



İLERİ SAĞLIK TEKNOLOJİLERİ IV Dijitalleşmenin Işığında Tıp Bilimi ve Yeni Tıp Eğitimi



İşbu eserde yer alan veriler/bilgiler, yalnızca bilgi amaçlı olup, bu eserde bulunan veriler/bilgiler tavsiye, reklam ya da iş geliştirme amacına yönelik değildir. STM Savunma Teknolojileri Mühendislik ve Ticaret A.Ş. işbu eserde sunulan verilerin/ bilgilerin içeriği, güncelliği ya da doğruluğu konusunda herhangi bir taahhüde girmemekte, kullanıcı veya üçüncü kişilerin bu eserde yer alan verilere/bilgilere dayanarak gerçekleştirecekleri eylemlerden ötürü sorumluluk kabul etmemektedir. Bu eserde yer alan bilgilerin her türlü hakkı STM Savunma Teknolojileri Mühendislik ve Ticaret A.Ş.'ye aittir. Yazılı izin olmaksızın işbu eserde yer alan bilgi, yazı, ifadenin bir kısmı veya tamamı, herhangi bir ortamda hiçbir şekilde yayımlanamaz, çoğaltılamaz, işlenemez.

 STM ThinkTech

1. GİRİŞ

1970'lerden makine öğrenmesinin ortaya çıktığı 2010 yılına kadar geçen sürede veriler, spesifik bir amaç için düzenlenip belirsizliği ortadan kaldırarak ilgili olduğu konunun anlamını zenginleştirmekte kullanılmaktaydı. Bu dönemde hekimlerin karşılaştığı en büyük problem ise verilerin güvenilirliği ve ne zaman kullanılacağına bilinemeyişiydi.

Makine öğrenmesiyle ortaya çıkan yapay zekâ geçmişte bir bilimkurgu konusu olsa da artık bilgisayarların hatta bilgisayar kontrollü robotların dahi insan sezgilerini taklit ettiği bir gerçek haline gelmiştir. Yapay zekânın özellikle akıl yürütme, anlaşılabilirlik, genelleştirerek deneyimlerden öğrenme gibi özellikleri tıp eğitiminde çok önemli gelişmelerin de önünü açmaktadır. Büyük ölçüde ezber dayalı eğitim müfredatı artık sürekli büyüyen bir kaynaktan beslenen bilgilerin entegre edilerek kullanıldığı ve yetkinlik öğreten bir uygulamaya dönüşmeye başlamıştır. Ancak en önemli soru, baskın 20'nci yüzyıl "Tıp Eğitim Modeli"nin 21'inci yüzyılın artan yapay zekâ ve büyük veri uygulamalarıyla nasıl dönüşeceği^[1].

Tıp eğitiminin uzun süreli olması, içeriğinin zorluğu, öğrencilerin farklı algılama seviyeleri ve sürekli değişen ve gelişen tıbbi yaklaşımlar tıp eğitiminde gerekli reform için önemli rol oynamaktadır. Zaman içerisinde geleneksel eğitim sisteminin yanında probleme dayalı, hasta odaklı, toplum odaklı yeni eğitim programları gündeme gelmiştir. Tıp müfredatındaki yenilikler ve teknolojiye gelişmeler de tıp eğitiminde yeni arayışlara yol açmıştır. Yeni teknolojilere daha yatkın olan öğrencilerin teknolojik altyapıyla donatılmış sağlık eğitimine ve sağlık alanındaki

uygulamalara çok daha kolay ve hızlı bir şekilde uyum sağlayacakları düşünülmektedir^[2].

Tıp eğitimi; kaliteli ve özverili insan gücüne ihtiyaç duyan, emek yoğun bir eğitimidir. Değişim ve yenilenmenin en hızlı olduğu bilim alanlarından biri olan tıp eğitimi, eğiticiler ve eğitimi alacakların düzeyinin yanında, çok ayrıntılı ve detaya dayalı özelliklerde, pahalı fiziki yapılar ve teknolojik donanımların ihtiyaç duyulduğu bir alandır. Tıp eğitiminin sorunları birbiriyle yakın ilişkili gelişim dönemleriyle ilgili olup, tıp eğitimi öncesi, mezuniyet öncesi (tıp fakültesi dönemi), mezuniyet sonrası ve uzmanlık dönemlerini kapsar. Gelişen teknolojinin sunduğu imkânlarla hızlanan değişim ve yenileşmenin, sağlığı daha karmaşık ve pahalı hale getirmesiyle de sorunlar giderek artmaktadır^[3].

