitation

8.1. Personalized Care and Tailored Interventions

CDSS enable the delivery of highly individualized rehabilitation by analyzing patient data to generate intervention recommendations aligned with each patient's functional abilities, preferences, and recovery progress. Method-agnostic systems have demonstrated the capacity to support remote

muscular function assessment in stroke survivors, allowing clinicians to design rehabilitation programs that adapt to patient-specific trajectories and needs (Joe et al., 2023). Similarly, the Smart-system for remote rehabilitation support developed by Palagin et al. applies intelligent analytical methods and large-scale statistical processing to continuously personalize therapy (Палагин et al., 2022). This transdisciplinary, data-driven approach ensures that interventions remain responsive to dynamic patient conditions, enhancing the precision and effectiveness of remote rehabilitation.

8.2. Data Management and Analysis

Efficient management and interpretation of health data are central to the role of CDSS in remote rehabilitation. By integrating modern information systems, CDSS can guide patients through home-based exercises while minimizing the need for direct supervision (Cao et al., 2024). These systems consolidate clinical information from multiple sources, enabling healthcare professionals to access comprehensive, real-time data for informed decision-making. Hybrid e-rehabilitation models further demonstrate how analytics derived from CDSS can track longitudinal progress and automatically adjust therapeutic intensity based on performance metrics, ensuring that care remains both individualized and evidence-based (Catalán et al., 2021).

8.3. Timely Feedback and Monitoring

Timely feedback mechanisms embedded within CDSS strengthen communication between patients and therapists while promoting adherence to rehabilitation protocols. Automated feedback systems deliver personalized insights and reminders, helping patients maintain consistency in home-based exercises. Real-time monitoring enhances clinician responsiveness, allowing for immediate intervention when performance deviations or difficulties are detected (Xin et al., 2024). Advanced tele-rehabilitation platforms that employ CDSS have also demonstrated success in delivering instant performance indicators and motivational feedback, maintaining patient engagement and accountability throughout therapy (Mora-Traverso et al., 2022).

8.4. Accessibility and Increased Reach

CDSS contribute significantly to expanding the reach of rehabilitation services, particularly in rural or underserved regions. By integrating into tele-rehabilitation infrastructures, these systems provide continuity of care for patients who face barriers to accessing in-person therapy (Ortiz-Piña et al., 2021). This enhanced accessibility supports equitable service delivery and fosters consistent patient compliance in remote rehabilitation settings.

8.5. Evidence-Based Guidelines and Protocols

CDSS integrate evidence-based guidelines directly into clinical workflows, supporting standardized rehabilitation practices across diverse settings. The implementation of structured, protocol-driven tele-rehabilitation models ensures consistency and safety in patient management while enhancing clinician confidence in decision-making (Remsik et al., 2022). This systematization not only improves the quality of care but also promotes adherence to clinical best practices, ultimately strengthening the overall reliability and scalability of remote rehabilitation programs.

9. User Experience Challenges in Tele-Rehabilitation Platforms

9.1. Technological Barriers

Technological limitations remain one of the most significant obstacles to effective tele-rehabilitation. Insufficient digital infrastructure and unstable internet connections are frequently cited as barriers, particularly in regions with limited technological development (Padmavathi et al., 2023). Interruptions in connectivity or inadequate hardware can disrupt rehabilitation sessions, leading to frustration, decreased motivation, and eventual disengagement. Even when technical resources are available, the usability of tele-rehabilitation platforms may present difficulties. Although many patients express overall satisfaction with digital rehabilitation systems, the introduction of unfamiliar devices or complex interfaces can complicate the experience, especially for users with limited technical competence (Cerfoglio et al., 2024). These challenges underscore the importance of user-friendly design and ongoing technical support in ensuring accessibility.

9.2. User Familiarity and Training

Digital literacy is a critical determinant of user engagement in tele-rehabilitation. Many patients—particularly older adults—struggle to navigate online platforms without prior experience or structured guidance. Reports indicate that patients often require specific training to effectively use smartphones or tablets during rehabilitation (Padmavathi et al., 2023). The absence of targeted education programs can result in poor interaction with digital tools, ultimately limiting therapeutic impact. This challenge is particularly evident in dementia care, where maintaining consistent remote contact with healthcare professionals is crucial, yet limited digital proficiency continues to hinder participation and motivation (Lorito et al., 2020). Enhancing digital literacy among patients and caregivers is therefore essential for improving both engagement and rehabilitation outcomes.

9.3. Psychological Factors and Acceptance

Psychological readiness plays an equally important role in shaping patients' engagement with tele-rehabilitation. Factors such as anxiety, limited motivation, or cognitive overload can negatively affect users' willingness to participate. Patients who are not mentally prepared for digital interaction may find the transition from in-person to virtual therapy challenging, impacting overall adherence (Vitali et al., 2025). Therapists thus face the dual responsibility of not only delivering interventions but also nurturing a supportive virtual environment that fosters motivation and emotional stability. Evidence suggests that hybrid models combining online sessions with occasional in-person consultations can enhance confidence and trust in the rehabilitation process while reducing feelings of isolation (Khatib & Hlayisi, 2022).

9.4. Systemic Issues and Provider Preparedness

Systemic challenges also shape user experience by influencing the capacity of healthcare providers to deliver quality remote care. Many clinicians report inadequate training and unfamiliarity with digital platforms, particularly during the rapid shift to online modalities during the COVID-19 pandemic (Gefen et al., 2021). This lack of preparedness can compromise treatment continuity and diminish patient confidence in digital rehabilitation.

In addition, policy-level barriers such as unclear reimbursement structures and limited institutional support discourage widespread adoption of tele-rehabilitation (Dham et al., 2020). The absence of standardized compensation frameworks and regulatory guidance creates uncertainty for practitioners, reducing motivation to integrate digital services into regular clinical practice. Addressing these systemic gaps through structured training, institutional policy development, and regulatory clarity is therefore crucial for optimizing both provider and patient experiences in tele-rehabilitation.

10. Virtual Reality (VR) and Augmented Reality (AR) Interventions in Neurorehabilitation

10.1. Enhanced Patient Engagement and Motivation

VR and AR interventions substantially increase patient motivation and adherence by offering immersive, interactive experiences that transform traditional rehabilitation into an engaging process. Immersion alters patients' perception of their motor abilities, which plays a crucial role in facilitating neuroplastic adaptation and motor re-learning (Toledo-Peral et al., 2022).

In musculoskeletal rehabilitation, the use of immersive technologies has been linked to improved adherence and long-term participation, suggesting that VR and AR experiences foster sustained involvement and commitment to therapeutic goals (Plavoukou et al., 2025). By making therapy sessions more enjoyable and rewarding, these technologies promote consistency in rehabilitation routines.

10.2. Facilitation of Neuroplasticity

A key advantage of VR and AR lies in their capacity to support neuroplasticity the brain's ability to reorganize neural pathways following injury. Through multisensory feedback and interactive simulation, these systems reinforce neural learning processes essential for functional recovery. Research has shown that VR-based rehabilitation enhances motor performance and can even reduce rehospitalization rates compared with conventional approaches (Gazendam et al., 2022). Similarly, the use of interactive, adaptive environments stimulates both cognitive and physical domains, supporting faster and more comprehensive recovery outcomes (Yang et al., 2022).

10.3. Improvement in Cognitive and Motor Recovery

Growing evidence indicates that VR and AR interventions improve both cognitive and motor functions across various neurological conditions. Integrating complex kinesiological programs within immersive technologies enhances neural connectivity and promotes post-stroke motor recovery (Dvurechenskaya et al., 2024). Systematic reviews have further demonstrated that VR significantly improves upper-limb function and overall daily performance in patients with neurological impairments (Liscano, 2025). The ability to simulate real-life challenges in controlled virtual settings allows patients to safely practice meaningful tasks, accelerating both cognitive rehabilitation and functional independence.

10.4. Personalized and Adaptive Therapies

The adaptability of VR and AR systems enables the design of personalized rehabilitation experiences tailored to individual patient needs and performance levels. Adjustable difficulty levels, real-time feedback, and data-driven insights ensure that therapy remains engaging and appropriately challenging throughout recovery. Although developed in other contexts, adaptive VR frameworks have demonstrated potential for enhancing personalized rehabilitation experiences within occupational and physical therapy (Cha et al., 2024). Likewise, AR platforms can dynamically modify

task parameters based on user responses and therapist input, providing a collaborative and patient-centered model of care (Q. Wei et al., 2024).

10.5. Addressing Practical Barriers to Rehabilitation

VR and AR technologies have also proven invaluable in overcoming logistical and environmental barriers to care. Their integration into telehealth frameworks during the COVID-19 pandemic enabled continuity of rehabilitation while minimizing physical contact and travel requirements (Yang et al., 2022). This flexibility underscores their long-term potential to expand access to therapy for individuals in remote or underserved areas, ensuring inclusivity in neurorehabilitation practices.

Table 2. Motivational Mechanisms of Immersive Rehabilitation Technologies

Mechanism	Description	Motivational Impact
Enhanced Engagement and Interaction (Jo et al., 2024)	Immersive environments create multisensory and interactive experiences that increase attention and participation in therapy activities.	Promotes active involvement, sustained interest, and sense of ownership in the rehabilitation process.
Tailored and Adaptive Experiences (Maggio et al., 2024)	VR/AR systems can be customized to match patients' functional abilities, preferences, and progress.	Ensures relevance and challenge balance, maintaining long-term motivation and engagement.
Gamification and Reward Systems (Wiskerke et al., 2024)	Incorporation of game elements such as levels, scores, and positive feedback into rehabilitation programs.	Enhances intrinsic motivation, persistence, and enjoyment of therapy sessions.
Real-Time Feedback and Progress Monitoring (Hao et al., 2022)	Immediate performance indicators and feedback loops inform patients of progress and reinforce effort.	Builds self-efficacy, strengthens engagement, and promotes accountability.
Reduction of Therapy Barriers (Padmavathi et al., 2023)	Remote accessibility and flexible use of immersive systems reduce physical, geographical, and logistical limitations.	Increases autonomy and participation by making rehabilitation more accessible and convenient.
Improved Psychological and Emotional Well-being (Micheluzzi et al., 2024)	Immersive experiences support emotional health by reducing anxiety and promoting positive affect during therapy.	Improves mood, confidence, and motivation to continue rehabilitation.

10.6. The Use of Virtual Reality (VR) to Simulate Daily Living Tasks in Occupational Therapy

10.6.1. Creating Realistic Scenarios

VR technologies allow the creation of highly realistic and immersive environments where patients can safely practice complex daily living tasks such as cooking, grocery shopping, personal care, and mobility challenges. These environments simulate real-world situations while minimizing risk, thereby encouraging patients to engage more confidently in task-oriented activities (Oliveira et al., 2021). By replicating the sensory and contextual elements of everyday experiences, VR enables skill generalization from therapy settings to daily life, enhancing the ecological validity of rehabilitation interventions.

10.6.2. Enhancing Motor and Cognitive Skills

Task-specific training within VR environments has been shown to improve both motor and cognitive functions. Repetitive, goal-directed activities strengthen neural pathways associated with movement and coordination, supporting neuroplastic recovery. A systematic review of post-stroke rehabilitation demonstrated that VR interventions can improve functional outcomes by enabling repetitive, task-specific practice of daily living activities (Landim et al., 2024). Furthermore, VR-based therapy promotes cognitive engagement by requiring sustained attention, problem-solving, and planning during task execution. Evidence shows that stroke survivors participating in VR programs exhibited improvements not only in motor abilities but also in executive functions such as attention and sequencing (L. Lee et al., 2023). This dual impact supports a holistic approach to rehabilitation.