İleri Sağlık Teknolojileri Araştırma raporumuzun dördüncü ve son bölümünde dijitalleşmenin getirdiği yeniliklerle değişen tıp bilimini irdeleyerek, bunun tıp eğitimindeki etkilerini ele alacağız.

2. TIP EĞİTİMİNDE YENİ TEKNOLOJİLER

Günümüzde basit bilgisayar programlarını oluşturabilme yeteneği genel yaşam uygulamalarının bir parçası haline gelmiştir. İlkokul öğrencilerinin basit programlamayı öğrendiği bir çağda tıp öğrencilerinin program kodlama alanında yaşadığı eksiklik sadece yazılım kullanmaya ve internet güvenliğine yönelmesinden kaynaklanmaktadır.

Tıp öğrencileri ve doktorların bilgisayar programlama ve kullanımı için almaları gereken eğitimler, tedavi ve sağlık uygulamalarının yanında inovatif teknolojiler geliştirerek çalışma verimlerinin artması ve modern tıp dünyasına uyum sağlamaları için gereklidir. Bu sebeple tıp eğitiminde kullanılabilecek teknolojilerle ilgili temel bilgilerin ve bilgisayar programlama derslerinin tıp fakülteleri eğitim müfredatının bir parçası olması önemlidir^[4].

Tıp eğitiminde yoğunlukla tercih edilen teknolojiler aşağıda belirtilmiştir.

2.1 Yapay Zekâ

Yapay zekâ, tıp bilimi ve sağlık endüstrisinde keskinlik sunmaktadır. Klinik ve biyomedikal çalışmalar artan bir hızla tanı ve tahminleri geliştiren araçları benimserken yeni buluşlar çok daha hızlı bir şekilde gelişmekte ve tıbbi uygulamalara dahil olmaktadır. Tıp eğitimi de bu yeni teknolojilere aynı hızla adapte olmalıdır^[5].

Dördüncü Sanayi Devrimi ile gelen nesnelerin interneti, sanal gerçeklik, yapay zekâ ve robotlar gibi teknolojik gelişmeler tıp eğitiminde de dijital dönüşümün gerekliliğini yadsınamaz şekilde zorunlu kılmaktadır. Bu teknolojilerin getirdiği yenilik ve kolaylıklardan faydalanabilmek için, müfredatın bir an önce gözden geçirilerek yeniden yapılandırılması gerekmektedir.

Tıp eğitimini zenginleştirmek, kolaylaştırmak, öğrenci, eğitici ve ilgili idari süreçlerini desteklemek üzere, teknolojinin getirdiği olanaklarla dönüştürmek üzere bazı güncel metotlardan yararlanılabilir^[6].

Yapay zekâ, tıp eğitiminin yöntemlerini kökten değiştirebilecek özelliklere sahiptir. *Journal of Ethics*'de

yayınlanan bir makale, teknolojiye yaşanan gelişmelerin iletişim, empati ve yapay zekâ kullanımına dahil edildiği yeni tıp fakültesi müfredatlarının dönüşümün önünü açtığını göstermiştir. Makalede özellikle günümüz zorlu öğrenme koşullarının tıp öğrencilerinin ruh sağlığına olumsuz etkilerinden ve yapay zekâ reformuyla gelecek yeni müfredatın öğrenmeyi kolaylaştıran özelliklerinden bahsedilmektedir^[7].

Tıp eğitimi alan öğrencilere, yapay zekâ uygulamalarının dönüştürdüğü sağlık sektöründe tedavileri nasıl başarılı bir şekilde uygulayacaklarının da anlatılması günümüz müfredatlarının odaklanması gereken en önemli alan olarak düşünülmektedir^[1].