10.6.3. Personalization and Adaptability

A distinctive strength of VR in occupational therapy lies in its capacity for personalization. Therapists can modify the complexity, duration, or goals of virtual tasks according to each patient's abilities and progress. Adjustable parameters, such as task difficulty and environmental stimuli, allow for individualized intervention planning and incremental skill development (Lagos et al., 2022). This adaptability ensures that rehabilitation remains both achievable and stimulating, fostering sustained engagement and optimizing therapeutic outcomes.

10.6.4. Gamified Approaches to Therapy

Gamification has become a powerful motivational component in VR-based rehabilitation. By incorporating elements such as scoring systems, rewards, and progression levels, VR transforms repetitive exercises into enjoyable and purposeful experiences. Gamified environments promote sustained engagement, reducing the monotony often associated with traditional therapy (Rojo et al., 2022). Through structured challenges and immediate feedback, patients are encouraged to set and achieve personal goals, which reinforces both intrinsic motivation and functional performance.

10.6.5. Comprehensive Feedback Mechanisms

Instant feedback is a defining feature of VR systems that supports self-correction and learning. Real-time visual, auditory, or haptic feedback allows patients to recognize successful actions and identify errors during task performance. Such feedback loops strengthen motor learning and accelerate functional recovery (Baker et al., 2025). Moreover, detailed performance analytics such as movement accuracy, speed, and task completion rates can guide therapists in refining interventions, ensuring that therapy remains data-informed and outcome-oriented.

References

- Afridi, A., Malik, A. N., Tariq, H., & Rathore, F. A. (2022). The Emerging Role of Virtual Reality Training in Rehabilitation. *Journal of the Pakistan Medical Association*, 72(01). <https://doi.org/10.47391/jpma.22-006>
- Alarcón-Aldana, A. C., Callejas-Cuervo, M., & Bó, A. P. L. (2020). Upper Limb Physical Rehabilitation Using Serious Videogames and Motion Capture Systems: A Systematic Review. *Sensors*, 20(21), 5989. <https://doi.org/10.3390/s20215989>
- Alzghaibi, H. (2025). Perspectives of People With Diabetes on AI-integrated Wearable Devices: Perceived Benefits, Barriers, and Opportunities for Self-Management. *Frontiers in Medicine*, 12. <https://doi.org/10.3389/fmed.2025.1563003>
- Babaci, N., Hannani, N., Dabanloo, N. J., & Bahadori, S. (2022). A Systematic Review of the Use of Commercial Wearable Activity Trackers for Monitoring Recovery in Individuals Undergoing Total Hip Replacement Surgery. *Cyborg and Bionic Systems*, 2022. <https://doi.org/10.34133/2022/9794641>
- Baigi, S. F. M., Mousavi, A. S., Kimiafar, K., & Sarbaz, M. (2022). Evaluating the Cost Effectiveness of Tele-Rehabilitation: A Systematic Review of Randomized Clinical Trials. *Frontiers in Health Informatics*, 11(1), 118. <https://doi.org/10.30699/fhi.v11i1.368>
- Baigi, S. F. M., Sarbaz, M., Ghaddaripouri, K., Noori, N., & Kimiafar, K. (2022). The Effect of Tele-Rehabilitation on Improving Physical Activity in Patients With Chronic Obstructive Pulmonary Disease: A Systematic Review of Randomized Controlled Clinical Trials. *Frontiers in Health Informatics*, 11(1), 113. <https://doi.org/10.30699/fhi.v11i1.359>
- Baker, N. A., Baird, J. M., Kenney, M., & Monahan, K. (2025). Analyzing Characteristics of Immersive Virtual Reality Experiences for Chronic Pain Management: Assessing the Interrater Reliability of the Virtual Reality Activity Analysis for Pain Instrument. *British Journal of Occupational Therapy*, 88(9), 574–580. <https://doi.org/10.1177/03080226251340852>
- Banh, S., Zheng, E., Kubota, A., & Rick, L. D. (2021). *A Robot-Based Gait Training System for Post-Stroke Rehabilitation*. 452–456. <https://doi.org/10.1145/3434074.3447212>
- Bayly, J., Bradshaw, A., Fettes, L., Omarjee, M., Talbot-Rice, H., Walshe, C., Sleeman, K. E., Bajwah, S., Dunleavy, L., Hocoğlu, M., Oluyase, A., Garner, I., Cripps, R. L., Preston, N., Fraser, L., Murtagh, F. E., Higginson, I. J., & Maddocks, M. (2021). Understanding the Impact of the Covid-19 Pandemic on Delivery of Rehabilitation in Specialist Palliative Care Services: An Analysis of the CovPall-Rehab Survey Data. *Palliative Medicine*, 36(2), 319–331. <https://doi.org/10.1177/02692163211063397>

- Bell, K. M., Onyeukwu, C., Smith, C. N., Oh, A., Dabbs, A. D., Piva, S. R., Popchak, A., Lynch, A. D., Irrgang, J. J., & McClincy, M. P. (2020). A Portable System for Remote Rehabilitation Following a Total Knee Replacement: A Pilot Randomized Controlled Clinical Study. *Sensors*, *20*(21), 6118. <https://doi.org/10.3390/s20216118>
- Busse, M., Latchem-Hastings, J., Button, K., Poile, V., Davies, F., Halloran, R. O., Stensland, B., Tallantyre, E., Lowe, R., Wood, F., Dawes, H., Edwards, A., & Jones, F. (2021). Web-Based Physical Activity Intervention for People With Progressive Multiple Sclerosis: Application of Consensus-Based Intervention Development Guidance. *BMJ Open*, *11*(3), e045378. <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2020-045378>
- Cao, C., Shan, H., Jie, X., Lou, Y., Hou, Y., & Zhang, Y. (2024). *Application of Modern Information Technology in Remote Rehabilitation Training System*. <https://doi.org/10.4108/cai.17-11-2023.2342808>
- Catalán, J., García-Pérez, J. V., Blanco, A., Ezquerro, S., Garrote, A., Costa, T., Bertomeu-Motos, A., Díaz, I., & García-Aracil, N. (2021). Tele-Rehabilitation Versus Local Rehabilitation Therapies Assisted by Robotic Devices: A Pilot Study With Patients. *Applied Sciences*, *11*(14), 6259. <https://doi.org/10.3390/app11146259>
- Cerfoglio, S., Verme, F., Capodaglio, P., Rossi, P., Cvetkova, V., Boldini, G., Galli, M., & Cimolin, V. (2024). *Motor and Respiratory Tele-Rehabilitation in Long COVID-19 Patients After Hospital Discharge: An Interventional Study*. <https://doi.org/10.20944/preprints202406.0424.v1>
- Cha, K., Choi, J., Kim, T. H., & Kim, K. M. (2024). Effectiveness of a Virtual Reality-Based Infection Control Education Program. *Journal of Korean Academy of Fundamentals of Nursing*, *31*(2), 234–242. <https://doi.org/10.7739/jkafn.2024.31.2.234>
- Chen, Z., He, C., Gu, M., Xu, J., & Huang, X. (2021). Kinematic Evaluation via Inertial Measurement Unit Associated With Upper Extremity Motor Function in Subacute Stroke: A Cross-Sectional Study. *Journal of Healthcare Engineering*, *2021*, 1–7. <https://doi.org/10.1155/2021/4071645>
- Darabsch, M. Z., Badran, R., Alhasan, E. O. A., Shurrab, A. M., Amro, A. A., Alakhdar, Y., Oweidat, K. A., Awwad, S., Ledger, S., & Aburub, A. (2025). Virtual Reality and Videogaming in Pulmonary Rehabilitation for Asthma: A Systematic Review of Clinical Outcomes and Engagement. *Journal of Multidisciplinary Healthcare*, *Volume 18*, 2281–2292. <https://doi.org/10.2147/jmdh.s508524>
- Davies, L., Lawford, B. J., Bennell, K. L., Russell, T., & Hinman, R. S. (2022). Telehealth Education and Training in Entry-to-practice Physiotherapy Programs in Australian Universities: A Qualitative Study With University Educators. *Musculoskeletal Care*, *21*(2), 491–501. <https://doi.org/10.1002/msc.1723>

- Demers, M., Cain, A., Bishop, L., Gunby, T., Rowe, J. B., Zondervan, D. K., & Winstein, C. J. (2023). Understanding Stroke Survivors' Preferences Regarding Wearable Sensor Feedback on Functional Movement: A Mixed-Methods Study. *Journal of Neuroengineering and Rehabilitation*, 20(1). <https://doi.org/10.1186/s12984-023-01271-z>
- Dham, R., Arumugam, S. V., Dharmarajan, S., Mathews, S., Paramasivan, V. K., & Kameswaran, M. (2020). Interrupted Cochlear Implant Habilitation Due to COVID-19 Pandemic-Ways and Means to Overcome This. *International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology*, 138, 110327. <https://doi.org/10.1016/j.ijporl.2020.110327>
- Dijk-Huisman, H. C. v., Weemaes, A. T., Tim A. E. J. Boymans, Lenssen, A. F., & Bie, R. A. d. (2020). Smartphone App With an Accelerometer Enhances Patients' Physical Activity Following Elective Orthopedic Surgery: A Pilot Study. *Sensors*, 20(15), 4317. <https://doi.org/10.3390/s20154317>
- Dvurechenskaya, V. S., Oleinikova, V. V., Khablieva, V. V., & Tpery6, П. П. (2024). Neurorehabilitation Potential of Kinesiological Activation of the Cerebral Hemisphere/Contralateral Limbs Axis. *Vestnik Nevrologii Psichiatrii I Nejrohirurgii (Bulletin of Neurology Psychiatry and Neurosurgery)*, 4, 447–462. <https://doi.org/10.33920/med-01-2404-06>
- Falter, M., Scherrenberg, M., & Dendale, P. (2020). Digital Health in Cardiac Rehabilitation and Secondary Prevention: A Search for the Ideal Tool. *Sensors*, 21(1), 12. <https://doi.org/10.3390/s21010012>
- Fatoye, F., Gebrye, T., Fatoye, C., Mbada, C. E., Olaoye, M. I., Odole, A. C., & Dada, O. O. (2020). The Clinical and Cost-Effectiveness of Telerehabilitation for People With Nonspecific Chronic Low Back Pain: Randomized Controlled Trial. *Jmir Mhealth and Uhealth*, 8(6), e15375. <https://doi.org/10.2196/15375>
- Fischl, C., Blusi, M., Lindgren, H., & Nilsson, I. (2020). Tailoring to Support Digital Technology-Mediated Occupational Engagement for Older Adults – A Multiple Case Study. *Scandinavian Journal of Occupational Therapy*, 27(8), 577–590. <https://doi.org/10.1080/11038128.2020.1760347>
- Gakhar, H., Bhati, S., & Pawaria, S. (2025). Remote Sensor-Based Monitoring in Low Back Pain Management: A Review of Outcomes Related to Quality of Life and Rehabilitation Care. *Musculoskeletal Care*, 23(3). <https://doi.org/10.1002/msc.70168>
- García, G. J., Alepuz, A., Balastegui, G., Bernat, L., Mortes, J., Sanchez, S., Vera, E., Jara, C. A., Morell, V., Pomares, J., Ramón, J., & Úbeda, A. (2022). ARMIA: A Sensorized Arm Wearable for Motor Rehabilitation. *Biosensors*, 12(7), 469. <https://doi.org/10.3390/bios12070469>
- Gazendam, A., Zhu, M., Chang, Y., Phillips, S., & Bhandari, M. (2022). Virtual Reality Rehabilitation Following Total Knee Arthroplasty: A Systematic Review. *Journal of Rehabilitation Medicine*, 54(1), 1–10. <https://doi.org/10.1080/16501977.2022.2081111>