Geleceğin hekimlerinin yapay zekânın ne olduğunu iyi bilmeleri, kullanılan yeni aletlerin ve uygulamaların hastalara doğru aktarılması açısından önemlidir. Tıp eğitiminde, gelecekte de bütünlük ve empatinin önemi devam edeceğinden, yapay zekâ tek başına insanın yerini alamayacak gibi görünse de insan ve yapay zekâ etkileşiminin büyük oranda artması kaçınılmazdır. Geleceğin hekimleri tıbbi uygulamalarda hastalarla iletişimin insani yanının önemli bir kısmını oluşturacaktır. Yapay zekâ destekli makineler tedavide gereklilikleri belirleyerek uygularken şefkati ve duygusal desteği insanlara sunmaya devam edecektir.

Geleceğin hastalarının da birçok alanda bilgi sahibi olacağı düşünüldüğünde hekimlerin teknolojiyle ilgili gelebilecek sorulara karşı hazırlıklı olması yeni eğitim müfredatlarıyla mümkün olabilir^[8].

Yapay zekâ çağında gelişen eğitim müfredatlarıyla tıp öğrencilerinde yeni yetenekler de aranmaya





başlanacaktır. Bilişsel psikoloji bulgularının daha iyi kullanılması, insan ve makine etkileşiminin uyumu, bakım hizmetlerinde kullanılan makinelerin entegrasyon simülasyonlarının kullanımı ve daha birçok yeni yetenek önem kazanacaktır.

Tıp eğitiminin temelinde klinik bilgi ve uzmanlaşmak için pratik gerektiği herkes tarafından kabul edilse de 21'inci yüzyıl müfredatı doktorlara veri bakımından zengin yapay zekâ uygulamalarıyla daha da güçlü bir eğitim imkânı sunacaktır^[1].

2.1.1 Yapay Zekânın Tıp Alanındaki Uygulamaları

Tıp alanında her geçen gün Ar-Ge, tedavi, klinik işlemler, hastalar ve bakıcıların da kaynak olduğu çok yoğun veriler ortaya çıkmaktadır. Bu verilerin senkronizasyonu daha iyi bir sağlık ve tedavi altyapısına imkân vermektedir. Yapay zekâ uygulamaları bu verileri en iyi şekilde eşleştirdiğinden birçok insana yardım etme, hayatları kurtarma ve hatta tasarrufta bulunma potansiyeline sahiptir.

Bir araştırmaya göre büyük veri ve makine öğrenmesiyle desteklenen yapay zekâ, ilaç ve ecza alanında alınacak daha iyi kararlarla optimize edilmiş inovasyonlarla, gelişen verimlilikle, hekimler, tüketiciler ve sigortacılar için geliştirilen yeni aletlerle yıllık 100 milyar dolar değer kazandırabilir^[9].

Tıbbi görüntüleme uygulamaları yapay zekâ ile desteklendiğinde daha da güçlenebilmektedir. Tıbbi görüntüleme alanında en yaygın kullanım yüzde 60 ağırlıkla X-Ray taramalarıdır. Ancak bu görüntüleme teknolojisi genellikle düşük çekim kalitesi sebebiyle yüzde 25 oranında başarısız olmaktadır. Görüntü kalitesinin artırılması yapay zekâ desteği ile sağlanabilir.

Ayrıca MRI, CT, PET ve SPECT teknolojilerinin kullanıldığı hibrit yeni nesil medikal görüntüleme cihazları

da yapay zekâ desteği ile dijital görüntüleme ince detayda 3D ve 4D olasılıklarının önünü açmaktadır^[10].

Bir bilgisayar oyun firması olan Nvidia tıbbi görüntüleme alanında yatırım yapan firmalardan biridir. Clara Platformu içinde gelişmiş görüntüleme hizmetlerinin yanında tıbbi operasyonların daha detaylı gerçekleşmesi ve hastaların uzaktan gözlemlenmesi gibi özellikler üzerinde çalışılmaktadır.

Ocak 2019'da ise Intel ve GE Healthcare ortaklığı; doktorlara, hastaların tıbbi görüntüleme işlemi gerçekleşir gerçekleşmez tedavi önerileri sunabilen ve analiz gerçekleştirebilen bir yapay zekâ uygulamasının geliştirilmesi için çalışmalarını başlatmıştır. Uygulama yardımıyla röntgen teknisyeni ve uzmanlarıyla acil bakım çalışanlarına teşhislerin hızlanması için kritik bulguların iletilmesi hedeflenmektedir^[11].