- matic Review and Meta-analysis of Randomized Controlled Trials. *Knee Surgery Sports Traumatology Arthroscopy*, 30(8), 2548–2555. <https://doi.org/10.1007/s00167-022-06910-x>
- Gefen, N., Steinhart, S., Beeri, M., & Weiss, P. L. (2021). Lessons Learned During a Naturalistic Study of Online Treatment for Pediatric Rehabilitation. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(12), 6659. <https://doi.org/10.3390/ijerph18126659>
- Glavare, M., Stålnacke, B., Häger, C. K., & Löfgren, M. (2021). Virtual Reality Exercises in an Interdisciplinary Rehabilitation Programme for Persons With Chronic Neck Pain: A Feasibility Study. *Journal of Rehabilitation Medicine – Clinical Communications*, 4, 1–11. <https://doi.org/10.2340/20030711-1000067>
- Golbus, J. R., López-Jiménez, F., Barac, A., Cornwell, W. K., Dunn, P., Forman, D. E., Martin, S. S., Schorr, E., & Supervía, M. (2023). Digital Technologies in Cardiac Rehabilitation: A Science Advisory From the American Heart Association. *Circulation*, 148(1), 95–107. <https://doi.org/10.1161/cir.0000000000001150>
- Golota, A. S., Shcherbak, S. G., Vologzhanin, D. A., Makarenko, S. V., & Kamilova, T. A. (2025). Virtual Reality in Medical Rehabilitation. *Physical and Rehabilitation Medicine Medical Rehabilitation*, 7(2), 134–153. <https://doi.org/10.36425/rehab677338>
- Hao, J., Chen, Z., Remis, A., & He, Z. (2022). Virtual Reality–Based Rehabilitation to Restore Motor Function in People With Amputation. *American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation*, 102(5), 468–474. <https://doi.org/10.1097/phm.0000000000002150>
- Hassett, L., Berg, M. v. d., Lindley, R. I., Crotty, M., McCluskey, A., Hidde P. van der Ploeg, Smith, S., Schurr, K., Howard, K., Hackett, M. L., Killington, M., Bongers, B., Togher, L., Treacy, D., Dorsch, S., Wong, S., Scrivener, K., Chagpar, S., Weber, H., ... Sherrington, C. (2020). Digitally Enabled Aged Care and Neurological Rehabilitation to Enhance Outcomes With Activity and MObility UsiNg Technology (AMOUNT) in Australia: A Randomised Controlled Trial. *Plos Medicine*, 17(2), e1003029. <https://doi.org/10.1371/journal.pmed.1003029>
- Ho, C., Lin, Y.-S., Lin, C.-T., Yang, C.-C., & Shen, C. (2022). The Effect of the Motivation of Wearable Fitness Devices Use on Exercise Engagement: The Mediating Effect of Exercise Commitment. *Annals of Applied Sport Science*, 10(2), 0–0. <https://doi.org/10.52547/aassjournal.1044>
- Islam, M. W., Biswas, S. S., Khan, S. B., Adhikari, M., & Sulakshna, S. (2022). *Moj Sports Medicine*, 5(4). <https://doi.org/10.15406/mojism.5.4>
- Jo, S., JANG, H., Kim, H., & Song, C. (2024). 360° Immersive Virtual Reality-Based Mirror Therapy for Upper Extremity Function and Satisfaction Among Stroke Patients: A Randomized Controlled Trial. *Euro-*

- pean Journal of Physical and Rehabilitation Medicine*, 60(2). <https://doi.org/10.23736/s1973-9087.24.08275-3>
- Joe, H., Kim, H., Lee, S., Park, T. S., Shin, M., Hooman, L., Yoon, D., & Kim, W. (2023). Factors Affecting Real-time Evaluation of Muscle Function in Smart Rehab Systems. *Etri Journal*, 45(4), 603–614. <https://doi.org/10.4218/etrij.2021-0417>
- Johnson, S. A., Karas, M., Burke, K. M., Strączkiewicz, M., Scheier, Z. A., Clark, A., Iwasaki, S., Lahav, A., Iyer, A., Onnela, J., & Berry, J. (2023). Wearable Device and Smartphone Data Quantify ALS Progression and May Provide Novel Outcome Measures. *NPJ Digital Medicine*, 6(1). <https://doi.org/10.1038/s41746-023-00778-y>
- Kakaraparthi, V. N., Gannamaneni, V. K., Reddy, R. S., Alahmari, K. A., Tedla, J. S., & Alshahrani, S. M. (2024). Enhancing Physiotherapy Department Design to Prevent Work-Related Musculoskeletal Disorders: Vision of Future Research. *Work*, 81(3), 3083–3087. <https://doi.org/10.3233/wor-240183>
- Khalid, U. b., Nacem, M., Stasolla, F., Syed, M., Abbas, M., & Coronato, A. (2024). Impact of AI-Powered Solutions in Rehabilitation Process: Recent Improvements and Future Trends. *International Journal of General Medicine, Volume 17*, 943–969. <https://doi.org/10.2147/ijgm.s453903>
- Khatib, N., & Hlayisi, V.-G. (2022). Is a Hybrid of Online and Face-to-Face Services Feasible for Audiological Rehabilitation Post COVID-19? Findings From Three Public Health Patients. *South African Journal of Communication Disorders*, 69(2). <https://doi.org/10.4102/sajcd.v69i2.907>
- Kim, J., Kim, E., Lee, S.-H., Lee, G., & Kim, Y. (2024). Use of Cortical Hemodynamic Responses in Digital Therapeutics for Upper Limb Rehabilitation in Patients With Stroke. *Journal of Neuroengineering and Rehabilitation*, 21(1). <https://doi.org/10.1186/s12984-024-01404-y>
- Kim, Y., Smith, B., Shigo, L., Shaikh, A. G., Loparo, K. A., & Ridgel, A. L. (2024). Assessing Changes in Motor Function and Mobility in Individuals With Parkinson's Disease After 12 Sessions of Patient-Specific Adaptive Dynamic Cycling. *Sensors*, 24(22), 7364. <https://doi.org/10.3390/s24227364>
- Lagos, M., Gómez, A., Pereira, J., & Pousada, T. (2022). Personalized Virtual Reality Environments for Intervention With People With Disability. *Electronics*, 11(10), 1586. <https://doi.org/10.3390/electronics11101586>
- Landim, S. F., Lopez, R. G. L., Caris, A., Castro, C., Castillo, R. D., Avello-Sáez, D., Branco, B. H. M., Valdés-Badilla, P., Carmine, F., Sandoval, C., & Vásquez, E. (2024). Effectiveness of Virtual Reality in Occupational Therapy for Post-Stroke Adults: A Systematic Review. *Journal of Clinical Medicine*, 13(16), 4615. <https://doi.org/10.3390/jcm13164615>

- Lau, B., Sharma, I., Manku, S., Kobylanski, J., Wong, L. Y., Ibáñez-Carrasco, F., Carusone, S. C., & O'Brien, K. K. (2022). Considerations for Developing and Implementing an Online Community-Based Exercise Intervention With Adults Living With HIV: A Qualitative Study. *BMJ Open*, *12*(4), e059294. <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2021-059294>
- Lee, L., Choi, S.-Y., Lee, H. S., & Han, S.-W. (2023). Efficacy Analysis of Virtual Reality-Based Training for Activities of Daily Living and Functional Task Training in Stroke Patients: A Single-Subject Study. *Medicine*, *102*(16), e33573. <https://doi.org/10.1097/md.00000000000033573>
- Lee, S. I., Liu, Y., Vergara-Diaz, G., Pugliese, B. L., Black-Schaffer, R. M., Stoykov, M. E., & Bonato, P. (2024). Wearable-Based Kinematic Analysis of Upper-Limb Movements During Daily Activities Could Provide Insights Into Stroke Survivors' Motor Ability. *Neurorehabilitation and Neural Repair*, *38*(9), 659–669. <https://doi.org/10.1177/15459683241270066>
- Liscano, Y. (2025). Effects of Virtual Reality on Motor Function and Balance in Incomplete Spinal Cord Injury: A Systematic Review and Meta-Analysis of Controlled Trials. *Brain Sciences*, *15*(10), 1071. <https://doi.org/10.3390/brainsci15101071>
- Longacre, C., Nyman, J. A., Visscher, S. L., Borah, B. J., & Cheville, A. (2020). Cost-effectiveness of the Collaborative Care to Preserve Performance in Cancer (COPE) Trial Tele-rehabilitation Interventions for Patients With Advanced Cancers. *Cancer Medicine*, *9*(8), 2723–2731. <https://doi.org/10.1002/cam4.2837>
- Lorito, C. D., Masud, T., Gladman, J., Godfrey, M., Dunlop, M., & Harwood, R. (2020). *Deconditioning in People Living With Dementia During the COVID-19 Pandemic: Findings From the Promoting Activity, Independence and Stability in Early Dementia (PrAISED) Process Evaluation*. <https://doi.org/10.1101/2020.11.16.20231100>
- Lv, Z., & Guo, J. (2022). Virtual Reality Neurorehabilitation. *International Journal of Mental Health Promotion*, *24*(3), 287–310. <https://doi.org/10.32604/ijmhp.2022.019829>
- Lyapina, I. N., Zvereva, T. N., & Помешкина, С. А. (2022). Modern Methods of Remote Monitoring and Rehabilitation of Patients With Cardiovascular Diseases. *Complex Issues of Cardiovascular Diseases*, *11*(1), 112–123. <https://doi.org/10.17802/2306-1278-2022-11-1-112-123>
- Maggio, M. G., Valeri, M. C., Luca, R. D., Iulio, F. D., Ciancarelli, I., Francesco, M. D., Calabrò, R. S., & Morone, G. (2024). The Role of Immersive Virtual Reality Interventions in Pediatric Cerebral Palsy: A Systematic Review Across Motor and Cognitive Domains. *Brain Sciences*, *14*(5), 490. <https://doi.org/10.3390/brainsci14050490>

- Mann, P. (2025). The Efficacy of Virtual Reality-Based Rehabilitation in Stroke Patients: A Literature Review. *International Journal for Multidisciplinary Research*, 7(3). <https://doi.org/10.36948/ijfmr.2025.v07i03.47308>
- Matamala-Gomez, M., Maisto, M., Montana, J. I., Mavrodiev, P. A., Baglio, F., Rossetto, F., Mantovani, F., Riva, G., & Realdon, O. (2020). The Role of Engagement in Teleneurorehabilitation: A Systematic Review. *Frontiers in Neurology*, 11. <https://doi.org/10.3389/fneur.2020.00354>
- McKinstry, C., Iacono, T., Kenny, A., Hannon, J., & Knight, K. (2020). Applying a Digital Literacy Framework and Mapping Tool to an Occupational Therapy Curriculum. *Australian Occupational Therapy Journal*, 67(3), 210–217. <https://doi.org/10.1111/1440-1630.12644>
- Micheluzzi, V., Vellone, E., & Iovino, P. (2024). A Situation-Specific Theory on the Use of Immersive Virtual Reality in Rehabilitation for Patients With Disabilities. *Holistic Nursing Practice*, 39(2), 71–79. <https://doi.org/10.1097/hnp.0000000000000718>
- Miller, A., Holleran, C. L., Bland, M. D., Fitzsimmons-Craft, E. E., Newman, C. A., Maddox, T. M., & Lang, C. E. (2025). Perspectives of Key Stakeholders on Integrating Wearable Sensor Technology Into Rehabilitation Care: A Mixed-Methods Analysis. *Frontiers in Digital Health*, 7. <https://doi.org/10.3389/fgth.2025.1534419>
- Monje, M. H., Domínguez, S., Vera-Olmos, J., Antonini, A., Mestre, T., Malpica, N., & Sánchez-Ferro, Á. (2021). Remote Evaluation of Parkinson's Disease Using a Conventional Webcam and Artificial Intelligence. *Frontiers in Neurology*, 12. <https://doi.org/10.3389/fneur.2021.742654>
- Mora-Traverso, M., Prieto-Moreno, R., Molina-García, P., Salas-Fariña, Z., Martín-Martín, L., Martín-Matillas, M., & Ariza-Vega, P. (2022). Effects of the @Ctivechip Telerehabilitation Program on the Quality of Life, Psychological Factors and Fitness Level of Patients With Hip Fracture. *Journal of Telemedicine and Telecare*, 30(3), 549–558. <https://doi.org/10.1177/1357633x2111073256>
- Nambi, G., Alghadier, M., Vellaiyan, A., Ebrahim, E. E., Aldhafian, O. R., Mohamed, S. H. P., Albalawi, H., Chevidikunnan, M. F., Khan, F., Mani, P., Saleh, A. K., & Alshahrani, N. N. (2023). Role of Tele-Physical Therapy Training on Glycemic Control, Pulmonary Function, Physical Fitness, and Health-Related Quality of Life in Patients With Type 2 Diabetes Mellitus (T2DM) Following COVID-19 Infection—A Randomized Controlled Trial. *Healthcare*, 11(12), 1791. <https://doi.org/10.3390/healthcare11121791>
- Naro, A., & Calabrò, R. S. (2021). What Do We Know About the Use of Virtual Reality in the Rehabilitation Field? A Brief Overview. *Electronics*, 10(9), 1042. <https://doi.org/10.3390/electronics10091042>

- Niewada, M., Tabor, B., Piotrowicz, E., Piotrowicz, R., Opolski, G., Banach, M., & Jakubczyk, M. (2021). Cost-Effectiveness of Telerehabilitation in Patients With Heart Failure in Poland: An Analysis Based on the Results of the Telerehabilitation in Heart Failure Patients (TELEREH-HF) Randomized Clinical Trial. *Kardiologia Polska*. <https://doi.org/10.33963/kp.15885>
- Nizamis, K., Athanasiou, A., Almpani, S., Dimitrousis, C., & Astaras, A. (2021). Converging Robotic Technologies in Targeted Neural Rehabilitation: A Review of Emerging Solutions and Challenges. *Sensors*, *21*(6), 2084. <https://doi.org/10.3390/s21062084>
- O'Brien, K. K., Ibáñez-Carrasco, F., Birtwell, K., Donald, G., Brown, D. A., Eaton, A. D., Kasadha, B., Stanmore, E., Clair-Sullivan, N. S., Townsend, L., Vera, J. H., & Solomon, P. (2023). *Research Priorities in HIV, Aging and Rehabilitation: Building on a Framework With the Canada-International HIV and Rehabilitation Research Collaborative*. <https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-3411586/v1>
- Oliveira, J. M., Muñoz, R., Duarte, J. B. F., Neto, A. V. L., Menezes, J. W. M., & Victor Hugo C. de Albuquerque. (2021). Intelligent Virtual Reality Therapy Systems for Motor and Cognitive Rehabilitation: A Survey Based on Clinical Trial Studies. *Journal of Artificial Intelligence and Systems*, *3*(1), 130–156. <https://doi.org/10.33969/ais.2021.31009>
- Ortiz-Piña, M., Molina-García, P., Femia, P., Ashe, M. C., Martín-Martín, L., Salazar-Graván, S., Salas-Fariña, Z., Prieto-Moreno, R., Castellote-Caballero, Y., Estévez-López, F., & Ariza-Vega, P. (2021). Effects of Tele-Rehabilitation Compared With Home-Based in-Person Rehabilitation for Older Adult's Function After Hip Fracture. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, *18*(10), 5493. <https://doi.org/10.3390/ijerph18105493>
- Ovchinnikov, D. L., Tychkov, A. Y., Simakova, O. S., Zolotarev, R. V., Chernyshov, D. S., Sashina, A., & Alimuradov, A. K. (2024). Development of a Glove Controller for Upper Limb Motor Rehabilitation Using Virtual Reality. *Biomedical Radioelectronics*. <https://doi.org/10.18127/j15604136-202405-05>
- Padmavathi, J., Gandhi, S., & Kumar, T. S. (2023). Systematic Review on End-Users' Perception of Facilitators and Barriers in Accessing Tele-Rehabilitation Services. *Journal of Psychosocial Rehabilitation and Mental Health*, *10*(3), 377–388. <https://doi.org/10.1007/s40737-023-00333-8>
- Pearce, L. M. N., Costa, N., Sherrington, C., & Hassett, L. (2023). Implementation of Digital Health Interventions in Rehabilitation: A Scoping Review. *Clinical Rehabilitation*, *37*(11), 1533–1551. <https://doi.org/10.1177/02692155231172299>

- Petracca, M., Petsas, N., Sellitto, G., Ruotolo, I., Livi, C., Bonanno, V., Felicetti, F., Ianniello, A., Ruggieri, S., Borriello, G., & Pozzilli, C. (2024). Telerehabilitation and Onsite Rehabilitation Effectively Improve Quality of Life, Fatigue, Balance, and Cognition in People With Multiple Sclerosis: An Interventional Study. *Frontiers in Neurology*, *15*. <https://doi.org/10.3389/fneur.2024.1394867>
- Petrova, M. V., Ryzhova, O. V., Cheboksarov, D. V., Саенко, И. В., Sueva, V. S., & Петриков, С. С. (2023). An Outlook of Early Rehabilitation of Stroke Patients Using VR Technologies. *Physical and Rehabilitation Medicine Medical Rehabilitation*, *5*(2), 157–166. <https://doi.org/10.36425/rehab405659>
- Plavoukou, T., Staktopoulos, P., Papagiannis, G., Stasinopoulos, D., & Georgoudis, G. (2025). Virtual and Augmented Reality for Chronic Musculoskeletal Rehabilitation: A Systematic Review and Exploratory Meta-Analysis. *Bioengineering*, *12*(7), 745. <https://doi.org/10.3390/bioengineering12070745>
- Quintana, D., Rodríguez, A., & Boada, I. (2022). Authoring Tools for Procedural Modeling of Virtual Reality-Based Rehabilitation Exercises. *Ieee Access*, *10*, 131567–131578. <https://doi.org/10.1109/access.2022.3229210>
- Ranganathan, C., Katthula, V., & Moustakas, E. (2020). Patterns of Use and Key Predictors for the Use of Wearable Health Care Devices by US Adults: Insights From a National Survey. *Journal of Medical Internet Research*, *22*(10), e22443. <https://doi.org/10.2196/22443>
- Rast, F. M., & Labruyère, R. (2020). Systematic Review on the Application of Wearable Inertial Sensors to Quantify Everyday Life Motor Activity in People With Mobility Impairments. *Journal of Neuroengineering and Rehabilitation*, *17*(1). <https://doi.org/10.1186/s12984-020-00779-y>
- Reisdorf, B. C., & DeCook, J. R. (2022). Locked Up and Left Out: Formerly Incarcerated People in the Context of Digital Inclusion. *New Media & Society*, *24*(2), 478–495. <https://doi.org/10.1177/14614448211063178>
- Remsik, A., Peter L. E. van Kan, Gloe, S., Gjini, K., Williams, L., Nair, V. A., Caldera, K., Williams, J. C., & Prabhakaran, V. (2022). BCI-FES With Multimodal Feedback for Motor Recovery Poststroke. *Frontiers in Human Neuroscience*, *16*. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2022.725715>
- Royo, A., Santos-Paz, J., Sánchez-Picot, Á., Raya, R., & García-Carmona, R. (2022). FarmDay: A Gamified Virtual Reality Neurorehabilitation Application for Upper Limb Based on Activities of Daily Living. *Applied Sciences*, *12*(14), 7068. <https://doi.org/10.3390/app12147068>
- Sahai, N., Kumar, P., & Sharma, M. (2024). *Virtual Reality Rehabilitation and Artificial Intelligence in Healthcare Technology*. 395–416. <https://doi.org/10.4018/979-8-3693-2272-7.ch020>

- Segal, A., & Doyle, N. (2024). Technology Trends in Practice: A Survey of Occupational Therapy Practitioners. *Work*, 79(3), 1069–1078. <https://doi.org/10.3233/wor-230654>
- Shirolapov, I. V. (2025). Cognitive Rehabilitation in Multiple Sclerosis: Effectiveness and Potential of Virtual Reality Technologies. A Review. *Bulletin of Restorative Medicine*, 24(4), 156–167. <https://doi.org/10.38025/2078-1962-2025-24-4-156-167>
- Sidelil, H., Demissie, A., Debalke, G., Tilahun, B., Fikade, B., & Hailegebreal, S. (2021). *Attitude Towards Tele Rehabilitation-Based Therapy Services and Its Associated Factors Among Health Professional Working in Specialized Teaching Hospitals in Amhara Region, Northwest Ethiopia, 2021*. <https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-929351/v1>
- Sjögren, T., & Korpi, H. (2024). *Supporting Sense of Meaningful Life and Human Dignity in Digitally Assisted Physiotherapy Environment – Qualitative Secondary Research With Thematic Analyses and Inductive Synthesis*. 371–386. https://doi.org/10.1007/978-3-031-59080-1_27
- Soobiah, C., Cooper, M., Kishimoto, V., Bhatia, R. S., Scott, T., Maloney, S., Larsen, D., Wijeyesundera, H. C., Zelmer, J., Gray, C. S., & Desveaux, L. (2020). Identifying Optimal Frameworks to Implement or Evaluate Digital Health Interventions: A Scoping Review Protocol. *BMJ Open*, 10(8), e037643. <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2020-037643>
- Sotirakis, C., Su, Z., Brzezicki, M. A., Conway, N., Tarassenko, L., FitzGerald, J. J., & Antoniadis, C. A. (2023). Identification of Motor Progression in Parkinson's Disease Using Wearable Sensors and Machine Learning. *NPJ Parkinson S Disease*, 9(1). <https://doi.org/10.1038/s41531-023-00581-2>
- Svarre, T., Bang, M. B., & Lunn, T. B. K. (2022). *Evaluating a Mobile App for Data Collection in Occupational Therapy Practice*. <https://doi.org/10.5772/intechopen.102084>
- Toledo-Peral, C. L., Vega-Martínez, G., Mercado-Gutiérrez, J. A., Rodríguez-Reyes, G., Vera, A., Leija, L., & Gutiérrez-Martínez, J. (2022). Virtual/Augmented Reality for Rehabilitation Applications Using Electromyography as Control/Biofeedback: Systematic Literature Review. *Electronics*, 11(14), 2271. <https://doi.org/10.3390/electronics11142271>
- Vitali, C., Fusari, G., Cacciatore, D. M., Smecca, G., Baldanzi, C., Carullo, A., Rovaris, M., Cattaneo, D., Baglio, F., & Isernia, S. (2025). Delivering the Lee Silverman Voice Treatment-Loud Method in-Site Versus Telerehabilitation in People With Multiple Sclerosis: Feasibility Evidence of a Non-Inferiority Pilot Randomized Controlled Trial. *Digital Health*, 11. <https://doi.org/10.1177/20552076251326222>
- Wang, Y. D., Liu, J., Wang, X., & Wang, L. (2023). *Exploring the Landscape of Digital Health in Sport Science: A Bibliometric Analysis of Global Research*

ch Trends and Future Directions (2010-2023). <https://doi.org/10.20944/preprints202306.0001.v1>