Yapay zekâ robotik cerrahi uygulamalarda da oldukça büyük bir öneme sahiptir. Cerrahi operasyonlarda derinliğin, hızın ve keskinliğin arttığı robotik uygulamalar yapay zekâ desteği ile neredeyse hatasız bir netlikte gerçekleşmektedir. Ayrıca cerrahi robotlar uzun süre sabit durabilen ve geleneksel aletlerin giremediği yerlerde çalışabilen araçlar olduğundan büyük fayda sağlamaktadır. Yapay zekâ ise cerrahi robotlara operasyon sırasında uygulanabilecek en iyi ve hızlı prosedürleri uygulandırmakta ve milimetreden daha küçük keskinlikte çalışmayı sağlamaktadır^[12].

Klinik, radyolojik ve gen verilerinin yapay zekâ ile hızlı analizi Patolojik çalışmalarda da öne çıkmaktadır. Mikroskop görüntülerinin de ötesine geçerek çok daha keskin çalışmalara imkân veren yapay zekâ dijital görüntülerden kanser hücrelerini ve diğer hastalıkları hızlı bir şekilde teşhis edebilmektedir^[13].

Tıp biliminde yapay zekâ ayrıca aşağıdaki alanlarda da uygulanmaktadır^[9]:

- Hastalık Tanımlama/Teşhis
- Kişiselleştirilmiş Tedavi/Davranış Değişimi
- İlaç Keşfi/Üretimi
- Klinik Deney Araştırmaları
- Akıllı Elektronik Sağlık Kayıtları
- Salgınların Öngörülmesi
- Radyoloji ve Radyo Terapi

Günümüzde yapay zekâ uygulamaları teknik fotoğraflarla konulan tanılar değerlendirildiğinde insanlarla aynı derecede başarı göstermektedir. Yarattığı potansiyelle kaynakların kullanımını rahatlatırken yarattığı ekstra zaman sayesinde hekimlerin hastalarıyla daha fazla vakit geçirmelerine de imkân vermektedir. İngiliz hükümeti Ağustos 2019'da 250 milyon pound'luk bir yatırımla yeni bir Ulusal Sağlık Servisi (NHS) Yapay Zekâ Laboratuvarını finanse edeceğini duyurarak bu alana gösterilen önemi sergilemiştir^[14].

İngiliz hükümeti bu yatırımla gelişecek yapay zekâ uygulamalarıyla sağlıkta bakımı dönüştürerek bekleme sürelerini kısaltmayı ve teşhisleri geliştirmeyi amaçlamaktadır. Hükümet gelecek yıllarda Ulusal Sağlık Servisini yapay zekâ alanında dünya lideri yapmayı hedeflemektedir^[15].

Yapay zekâ destekli robotik ameliyatlara, ameliyat öncesi kayıtlar üzerinden cerrahı yönlendirerek hastaların hastanede kalış süresini yüzde 21 oranında

azaltabilmektedir. 379 ortopedi hastasının katıldığı bir çalışma, yapay zekâ destekli robotik operasyonların diğerlerine oranla beş kat daha az komplikasyonla sonuçlandığını göstermektedir.

Bir diğer yandan hastaları 7/24 en iyi bakım ihtiyaçlarına yönlendirebilen yapay zekâ destekli sanal hemşirelik asistanlarının sağlık endüstrisinde yıllık 20 milyar dolar tasarruf sağlayabileceği düşünülmektedir. Care Angel'ın sanal hemşirelik asistanı, yapay zekâ desteği ve ses analiziyle hastanın kendisini nasıl hissettiğini dahi kontrol edebilmektedir^[16].

Günümüzde kanser gibi hastalıkların erken teşhisinde kullanılmaya başlanan yapay zekâ, mamografi sonuçlarının incelenmesini 30 kat daha hızlı ve yüzde 99 başarılı bir şekilde yapabilmektedir. Giyilebilir tüketici ürünleri ve diğer medikal cihazlardan gelen verileri değerlendirebilen yapay zekâ uygulamaları ise kalp rahatsızlıklarının erken teşhisini sağlayabilmektedir^[17].

Stanford Üniversitesinin yaptığı bir araştırmada kullanılan yapay zekâ algoritmaları cilt kanserini gerçek hekimlerle aynı düzeyde teşhis edebilmektedir. Bir Danimarka yapay zekâ yazılım firmasının geliştirdiği algoritmalar ise acil müdahale ekipleriyle hastalar arasındaki konuşmalar sırasındaki ses stresi ve nefes alışverişleri izleyerek kalp krizlerini yüzde 93 başarıyla teşhis edebilmektedir.





Makine öğrenmesi algoritmalarıyla desteklenen yapay zekâ, sağlık sektöründe hızla benimsenmektedir. Bu sebeple gelecek nesil sağlık profesyonellerinin makine öğrenmesi tekniklerinin de dahil olduğu eğitim imkânı bulması tıp biliminin dönüşümünde kilit rol oynayacaktır^[18].

2.2 E-Öğrenme (e-learning)

E-Öğrenme, günümüzde dünyanın birçok ülkesinde tıp fakültelerinde öğrencilerin hizmetine sunulan bir diğer teknolojik gelişmedir. Modifiye edilebilir eğitimlerin, sesli ve görsel video kliplerin, sanal modellerin içinde bulunduğu yeni öğrenme platformları birçok avantaja sahiptir. Her şeyden önce geleneksel öğrenme yöntemlerine göre dijital olmaları sayesinde kolaylıkla güncellenerek kullanıcıların değişikliklerden anında haberdar olmasına imkân vermektedirler. Öğrencilerin kendilerine özel olarak yapacakları ayarlamalarla gerekli ve önemli konulara daha kolay ulaşmasını da mümkün kılmaktadırlar. Bazı e-öğrenme modellerinde eğiticiler öğrencinin katıldığı çevrimiçi değerlendirmeler ve eğitim sırasında izlediği yöntemlerle değerlendirme yapabilmekte ve özelleştirilmiş geribildirimler sağlayabilmektedir^[19].

E-öğrenme kullanıcılarının yarattığı büyük veri ile de yeni eğitim stratejileri, öğrenme eğilimleri, gelişim alanları, benzer çalışma grupları, eğitim trendi analizleri yapılabilmektedir^[20].

Ders içeriklerinin, sınavların, notların, tartışma panolarının olduğu, ödevlerin verilebildiği bir platform olan e-öğrenme'de elektronik ortamda sınavlar yapabilmekte, tartışma panolarında öğrenci ve eğiticinin katıldığı dersle ilgili konular tartışılabilir. Eğitici ödevler verip, değerlendirme ve takibini yapabilmekte ayrıca ders sonu eğitici değerlendirmesi yapmak da mümkün olmaktadır. Bu uygulamanın mobil versiyonuyla eğitimlere

akıllı cep telefonlarından ve diğer mobil cihazlardan da erişilebilmektedir^[6].

E-öğrenme uzmanlık eğitiminde de gittikçe önemli bir yer tutmaya başlamıştır. Öğrencilerin çevrimiçi bir topluluğun üyesi oldukları bu alanda, mezuniyet sonrası tıp eğitimi kaçınılmaz bir şekilde tarz ve içerik bakımından etkilenecektir. Eğitim tasarımlarında gittikçe artan oranda yeniden kullanılabilir öğrenme objeleri (RLO) ve semantik ağa dayalı modeller ortaya çıkmaktadır. Yeniden kullanılabilir öğrenme objeleri, basit bir diyagram veya resimden bir dizi eğitim senaryosuna kadar değişebilen eğitim kaynaklarıdır. Lego gibi olan bu kaynaklar, farklı eğitim programlarına uyarlanabilmektedir. Anlamsal ağlar veritabanında yer alan bilgilerin ilgili yazılımlar tarafından anlaşılabilir, yorumlanabilir ve kullanılabilir bir biçimde tasarlanmasını, veriye kolay ulaşmayı ve paylaşmayı sağlayan internet araçlarıdır^[21].

Bu sistem sayesinde öğrenciler kendileri için en uygun zaman diliminde çalışabilmektedir. Öğrenci kendi bireysel öğrenme hızında eğitimini ilerletebilmekte, geri dönüp tekrarlar yapabilmektedir. Eğiticiler, öğrencinin öğrenme seviyesini sürekli olarak takip edip yönlendirme yapabilmektedir. Ayrıca sistem sayesinde kitap taşımının zorluğu ve kitapların pahalı olmasının yarattığı dezavantaj hafifleyebilmekte, kitaplarla sağlanamayan video ve görsel eğitim desteklenmektedir^[6].