- Wei, Q., Liu, S., Cao, M., & Zhao, J. (2024). A Comprehensive Review of Virtual Reality Technology for Cognitive Rehabilitation in Patients With Neurological Conditions. *Applied Sciences*, *14*(14), 6285. <https://doi.org/10.3390/app14146285>
- Wei, S., & Wu, Z. (2023). The Application of Wearable Sensors and Machine Learning Algorithms in Rehabilitation Training: A Systematic Review. *Sensors*, *23*(18), 7667. <https://doi.org/10.3390/s23187667>
- Wiesmüller, F., Haag, D., Sareban, M., Mayr, K., Mürzl, N., Porodko, M., Puelacher, C., Moser, L.-M., Philippi, M., Traninger, H., Höfer, S., Niebauer, J., Schreier, G., & Hayn, D. (2025). Clinical, Psychological, Physiological, and Technical Parameters and Their Relationship With Digital Tool Use During Cardiac Rehabilitation: Comparison and Correlation Study. *Jmir Mhealth and Uhealth*, *13*, e57413–e57413. <https://doi.org/10.2196/57413>
- Wiskerke, E., Kool, J., Hilfiker, R., Sattelmayer, M., & Verheyden, G. (2024). Neurorehabilitation Including Virtual-Reality-Based Balance Therapy: Factors Associated With Training Response. *Brain Sciences*, *14*(3), 263. <https://doi.org/10.3390/brainsci14030263>
- Woelfle, T., Bourguignon, L., Lorscheider, J., Kappos, L., Naegelin, Y., & Jutzeler, C. R. (2023). Wearable Sensor Technologies to Assess Motor Functions in People With Multiple Sclerosis: Systematic Scoping Review and Perspective. *Journal of Medical Internet Research*, *25*, e44428. <https://doi.org/10.2196/44428>
- Xiao, B., & Cui, J. (2025). A Critical Review of AI-Assisted English Education in Cognitive Rehabilitation. *Ls*, *1*(2), 1–12. <https://doi.org/10.71204/wex4vr14>
- Xin, H., Wei, S., Zheng, H., Qi, Y., Xu, S., Wang, B., Jiang, W., Deng, N., & Chen, J. (2024). Comparison of a Supervised Home-Based Tele-Rehabilitation With Center-Based Pulmonary Rehabilitation: Protocol for a Randomized Non-Inferiority Multicenter Study in Ningxia. *International Journal of Chronic Obstructive Pulmonary Disease*, *Volume 19*, 1707–1719. <https://doi.org/10.2147/copd.s467945>
- Yang, Z.-Q., Du, D., Wei, X.-Y., & Tong, K. Y. (2022). Augmented Reality for Stroke Rehabilitation During COVID-19. *Journal of Neuroengineering and Rehabilitation*, *19*(1). <https://doi.org/10.1186/s12984-022-01100-9>
- Yuan, M., Xu, H., Zhao, D., Shi, D., Su, L., Zhu, H., Lu, S., & Wei, J. (2024). Tele-Rehabilitation for Type II Diabetics With Heart Failure With Preserved Ejection Fraction. *Frontiers in Endocrinology*, *15*. <https://doi.org/10.3389/fendo.2024.1433297>

- Zeng, Z., Liu, Y., Hu, X., Tang, M., & Wang, L. (2022). Validity and Reliability of Inertial Measurement Units on Lower Extremity Kinematics During Running: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Sports Medicine - Open*, 8(1). <https://doi.org/10.1186/s40798-022-00477-0>
- Zhao, B., Liu, H., Du, K., Zhou, W., & Li, Y. (2023). Effectiveness and Safety of Outpatient Rehabilitation Versus Home-Based Rehabilitation After Knee Arthroplasty: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Journal of Orthopaedic Surgery and Research*, 18(1). <https://doi.org/10.1186/s13018-023-04160-2>
- Палагин, А. В., Malakhov, К., Velychko, V., Semykorna, T., & Щуров, О. (2022). Digital Health Systems: SMART-system for Remote Support of Hybrid E-Rehabilitation Services and Activities. *Problems in Programming*, 3–4, 311–326. <https://doi.org/10.15407/pp2022.03-04.311>

Sağlık Bilimlerinde Teknoloji ve İnovasyonun Kuramsal ve Uygulamalı Temelleri

Anıl Güngördü¹

Özet

Sağlık bilimlerinde teknoloji ve inovasyon hem klinik hem de yönetsel süreçlerde köklü değişimlere yol açan kritik bir dönüşüm alanıdır. Bu bölümde, söz konusu dönüşüm kuramsal modeller ve uygulama örnekleri üzerinden incelemektedir. İnovasyonun kuramsal temelleri, lineer ve etkileşimli modeller, açık inovasyon yaklaşımı ve teknoloji kabul teorileri çerçevesinde tartışılmaktadır (Rogers, 2003; Venkatesh et al., 2003). Uygulamalı boyutta ise yapay zekâ destekli tanı sistemleri, robotik cerrahi, giyilebilir sağlık teknolojileri ve biyoteknolojik yenilikler, sağlık hizmetlerinde kalite, erişilebilirlik ve maliyet etkinliği açısından analiz edilmektedir (Topol, 2019). Disiplinlerarası iş birliği, inovasyon süreçlerinin hem bilimsel doğruluğunu hem de etik kabul edilebilirliğini artıran temel unsur olarak öne çıkmaktadır. Gelecek perspektifinde, Sağlık 5.0 vizyonu ve dijital ikizler gibi yeni yaklaşımlar, insan merkezli ve sürdürülebilir bir sağlık inovasyonu anlayışını gerektirmektedir.

1. Giriş

Sağlık bilimleri, teknolojik gelişmelerle sürekli olarak dönüşen ve toplumsal ihtiyaçlara göre şekillenen dinamik bir alan olarak öne çıkmaktadır. Son yıllarda, yapay zekâ, biyoteknoloji, nanoteknoloji, büyük veri analitiği ve giyilebilir cihazlar gibi yenilikçi uygulamalar, sağlık hizmetlerinin kalitesini artırma, maliyetleri düşürme ve hasta merkezli yaklaşımları güçlendirme potansiyeli taşımaktadır (Topol, 2019). Bu bağlamda, teknoloji ve inovasyonun sağlık bilimlerine entegrasyonu, yalnızca klinik sonuçları değil; aynı zamanda sağlık hizmetlerine erişim, etik standartlar ve sürdürülebilirlik gibi çok boyutlu etkiler de yaratmaktadır (WHO, 2021). Teknolojinin sağlık bilimlerinde yaygın olarak kullanılmaya başlamasıyla birlikte, disiplinlerarası

¹ Lokman Hekim Üniversitesi SUAM, Ankara Hastanesi, Uzman Hemşire, Ankara, Türkiye

yaklaşımın önemi giderek artmıştır. Sağlık hizmetlerinde yenilikçi çözümler, yalnızca hekim ve hemşirelerin değil; aynı zamanda mühendislerin, bilgisayar bilimcilerin, sosyal bilimcilerin ve etik uzmanlarının katkısıyla şekillenmektedir (Yang et al., 2017). Örneğin, yapay zekâ tabanlı görüntüleme sistemlerinin geliştirilmesinde bilgisayar mühendisliği ile radyoloji disiplinleri arasındaki iş birliği, erken tanıda yüksek başarı oranları sağlamaktadır (Esteva et al., 2017). Bununla birlikte, sağlıkta teknolojik dönüşüm beraberinde çeşitli zorluklarda getirmektedir. Veri güvenliği, mahremiyetin korunması, sağlık çalışanlarının bu sistemlere uyumu ve hastaların teknolojiye erişimindeki eşitsizlikler, bu alandaki tartışmaların merkezinde yer almaktadır (Reddy et al., 2020). Dolayısıyla, sağlık bilimlerinde teknoloji ve inovasyonu yalnızca teknik boyutuyla değil; sosyal, ekonomik ve etik boyutlarıyla birlikte ele almak kaçınılmazdır.

2. Kuramsal Temeller

Sağlık bilimlerinde teknoloji ve inovasyonun kuramsal temelleri, yenilik süreçlerinin nasıl ortaya çıktığını, hangi aşamalardan geçtiğini ve hangi faktörlerden etkilendiğini açıklamaya yönelik farklı modeller ve yaklaşımlar üzerine kuruludur. İnovasyonun en klasik açıklamalarından biri, araştırma ve geliştirme faaliyetleri sonucunda ortaya çıkan bilginin uygulamaya aktarılmasını öngören lineer inovasyon modelidir. Bu model, keşif ve araştırma aşamasından klinik uygulamaya kadar tek yönlü bir süreç varsayar. Ancak sağlık bilimlerinde süreç, çoğunlukla çok daha karmaşık ve etkileşimli olduğundan, lineer yaklaşımın sınırlı kaldığı görülmektedir (Godin, 2006). Buna karşılık etkileşimli inovasyon modeli, farklı disiplinler ve paydaşlar arasında sürekli bilgi akışına dayalıdır. Sağlık hizmetlerinde klinisyenler, mühendisler, bilgisayar bilimciler ve hastalar arasında karşılıklı etkileşim, yeniliklerin daha hızlı ve daha etkin biçimde gelişmesini sağlar. Örneğin, robotik cerrahi sistemlerinin geliştirilmesinde cerrahların klinik deneyimleri ile mühendislerin teknolojik tasarımları arasındaki etkileşim belirleyici rol oynamaktadır (Gawande, 2012).

Son yıllarda öne çıkan bir diğer yaklaşım ise açık inovasyon modelidir. Bu modelde bilgi, yalnızca kurum içinden değil; akademi, sanayi, devlet ve sivil toplum gibi dış aktörlerden de beslenir (Chesbrough, 2003). Sağlık teknolojilerinde açık inovasyon, özellikle yapay zekâ tabanlı uygulamaların geliştirilmesinde sıkça görülmektedir. Örneğin, Google'ın sağlık verilerini anonimleştirerek araştırma kurumlarıyla paylaşması, klinik karar destek sistemlerinin daha güvenilir hale gelmesine katkı sağlamaktadır (Esteva et al., 2017). Kuramsal temelleri anlamada bir diğer önemli boyut, bireylerin ve kurumların teknolojiyi benimseme süreçleridir. Everett Rogers'ın Yeniliklerin

Yayımlı Teorisi, bireylerin yeniliklere karşı verdikleri tepkileri beş kategoriye ayırır: yenilikçiler, erken benimseyenler, erken çoğunluk, geç çoğunluk ve geride kalanlar (Rogers, 2003). Sağlık teknolojilerinde bu dağılim, örneğin tele-sağlık uygulamalarında açıkça gözlemlenmektedir; bazı hastaneler yeni teknolojileri hızla entegre ederken, bazıları maliyet, güvenlik veya personel eğitimi nedeniyle daha temkinli davranmaktadır. Ayrıca, Teknoloji Kabul Modeli (TAM) ve onu geliştiren Birleşik Teknoloji Kabul ve Kullanım Teorisi (UTAUT), sağlık çalışanlarının ve hastaların yeni teknolojileri benimseme sürecini açıklamada sık kullanılan  er evelerendir (Venkatesh et al., 2003). Bu modeller, algılanan fayda ve kullanım kolaylığının, teknolojinin benimsenmesinde belirleyici olduğunu ortaya koyar. Örneğin, hemşirelerin elektronik sağlık kayıt sistemlerini (EHR) kullanmaya yönelik motivasyonları, sistemin pratik işlevselliği ve zaman kazandırma potansiyeli ile doğrudan ilişkilidir (Holden & Karsh, 2010). Bu durum, sağlık bilimlerinde inovasyonun kuramsal temelleri, tek yönlü bilgi akışından çok aktörlü ve etkileşimli süreçlere doğru evrilmiştir. Bu kuramsal modeller, sağlık alanındaki yeniliklerin yalnızca teknolojik bir ilerleme değil, aynı zamanda sosyal, kültürel ve örgütsel bir dönüşüm olduğunu da göstermektedir. Sağlık bilimlerinde teknoloji ve inovasyonun anlaşılabilmesi için öncelikle bu kavramların kuramsal temellerinin açıklanması gerekmektedir. Teknoloji, genel anlamıyla bilgiyi, beceriyi, yöntemleri ve araçları kullanarak sorunlara  z m üretme süreci olarak tanımlanırken; inovasyon, mevcut bilgi ve teknolojilerin yaratıcı biçimde yeniden kullanılması veya yeni  z mler geliştirilmesi süreci olarak kabul edilmektedir (Schumpeter, 1934; Rogers, 2003). Sağlık alanında inovasyon, yalnızca yeni tedavi yöntemleri veya cihazların geliştirilmesiyle sınırlı olmayıp; aynı zamanda sağlık hizmetlerinin organizasyonunda, eğitiminde ve yönetiminde yenilikçi yaklaşımları da kapsamaktadır (Omachonu & Einspruch, 2010).

Kuramsal açıdan inovasyon, farklı disiplinlerde çeşitli modellerle ele alınmaktadır. Bunlardan biri Rogers'ın Yeniliğin Yayımlı Teorisi (Diffusion of Innovations Theory)'dir. Bu teoriye göre yeniliklerin benimsenme süreci; yeniliğin algılanan faydası, uyumluluğu, karmaşıklığı, denenebilirliği ve gözlemlenebilirliği gibi faktörlere bağlıdır (Rogers, 2003). Sağlık bilimlerinde bu teori, örneğin elektronik sağlık kayıtlarının (EHR) ya da tele-sağlık uygulamalarının benimsenme süreçlerini açıklamada sıkça kullanılmaktadır. Bir diğer önemli kuramsal yaklaşım, sosyo-teknik sistem teorisidir. Bu teoriye göre, teknolojik yeniliklerin başarısı yalnızca teknik altyapıya değil; aynı zamanda sosyal sistemlerin, iş akışlarının ve insan faktörünün uyumuna bağlıdır (Baxter & Sommerville, 2011). Örneğin, yapay zekâ destekli tanı sistemlerinin klinik pratikte etkin olabilmesi için yalnızca algoritmanın

doğruluğu yeterli değildir; aynı zamanda sağlık çalışanlarının eğitimi, hasta güvenliği protokolleri ve yasal düzenlemeler de uyum içinde olmalıdır.

Sağlık bilimlerinde inovasyonun kuramsal temellerinden biri de disiplinlerarası yaklaşım ile ilişkilidir. Bu yaklaşım, farklı uzmanlık alanlarının etkileşimini esas alır ve özellikle karmaşık sağlık sorunlarının çözümünde kritik rol oynar. Örneğin, kanser tedavilerinde biyomedikal mühendislik, moleküler biyoloji ve klinik onkoloji alanlarının birlikte çalışması; yeni tedavi yöntemlerinin geliştirilmesini hızlandırmaktadır (Ferlie & Shortell, 2001). Ayrıca, inovasyon literatüründe açık inovasyon modeli (open innovation) de sağlık bilimlerinde giderek önem kazanmaktadır. Bu model, kurumların yalnızca kendi iç kaynaklarına değil; aynı zamanda dış paydaşlarla (üniversiteler, teknoloji şirketleri, hastalar) iş birliği yaparak yenilikçi çözümler geliştirmesini öngörür (Chesbrough, 2003). COVID-19 pandemisi döneminde aşı geliştirme süreçlerinde görülen uluslararası iş birlikleri, açık inovasyonun sağlık alanındaki en güçlü örneklerinden biridir (Krammer, 2020). Sağlık bilimlerinde teknoloji ve inovasyonun kuramsal temelleri; yeniliğin benimsenme süreçleri, sosyo-teknik uyum, disiplinlerarası iş birliği ve açık inovasyon modelleri çerçevesinde değerlendirilmektedir. Bu kuramsal yaklaşımlar, yalnızca teknolojik gelişmeleri anlamlandırmaya değil; aynı zamanda sağlık sistemlerinde sürdürülebilir ve etik temelli yeniliklerin hayata geçirilmesine de katkı sağlamaktadır.

3. Uygulamalı Temeller

Sağlık bilimlerinde teknoloji ve inovasyonun en görünür boyutu, kuramsal modellerin uygulamaya dönüşmesiyle ortaya çıkan pratik çözümlerdir. Günümüzde dijital dönüşüm, klinik karar süreçlerinden hasta bakımına, sağlık yönetiminden eğitim yöntemlerine kadar geniş bir yelpazede etkisini göstermektedir. Uygulamalı temeller, yalnızca teknolojik araçların kullanımıyla sınırlı kalmayıp, aynı zamanda sağlık hizmetlerinin kalitesini artırma, erişilebilirliği genişletme ve maliyet etkinliğini sağlama hedeflerini de kapsamaktadır (Topol, 2019).

3.1. Yapay Zekâ ve Büyük Veri Uygulamaları

Yapay zekâ (YZ), sağlık alanında en hızlı gelişim gösteren teknolojilerden biridir. Özellikle görüntüleme ve tanı alanında yapay zekâ algoritmaları, hekimlere hastalıkların erken tespitinde yardımcı olmaktadır. Örneğin, Google Health tarafından geliştirilen derin öğrenme tabanlı sistemler, diyabetik retinopatiji göz taramalarında uzman hekim düzeyinde doğrulukla teşhis edebilmektedir (Abràmoff et al., 2018). Benzer şekilde, kanser taramalarında yapay zekâ destekli algoritmalar, meme kanseri teşhisinde hata

oranını 1nemli 1l11de azaltmıştır (McKinney et al., 2020). Bunun yanı sıra b1y1k veri analitiği, milyonlarca hasta kaydını inceleyerek epidemiyolojik eğilimleri ortaya 1ıkarabilmekte ve kişiselleştirilmiş tedavi yaklaşımlarına katkı sağlamaktadır.

3.2. Robotik Cerrahi ve Biyomedikal M1hendislik

Robotik cerrahi, cerrahlara daha y1ksek hassasiyet, k11k kesiler ve daha kısa iyileşme s1resi sunan bir inovasyon alanıdır. 1zellikle Da Vinci Cerrahi Sistemi, 1rolojiden kalp cerrahisine kadar bir1ok alanda kullanılmakta ve komplikasyon risklerini azaltmaktadır (Lanfranco et al., 2004). Bu sistemin sunduğu 11 boyutlu g1r1nt1leme ve hassas hareket kabiliyeti, cerrahların daha karmaşık operasyonları g1venli şekilde ger1ekleştirmesini m1mk1n kılmaktadır. Biyomedikal m1hendislik ile birleştiğinde, robotik teknolojiler yalnızca cerrahi alanı değil, aynı zamanda protez tasarımı ve rehabilitasyon uygulamalarını da d1n1řt1rmektedir. 1rneğin, biyonik protezler sinir sistemiyle entegre edilerek ampute bireylerin yaşam kalitesi artırılmaktadır (Farina & Aszmann, 2014).

3.3. Giyilebilir Teknolojiler ve Uzaktan Hasta İzleme

Giyilebilir cihazlar, bireylerin g1nl1k sağlık durumlarını takip edebilmelerini sağlayarak sağlıkta 1z-y1netim kavramını g11lendirmektedir. Apple Watch ve benzeri akıllı saatlerin sunduğu elektrokardiyografi (EKG) 1zelliği, atriyal fibrilasyon gibi ritim bozukluklarının erken tespitini m1mk1n kılmıştır (Perez et al., 2019). Uzaktan hasta izleme sistemleri, 1zellikle kronik hastalık y1netiminde kritik rol oynamaktadır. COVID-19 pandemisi sırasında evde izlem cihazları ve tele-sağlık uygulamaları, sağlık hizmetlerinin s1rekliliğini sağlamış ve hastanelerdeki y1k1 azaltmıştır (Monaghesh & Hajizadeh, 2020).

3.4. Genetik ve Biyoteknolojik Yenilikler

Genetik m1hendisliği ve biyoteknoloji, sağlık bilimlerinde inovasyonun en ileri alanlarından birini oluşturmaktadır. CRISPR-Cas9 gen d1zenleme teknolojisi, kalıtsal hastalıkların tedavisinde devrim niteliğinde bir potansiyel sunmaktadır (Doudna & Charpentier, 2014). Ayrıca kişiselleştirilmiş tıp uygulamaları, bireylerin genetik profillerine g1re ila1 tedavilerinin d1zenlenmesini m1mk1n kılmaktadır. 1rneğin, onkolojide t1m1r1n genetik 1zelliklerine g1re belirlenen tedavi planları, hasta yanıt oranlarını artırmakta ve yan etkileri azaltmaktadır (Collins & Varmus, 2015).

4. Sağlık Eğitiminde Sim1lasyon ve Oyunlaştırma

Sağlık eğitiminde inovasyon, yalnızca klinik uygulamalarda değil, aynı zamanda öğrenme süreçlerinde de kendini göstermektedir. Simülasyon tabanlı eğitim, öğrencilerin hasta güvenliğini riske atmadan klinik beceri kazanmalarını sağlamaktadır (Lateef, 2010). Oyunlaştırma uygulamaları ise sağlık profesyonellerinin motivasyonunu ve katılımını artırmakta, öğrenme sürecini daha etkili hale getirmektedir. Örneğin, acil durum eğitimlerinde kullanılan sanal gerçeklik uygulamaları, ekip içi koordinasyonu ve hızlı karar verme becerilerini geliştirmektedir (Fitzgerald et al., 2018).

5. Karşılaşılan Zorluklar

Her ne kadar teknoloji ve inovasyon sağlık bilimlerinde önemli kazanımlar sunsa da uygulamada çeşitli zorluklar ortaya çıkmaktadır. Etik sorunlar, veri güvenliği ve hasta mahremiyeti, yapay zekâ ve büyük veri tabanlı uygulamalarda en çok tartışılan konular arasındadır (Morley et al., 2020). Ayrıca yüksek maliyet, altyapı eksiklikleri ve sağlık çalışanlarının teknolojiye uyum süreçleri de inovasyonun benimsenmesini zorlaştıran faktörlerdir.

6. Disiplinlerarası Yaklaşımın Rolü

Sağlık bilimlerinde teknoloji ve inovasyonun sürdürülebilir biçimde gelişebilmesi, tek bir disiplinin sınırlarını aşarak farklı bilgi alanlarının ortak katkılarıyla mümkün olmaktadır. Modern sağlık sorunları karmaşık, çok boyutlu ve dinamik özellikler taşıdığından, çözüm üretme sürecinde disiplinlerarası iş birliği kritik bir rol oynamaktadır. Özellikle biyomedikal mühendislik, bilgisayar bilimleri, tıp, hemşirelik, psikoloji, sosyoloji ve etik gibi farklı alanların birleşimi hem kuramsal hem de uygulamalı düzeyde inovasyonu güçlendirmektedir (Hall et al., 2018). Disiplinlerarası yaklaşım, yalnızca bilgi transferini değil, aynı zamanda kavramsal çerçevelerin yeniden inşasını da mümkün kılar. Örneğin, tele-sağlık uygulamaları, yalnızca bilişim teknolojilerinin değil; klinik tıbbın, sağlık yönetiminin ve iletişim bilimlerinin ortak katkısıyla geliştirilmiştir. Bu sayede kırsal bölgelerde yaşayan hastaların sağlık hizmetlerine erişimi artmış, sağlık eşitsizliklerinin azaltılmasında önemli ilerlemeler sağlanmıştır (Kruse et al., 2017). Benzer şekilde, robotik cerrahi sistemleri disiplinlerarası çalışmanın somut bir ürünüdür. Mekatronik mühendisliği ve yazılım geliştirme uzmanlığı olmadan cerrahi robotların hassasiyet kazanması mümkün olamazdı. Ancak bu teknolojilerin güvenilirliği ve etik yönü, yalnızca teknik yeterlilikle değil; aynı zamanda cerrahların klinik deneyimleri ve etik uzmanlarının değerlendirmeleriyle şekillenmiştir (Yang et al., 2017). Bu örnek, inovasyonun yalnızca teknolojik değil; aynı zamanda sosyal ve etik bir süreç olduğuna işaret etmektedir. Sağlıkta disiplinlerarası yaklaşımın bir diğer güçlü yansıması, yapay zekâ