2.3 Sanal Gerçeklik

Tıp eğitiminde kullanılan yeni teknolojilerden biri de sanal gerçekliktir. Sanal gerçeklik simülasyonları uygulamada kullanılan aletlerin bütün hareketlerini ve kullanım güçlüklerini yansıtabilmektedir. Bu sayede elde edilen devasa veri setleri, yapay zekâ ile daha detaylı incelenerek ortaya çıkan durumların incelenmesi ve bu durumlara göre eğitimin sağlanması mümkün kılınmaktadır^[22].

Öğrencilerin okullara gitmeden evlerinde veya uygun mobil cihazlarla herhangi bir yerde sanal ortamda sunulan eğitime katılması önemli avantajlar sağlarken medikal üretim yapan firmaların sunduğu sanal gerçeklik ortamları cihazların test edilmesine imkân vermektedir.

Kadavra erişiminin sınırlı veya mümkün olmadığı ortamlarda bile sanal gerçeklikle detaylı kadavra eğitimi sağlanabilmektedir. Eğiticilerle canlı bağlantı imkânıyla da gerçek zamanlı bire bir eğitim mümkün olmaktadır^[23].

2.4 Artırılmış Gerçeklik

Fiziksel objelerin üzerine sanal bilgilerin ve yapıların yerleştirilebildiği artırılmış gerçeklik teknolojisi gözle görülen gerçekliğin değiştirilmesi veya artırılması için kullanılmaktadır. Tıp eğitiminde anatomi ve psikososyal mekanizmalarda artırılmış gerçeklik kullanımı öğrencilere vakalarla karşılaşmadan önce tecrübe imkânı verirken hekimlere daha keskin müdahale ve tedavi avantajı sunmaktadır^[24].

Aslında sanal gerçekliğin gerçek dünyaya yansıtılması şeklinde işleyen artırılmış gerçeklik teknolojisi uygun bir ekran, yapay zekâ, güçlü kameralar ve sensörler yardımıyla çalışmaktadır.

Artırılmış gerçeklik tedavi ve teşhiste hasta bilgilerine hızlı erişimde, cerrahide, acil müdahalelerde ve hasta bilgilendirmelerinde kullanılabilir. Artırılmış gerçeklik teknolojisi sağlık sektöründe önemli yeniliklere imkân tanırken hızla büyüyen bir pazara sahiptir. Küresel artırılmış gerçeklik pazarının 2020 yılında 1.5 milyar doları bulması beklenmektedir^[25].

2.5 Simülasyon Kullanımı ve Dijitalleşme

Simülasyon deneyimsel öğrenme yoluyla eğitimsel amaçları başarmak için gerçeğe olabildiğince yakınlandırılan bir ortamda rehberli öğrenmelerin gerçekleştirilmesi olarak tanımlanabilir. Simülasyon birçok eğitim türünde ve farklı disiplinlerde yararlanılabilen bir tekniktir. Öğrenme, değerlendirme ve araştırma amaçlı olarak kullanılmaktadır.

Tıp eğitiminde simülasyonun kullanımıyla teknik beceriler, problem çözme ve karar verme becerileri, iletişim becerileri geliştirilebilir. Gerçeklik (fidelity) simülasyonun gerçeğe yakın olması ve teknik kapasitesi bakımından yaygın kullanılan bir terimdir. Bu terim “düşük, orta ve yüksek” olmak üzere genelde üç kategoride ele alınmaktadır. Düşük gerçeklikli simülasyonlar genelde basit modeller iken, yüksek gerçeklikli simülasyonlar geribildirim mekanizması gelişmiş olan daha gerçekçi uygulamalar ve araçlardır.

Türü her ne olursa olsun simülasyona dayalı eğitimde öğrenmenin istenilen düzeyde gerçekleşmesi için açık ve ölçülebilir eğitim hedef ve sonuçları belirleme, eğitim müfredatına simülasyon uygulamalarını entegre etme, eğitim ortamını kontrol altında tutma, uygulama boyunca kullanım zorluk seviyesini artırma, bireysel öğrenmeye imkân sağlama, öğrenme deneyimi süresince öğrencilere geribildirim verme, tekrarlı uygulama sağlama gibi koşulların yerine getirilmesi gerekmektedir. Tüm

bu koşulların en iyi biçimde sağlanabilmesi için simülasyon merkezleri kurulmalıdır. Bu merkezler kurulurken uygun mimari, altyapı ve donanım ile nitelikli ve yeterli sayıda personel gerekmektedir. Bu merkezlerin eğitimsel açıdan doğru şekilde kullanılması durumunda öğrenmenin en etkili yollarından birinin simülasyona dayalı eğitim olduğu söylenebilir^[26].