tabanlı tanı sistemleridir. Derin öğrenme algoritmaları, büyük veri analizi yoluyla görüntüleme bulgularını yorumlarken; radyoloji uzmanları bu sistemlerin klinik geçerliliğini test etmekte, etik uzmanları ise veri gizliliği ve adalet konularını değerlendirmektedir (Topol, 2019). Örneğin, cilt kanseri tanısında yapay zekâ algoritmalarının dermatologlarla benzer doğruluk düzeyine ulaşması, disiplinlerarası katkının gücünü göstermektedir (Esteve et al., 2017). Disiplinlerarası iş birliğinin yalnızca teknoloji geliştirmede değil, aynı zamanda hizmet sunumunda da belirleyici olduğu açıktır. Multidisipliner tümör konseyleri, onkoloji hastalarının tedavi planlamasında hekimler, hemşireler, psikologlar ve sosyal hizmet uzmanlarını bir araya getirerek en uygun kararı kolektif biçimde üretmektedir. Bu uygulama, yalnızca klinik başarı oranlarını değil; hasta memnuniyetini ve tedaviye uyumu da artırmaktadır (Fennell et al., 2018). Disiplinlerarası yaklaşım, sağlık bilimlerinde inovasyonun hem bilimsel hem de insani boyutunu kapsayan bir çerçeve sunar. Teknolojik ilerlemeler, ancak farklı bilgi alanlarının karşılıklı katkılarıyla bütüncül bir anlam kazanmakta ve toplumsal faydaya dönüşebilmektedir. Bu nedenle, geleceğin sağlık profesyonelleri yalnızca kendi alanlarında değil; farklı disiplinlerle iş birliği yapabilecek donanımla yetiştirilmeli, inovasyon süreçleri çok aktörlü bir yapıda tasarlanmalıdır.

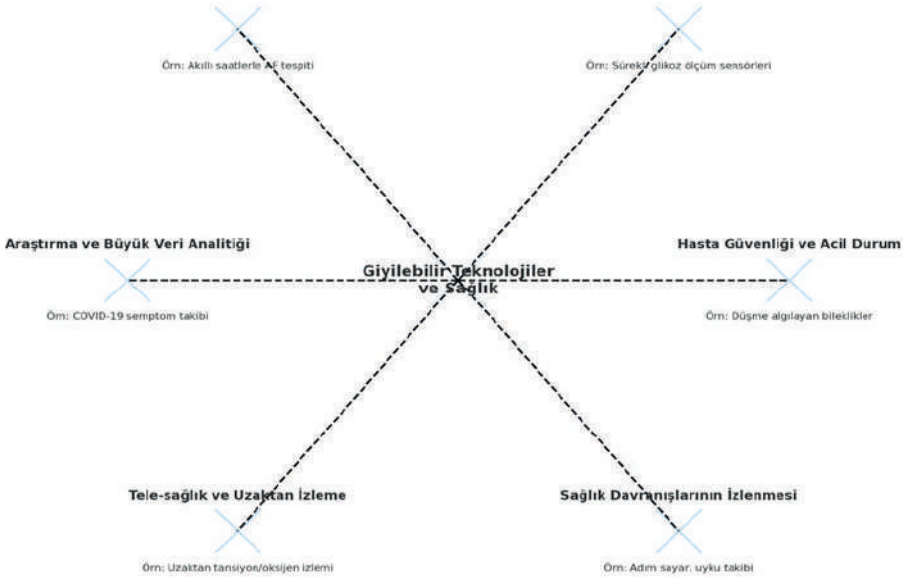
7. Gelecek Perspektifleri

Sağlık bilimlerinde teknoloji ve inovasyon, geleceğe yönelik stratejilerde yalnızca bilimsel ilerlemelerle değil; aynı zamanda sosyal, ekonomik ve etik boyutlarıyla da şekillenmektedir. Önümüzdeki yıllarda dijital sağlık, biyoteknoloji, yapay zekâ ve kişiselleştirilmiş tıp uygulamaları, sağlık sistemlerinin dönüşümünde belirleyici rol oynamaya devam edecektir (Topol, 2019). Kişiselleştirilmiş tıp, geleceğin en önemli eğilimlerinden biridir. Genomik dizileme teknolojilerindeki maliyet düşüşleri sayesinde bireylerin genetik profillerine dayalı tedavi planlamaları daha ulaşılabilir hale gelmektedir. Örneğin, onkolojide tümörlerin genetik özelliklerine göre belirlenen hedefe yönelik tedaviler hem tedavi başarısını hem de hasta yaşam kalitesini artırmaktadır (Collins & Varmus, 2015). Yapay zekâ destekli karar sistemleri de sağlıkta geleceğin şekillendirici unsurları arasında yer almaktadır. Büyük veri analitiği, makine öğrenmesi ve derin öğrenme algoritmaları, klinik karar verme süreçlerinde hekime destek sağlayarak tanı süresini kısaltmakta ve hata oranlarını azaltmaktadır. Örneğin, kardiyojoloji alanında yapay zekâ tabanlı algoritmalar, EKG verilerini analiz ederek atriyal fibrilasyonu klinisyenlerden daha yüksek doğrulukla tespit edebilmektedir (Attia et al., 2019). Bununla birlikte, bu sistemlerin yaygınlaşması veri

güvenliği, etik sorumluluk ve hukuki çerçeve açısından yeni düzenlemeler gerektirecektir.

Giyilebilir teknolojiler, sensörler, yazılımlar ve kablosuz iletişim altyapılarıyla donatılmış, bireylerin günlük yaşam aktiviteleri sırasında vücutlarına entegre edilebilen cihazlardır. Akıllı saatler, bileklikler, giyilebilir EKG cihazları, kan şekeri ölçüm sensörleri, nabız oksimetreleri ve hatta akıllı tekstiller bu kategoride değerlendirilmektedir (Piwek et al., 2016). Sağlık bilimlerinde bu teknolojilerin kullanılmasının temel amacı, bireylerin sağlık parametrelerinin sürekli, kesintisiz ve kişiselleştirilmiş biçimde izlenmesini sağlamaktır.

8. Giyilebilir Teknolojiler ve Sağlık Alanındaki Amaçları



Şekil 1. Giyilebilir teknolojilerin sağlık alanındaki başlıca kullanım alanları. Diyagramda, önleyici sağlık, kronik hastalık yönetimi, hasta güvenliği, sağlık davranışlarının geliştirilmesi, tele-sağlık ve büyük veri analitiği gibi başlıklar gösterilmiştir.

8.1. Önleyici Sağlık ve Erken Tanı

Giyilebilir cihazlar, bireylerin sağlık verilerini sürekli kaydederek olası riskleri önceden belirleme imkânı sunmaktadır. Kalp atım hızı, solunum paterni, uyku düzeni, stres düzeyi ve aktivite miktarı gibi parametrelerin anlık takibi, erken tanı ve önleyici sağlık hizmetlerinde kritik rol

oynamaktadır. Örneğin, atriyal fibrilasyon (AF) gibi kalp ritim bozuklukları çoğu zaman fark edilmeden ilerler ve inme riskini artırır. Akıllı saatlerde bulunan elektrokardiyografi (EKG) uygulamaları, AF gibi düzensiz ritimleri saptayarak bireyleri sağlık kuruluşuna yönlendirebilmektedir (Perez et al., 2019). Benzer şekilde, uyku apnesi riski taşıyan bireylerde oksijen satürasyonu ve solunum düzeni ölçümleri sayesinde erken tanı konulabilmektedir. Bu durum, sağlık sistemlerinin yalnızca tedavi odaklı değil, aynı zamanda proaktif bir yapıya kavuşmasına katkı sağlamaktadır.

8.2. Kronik Hastalık Yönetimi

Diyabet, hipertansiyon ve kronik obstrüktif akciğer hastalığı (KOAH) gibi hastalıkların yönetiminde giyilebilir cihazlar önemli bir destek sunmaktadır. Sürekli glikoz ölçüm (CGM) sensörleri, diyabetli bireylerde kan şekeri dalgalanmalarını anlık izleyerek hipoglisemi ve hiperglisemi risklerini azaltmakta; insülin dozlarının bireyselleştirilmiş biçimde ayarlanmasına yardımcı olmaktadır (Battelino et al., 2019). Hipertansiyon yönetiminde ise giyilebilir tansiyon ölçerler, günlük yaşamda kan basıncını izleyerek “beyaz önlük hipertansiyonu” gibi klinikte fark edilemeyen durumların tespit edilmesine olanak tanır. KOAH hastalarında kullanılan akıllı sensörler, solunum hızını ve oksijen satürasyonunu takip ederek alevlenmelerin erken fark edilmesini sağlamaktadır. Böylelikle komplikasyonların önüne geçilmekte, hastaneye yatış oranları azaltılmaktadır.

8.3. Hasta Güvenliği ve Acil Durum Yönetimi

Giyilebilir teknolojiler, özellikle yaşlı bireyler ve kronik hastalıkları olan kişiler için hasta güvenliğini artırıcı bir rol üstlenmektedir. Düşme algılama özelliğine sahip akıllı bileklikler veya saatler, birey düştüğünde otomatik olarak acil çağrı merkezine ya da aile üyelerine uyarı gönderebilmektedir (Wang et al., 2020). Bu durum, yalnız yaşayan yaşlı bireylerde ciddi yaralanmalar sonrası zamanında müdahale edilmesini mümkün kılarak hayat kurtarıcı etki yaratmaktadır. Ayrıca, epilepsi hastalarında nöbetleri önceden tahmin etmeye çalışan biyosensör tabanlı giyilebilir cihazlar, acil müdahale süreçlerini hızlandırarak sağlık hizmetlerinde önemli bir dönüşüm yaratmaktadır.

8.4. Sağlık Davranışlarının İzlenmesi ve Geliştirilmesi

Giyilebilir cihazlar, bireylerin sağlık davranışlarını düzenlemede motivasyon aracı olarak kullanılmaktadır. Günlük adım sayısı, kat edilen mesafe, enerji harcaması, uyku süresi ve uyku kalitesi gibi verilerin kaydedilmesi, bireyleri daha aktif bir yaşam tarzına yönlendirmektedir

(Piwek et al., 2016). Örneğin, obezite riski taşıyan bireyler için aktivite takip cihazları, günlük hareket hedefleri belirleyerek davranış değişikliğini destekler. Aynı zamanda bu cihazların mobil uygulamalarla entegre edilmesi, bireylere anlık geribildirimler sunarak sağlıklı alışkanlıkların pekişmesine katkı sağlar.

8.5. Tele-sağlık ve Uzaktan İzleme

Giyilebilir teknolojilerin tele-sağlık sistemleriyle entegrasyonu, sağlık hizmetlerinin mekândan bağımsız sunulmasına olanak tanımaktadır. Özellikle kırsal bölgelerde yaşayan, ulaşım güçlüğü çeken veya pandemi gibi olağanüstü durumlarda sağlık hizmetlerine erişimi sınırlı olan bireyler için bu entegrasyon kritik öneme sahiptir. Uzaktan kalp ritmi, oksijen saturasyonu ve tansiyon izlemleri sayesinde hekimler, hastalarının durumunu sürekli olarak takip edebilmekte; tedavi planlarını gerçek zamanlı olarak güncelleyebilmektedir (Keesara et al., 2020). Böylece sağlık eşitsizliklerinin azaltılması ve hizmetin erişilebilirliğinin artırılması mümkün olmaktadır.