Tıp eğitiminde özellikle öğrenciler için büyük kolaylık sağlayan ve teknolojiden faydalanılarak üretilmiş hasta taklidi yapan simülatörler, tıp öğrencileri tarafından, hasta ile temas etmeden önce gözetim altında tıbbi uygulamaları denemek ve gerekli becerileri kazanmak için tasarlanmıştır. Bu tasarımlarda bilgisayarlar, sanal gerçeklik, artırılmış gerçeklik ve yapay zekâdan faydalanılmaktadır^[27].

Artırılmış gerçeklik simülasyonları anatomi bilgilerini bir insan iskeleti veya maket üzerine yansıtarak öğrencilerin organlar, kemikler, travmalar veya hastalıklarla bire bir karşılaşmadan önce bunlar hakkında tecrübe edinmelerine imkân vermektedir. Geçmiş klinik vakalarında incelenememesi ve farklı teşhis ve tedavi tekniklerinin tekrar tekrar uygulanabilmesi öğrencilerin eğitimlerinin güçlendirilmesinde önemli bir avantaj sağlamaktadır.

Simülasyon uygulamalarının akıllı telefonlar, tabletler veya akıllı gözlüklere yüklenebilmesi herhangi bir yüzeyde hatta kampüs duvarlarında bile ders çalışmasına imkân vermektedir^[28].

LV Prased Göz Enstitüsünün geliştirdiği “Holo Göz Anatomisi” simülatörü öğrenciler tarafından göz anatomisinin artırılmış gerçeklikle yüksek detayda çalışmasına imkân sunmaktadır. Microsoft’un geliştirdiği “Hololens” ile çalışan uygulama önce üç boyutlu bir göz oluşturup daha sonra hololens ile oluşturulan gözün her detayının incelenmesini sağlamaktadır. Uygulama basit el hareketleriyle genişletme, yaklaştırma-uzaklaştırma hatta katman ve parçalara ayırma özelliklerine sahiptir^[29].

AccuVein ise insan vücudunda damarların yerlerinin tespiti için kullanılan önemli bir artırılmış gerçeklik simülatörüdür. AccuVein AV400 cihazıyla birlikte çalışan uygulama damar konumlarının ten üzerinde yüksek keskinlikte tespitiyle hastaların canını en az yakacak şekilde müdahale imkânı sunmaktadır. Ten rengi veya vücut tipi ayırt etmeden çalışan uygulama, öğrencilerin eğitiminde önemli rol oynamaktadır. Öğrencilere enjeksiyon uygulamaları için kendilerini geliştirme ve özgüven sağlayan uygulama 120 ülkede ve 3000’den fazla tesiste kullanılmaktadır^[30].

VeinSeek Pro simülatörü de AccuVein gibi damar yollarının tespitinde kullanılan bir artırılmış gerçeklik uygulamasıdır. AccuVein’den farklı olarak bu uygulama özel bir cihaza ihtiyaç duymadan iOS veya Android uyumlu herhangi bir akıllı cihazla kullanılabilir.

Kullanılan akıllı cihazın kamerası ve feneri yardımıyla damar yollarını ekranda gösterebilen yazılımın sadece eğitim amaçlı kullanılması önerilmektedir^[31].

Touch Surgey ise Johnson & Johnson Tıbbi Cihazlar ve Touch Surgery firmasının ortak tanıttığı bir artırılmış gerçeklik simülatörüdür. 150’den fazla simülasyonu



içeren uygulama iOS ve Android uyumlu bütün akıllı cihazlarda tamamen ücretsiz olarak kullanılabilir. ABD’de 100’den fazla tıp fakültesinin eğitim sistemine entegre edilen uygulama öğrencilere cerrahi prosedürlerde tecrübe kazandırmayı ve yeni cerrahi yöntemlerin test edilmesini amaçlamaktadır^[29].