8.6. Araştırma ve Büyük Veri Analitiği

Giyilebilir cihazlardan elde edilen veriler yalnızca bireysel sağlık yönetimi için değil; aynı zamanda toplum sağlığının izlenmesi için büyük veri kaynağı niteliği taşımaktadır. Örneğin, COVID-19 pandemisi sırasında giyilebilir cihazlardan elde edilen kalp atım hızı ve uyku düzeni verileri, semptomların erken tespitinde ve salgının yayılımının tahmin edilmesinde kullanılmıştır (Quer et al., 2020). Ayrıca bu cihazlardan sağlanan büyük ölçekli veri setleri, epidemiyolojik araştırmaların yanı sıra yapay zekâ tabanlı algoritmaların geliştirilmesine de katkı sağlamaktadır. Böylece hastalıkların seyrini öngörmek, kişiselleştirilmiş tedavi protokolleri oluşturmak ve toplum sağlığını korumak için güçlü bir altyapı sağlanmaktadır (Steinhubl et al., 2015). Giyilebilir teknolojiler, sağlık bilimlerinde önleyici yaklaşımı güçlendiren, hasta merkezli bakım anlayışını destekleyen ve sağlık hizmetlerini bireyselleştiren önemli araçlar olarak öne çıkmaktadır. Bununla birlikte, bu cihazların yaygın kullanımında etik, veri güvenliği ve gizlilik konularının da dikkate alınması gerekmektedir (WHO, 2021).

Giyilebilir teknolojilerin sağlık alanındaki uygulamaları, bireysel sağlık yönetiminden toplum sağlığına kadar geniş bir yelpazede etkiler yaratmaktadır. Tabloya bakıldığında, bu cihazların yalnızca erken tanı ve önleyici sağlık hizmetlerinde değil, aynı zamanda kronik hastalık yönetimi, hasta güvenliği, sağlık davranışlarının geliştirilmesi ve tele-sağlık entegrasyonu gibi çok boyutlu işlemlere sahip olduğu görülmektedir. Bununla birlikte, bu teknolojilerin yaygın kullanımında **etik sorunlar, veri güvenliği, maliyet**

ve **erişilebilirlik** gibi sınırlılıkların dikkate alınması gerekmektedir. Örneğin, sürekli veri toplayan giyilebilir sensörler, mahremiyet ve kişisel sağlık verilerinin korunması açısından yeni tartişmaları gündeme getirmektedir (Piwek et al., 2016). Ayrıca, düşük gelirli bölgelerde yaşayan bireylerin bu teknolojilere erişiminin sınırlı olması, sağlık eşitsizliklerini azaltmak yerine artırma riskini taşımaktadır (Keesara et al., 2020). Dolayısıyla giyilebilir teknolojilerin sunduğu fırsatların yanı sıra, sınırlılıkların da göz önünde bulundurulduğu dengeli bir yaklaşım benimsenmesi gerekmektedir. Bu bağlamda, sağlık profesyonelleri, teknoloji geliştiricileri ve politika yapıcıların disiplinlerarası iş birliği ile hareket etmesi, bu alandaki inovasyonun sürdürülebilirliği için kritik önemdedir.

Kaynakça

- Abràmoff, M. D., Lavin, P. T., Birch, M., Shah, N., & Folk, J. C. (2018). Pivotal trial of an autonomous AI-based diagnostic system for detection of diabetic retinopathy in primary care offices. *NPJ Digital Medicine*, 1(1), 39. <https://doi.org/10.1038/s41746-018-0040-6>
- Attia, Z. I., Noseworthy, P. A., Lopez-Jimenez, F., Asirvatham, S. J., Deshmukh, A. J., Gersh, B. J., ... & Friedman, P. A. (2019). An artificial intelligence-enabled ECG algorithm for the identification of patients with atrial fibrillation during sinus rhythm: A retrospective analysis of outcome prediction. *The Lancet*, 394(10201), 861–867. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(19\)31721-0](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(19)31721-0)
- Baxter, G., & Sommerville, I. (2011). Socio-technical systems: From design methods to systems engineering. *Interacting with Computers*, 23(1), 4–17. <https://doi.org/10.1016/j.intcom.2010.07.003>
- Battelino, T., Danne, T., Bergenstal, R. M., Amiel, S. A., Beck, R., Biester, T., ... Phillip, M. (2019). Clinical targets for continuous glucose monitoring data interpretation: Recommendations from the international consensus on time in range. *Diabetes Care*, 42(8), 1593–1603. <https://doi.org/10.2337/dci19-0028>
- Chesbrough, H. (2003). *Open innovation: The new imperative for creating and profiting from technology*. Harvard Business Press.
- Collins, F. S., & Varmus, H. (2015). A new initiative on precision medicine. *New England Journal of Medicine*, 372(9), 793–795. <https://doi.org/10.1056/NEJMp1500523>
- Doudna, J. A., & Charpentier, E. (2014). The new frontier of genome engineering with CRISPR-Cas9. *Science*, 346(6213), 1258096. <https://doi.org/10.1126/science.1258096>
- Esteva, A., Kuprel, B., Novoa, R. A., Ko, J., Swetter, S. M., Blau, H. M., & Thrun, S. (2017). Dermatologist-level classification of skin cancer with deep neural networks. *Nature*, 542(7639), 115–118. <https://doi.org/10.1038/nature21056>
- Farina, D., & Aszmann, O. (2014). Bionic limbs: Clinical reality and academic promises. *Science Translational Medicine*, 6(257), 257ps12. <https://doi.org/10.1126/scitranslmed.3010453>
- Ferlie, E. B., & Shortell, S. M. (2001). Improving the quality of health care in the United Kingdom and the United States: A framework for change. *The Milbank Quarterly*, 79(2), 281–315. <https://doi.org/10.1111/1468-0009.00206>

- Gawande, A. (2012). Two hundred years of surgery. *The New England Journal of Medicine*, 366(18), 1716–1723. <https://doi.org/10.1056/NEJMra1202392>
- Godin, B. (2006). The linear model of innovation: The historical construction of an analytical framework. *Science, Technology, & Human Values*, 31(6), 639–667. <https://doi.org/10.1177/0162243906291865>
- Fitzgerald, M., Milstein, A., & Snyder, C. (2018). The future of health care: Global trends worth watching. *Stanford Social Innovation Review*, 16(2), 34–39.
- Fennell, M. L., Prabhu Das, I., Clauser, S., Petrelli, N., & Salner, A. (2018). The organization of multidisciplinary care teams: Modeling internal and external influences on cancer care quality. *Journal of the National Cancer Institute Monographs*, 2010(40), 72–80. <https://doi.org/10.1093/jncimonographs/lgq010>
- Hall, K. L., Vogel, A. L., Huang, G. C., Serrano, K. J., Rice, E. L., Tsakraklides, S. P., & Fiore, S. M. (2018). The science of team science: A review of the empirical evidence and research gaps on collaboration in science. *American Psychologist*, 73(4), 532–548. <https://doi.org/10.1037/amp0000319>
- Holden, R. J., & Karsh, B. T. (2010). The technology acceptance model: Its past and its future in health care. *Journal of Biomedical Informatics*, 43(1), 159–172. <https://doi.org/10.1016/j.jbi.2009.07.002>
- Keesara, S., Jonas, A., & Schulman, K. (2020). Covid-19 and health care's digital revolution. *New England Journal of Medicine*, 382(23), e82. <https://doi.org/10.1056/NEJMp2005835>
- Krammer, F. (2020). SARS-CoV-2 vaccines in development. *Nature*, 586(7830), 516–527. <https://doi.org/10.1038/s41586-020-2798-3>
- Kruse, C. S., Krowski, N., Rodriguez, B., Tran, L., Vela, J., & Brooks, M. (2017). Telehealth and patient satisfaction: A systematic review and narrative analysis. *BMJ Open*, 7(8), e016242. <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2017-016242>
- Lanfranco, A. R., Castellanos, A. E., Desai, J. P., & Meyers, W. C. (2004). Robotic surgery: A current perspective. *Annals of Surgery*, 239(1), 14–21. <https://doi.org/10.1097/01.sla.0000103020.19595.7d>
- McKinney, S. M., Sieniek, M., Godbole, V., Godwin, J., Antropova, N., Ashrafian, H., ... & Suleyman, M. (2020). International evaluation of an AI system for breast cancer screening. *Nature*, 577(7788), 89–94. <https://doi.org/10.1038/s41586-019-1799-6>
- Monaghesh, E., & Hajizadeh, A. (2020). The role of telehealth during COVID-19 outbreak: A systematic review based on current evidence. *BMC Public Health*, 20(1), 1193. <https://doi.org/10.1186/s12889-020-09301-4>
- Morley, J., Machado, C. C. V., Burr, C., Cows, J., Joshi, I., Taddeo, M., & Floridi, L. (2020). The ethics of AI in health care: A mapping review.

- Social Science & Medicine, 260, 113172. <https://doi.org/10.1016/j.socscimed.2020.113172>
- Omachonu, V. K., & Einspruch, N. G. (2010). Innovation in healthcare delivery systems: A conceptual framework. *The Innovation Journal: The Public Sector Innovation Journal*, 15(1), 1–20.
- Perez, M. V., Mahaffey, K. W., Hedlin, H., Rumsfeld, J. S., Garcia, A., Ferris, T., ... Turakhia, M. P. (2019). Large-scale assessment of a smartwatch to identify atrial fibrillation. *New England Journal of Medicine*, 381(20), 1909–1917. <https://doi.org/10.1056/NEJMoa1901183>
- Piwek, L., Ellis, D. A., Andrews, S., & Joinson, A. (2016). The rise of consumer health wearables: Promises and barriers. *PLoS Medicine*, 13(2), e1001953. <https://doi.org/10.1371/journal.pmed.1001953>
- Quer, G., Radin, J. M., Gadaleta, M., Baca-Motes, K., Ariniello, L., Ramos, E., ... Topol, E. J. (2020). Wearable sensor data and self-reported symptoms for COVID-19 detection. *Nature Medicine*, 27(1), 73–77. <https://doi.org/10.1038/s41591-020-1123-x>
- Rogers, E. M. (2003). *Diffusion of innovations* (5th ed.). Free Press.
- Schumpeter, J. A. (1934). *The theory of economic development*. Harvard University Press.
- Steinhubl, S. R., Muse, E. D., & Topol, E. J. (2015). Can mobile health technologies transform health care? *JAMA*, 313(5), 459–460. <https://doi.org/10.1001/jama.2014.15025>
- Topol, E. (2019). *Deep medicine: How artificial intelligence can make healthcare human again*. Basic Books.
- Venkatesh, V., Morris, M. G., Davis, G. B., & Davis, F. D. (2003). User acceptance of information technology: Toward a unified view. *MIS Quarterly*, 27(3), 425–478. <https://doi.org/10.2307/30036540>
- Wang, R., Blackburn, G., Desai, M., Phelan, D., Gillinov, L., Houghtaling, P., ... Gillinov, M. (2020). Accuracy of wrist-worn heart rate monitors. *JAMA Cardiology*, 2(1), 104–106. <https://doi.org/10.1001/jamacardio.2016.3340>
- World Health Organization (WHO). (2021). *Global strategy on digital health 2020–2025*. World Health Organization. <https://www.who.int/publications/i/item/9789240020924>
- Yang, G. Z., Cambias, J., Cleary, K., Daimler, E., Drake, J., Dupont, P. E., ... & Vermesh, O. (2017). Medical robotics—Regulatory, ethical, and legal considerations for increasing levels of autonomy. *Science Robotics*, 2(4), eaam8638. <https://doi.org/10.1126/scirobotics.aam8638>

Sağlık Bilimlerinde Teknoloji ve İnovasyon Disiplinlerarası Yaklaşım

Editör:
Özlem Ülkü BULUT

 **ÖZGÜR**
YAYINLARI

ISBN 978-625-5757-38-8

9 786255 757388