Los Angeles Çocuk Hastanesi de internlerinin eğitiminde sanal gerçeklik simülasyonlarını kullanan sağlık kuruluşlarından biridir. Çok ağır vakaların bile simüle edilebildiği ve hastane eğiticileri tarafından geliştirilen uygulama, eğitim alan öğrencilere en zor koşullarda nasıl davranacaklarının pratiğini sağlamaktadır.

Stanford Üniversitesi Tıp Fakültesi sanal gerçeklik simülasyonlarını öğrencilerin eğitiminde kullanan bir diğer kuruluştur. 2016 yılında Nöroşirürji Simülasyon ve Sanal Gerçeklik Merkezinde faaliyete geçen eğitim uygulamasına “Cerrahi Tiyatro” adı verilmiştir. Sanal gerçekliği güçlendirmek için gerçek hastalardan alınan beyin taramalarının kullanıldığı simülasyonlar yüksek detayla çalışmaktadır^[32].

Hemşirelik de; bilişsel, psikomotor ve tutumsal davranışların kazandırılmasını gerektiren bir meslek olması nedeniyle, bu mesleğin eğitiminde yenilikçi uygulamaların kullanılması önem taşımaktadır. Gelişen teknolojiyle birlikte hemşirelik eğitiminde yeni öğrenme araçlarının kullanımı ve gelişimi de artmıştır. Teknoloji ve eğitimde

ortaya çıkan bu gelişmeler, bu iki alanın birlikteliğini beraberinde getirerek hemşirelik eğitiminde teknik ve teknik dışı becerilerin artırılmasında yaygın olarak kullanılan, güvenilir eğitim yöntemlerinden biri olan simülasyon uygulamalarının ve araçlarının yaygınlaşmasına fırsat vermiştir.

Hemşirelik eğitiminde simülasyon kullanımı; deneyime dayalı öğrenme imkânı sunarak, öğrencilerin kendilerine güvenlerinin artmasını ve klinik karar verme becerilerinin gelişmesini sağlamaktadır. Simülasyon kullanımı hemşirelik öğrencilerinin öğrenme yaşantıları ve mesleki becerilerine olumlu yönde katkı sağladığından; öğrencilerin, gerçek hasta bakım ortamından önce sanal ya da laboratuvar ortamında klinik yeterliliklerinin artırılması hedefine ulaşılmaktadır.

Öğrenciler kliniğe çıkmadan önce gerçeğe uygun senaryolarla bütünleşmiş gerçek klinik ortamı yansıtan bir laboratuvar ortamında mesleki becerilerini geliştirebilmektedirler. Simülasyon uygulaması, öğrencilere katkı sağladığından hemşirelik eğitiminde bir eğitim yöntemi olarak kullanılması ve yaygınlaştırılması önerilmektedir^[27].

2.5.1 Simülasyon Kullanımının Avantajları

Teknoloji ve eğitim alanındaki gelişmeler, simülasyon uygulamasına ve araçların yaygınlaşmasına imkân vermektedir. Hasta güvenliği, hasta haklarının artan önemi ve

öğrencilerin yeterliliklerini artırma çabaları, tıp eğitiminde simülasyon kullanımının yaygınlaştırılması için fırsat vermiştir^[33].

Simülasyon kullanımının pek çok faydası bulunmaktadır. Bunlardan bazıları şöyle sıralanabilir:

Öğrenciler gerçek hasta üzerinde üzerinde olanak bulamadıkları uygulamaları yapabilmektedir. Riskli ve karmaşık klinik durumların öğretilmesi gibi birçok tıbbi uygulama alanında beceri kazandırılmasında kullanılabilir.

Tıbbi uygulamaları ilk kez yapacak olan öğrencilerde ki strese bağlı hata yapma, hastaya zarar verebilme olasılığına karşı bir deneyim kazanma ortamı sağlanmaktadır. Klinik durumlarda oluşabilecek tıbbi hatalar asgari düzeye indirilmektedir.

Uygulama istendiği zaman, açıklama veya düzeltme yapmak için eğitmen tarafından durdurulabilmektedir. Aynı anda birçok katılımcı aynı uygulamayı yapabilmekte, daha zor uygulamalar tekrar tekrar yapılabilmektedir. Beceri veya basamak sırası istendiği zaman ve gerektiği sıklıkla tekrarlanabilmektedir. Simülasyonlar eğitimde standardizasyonun sağlanması açısından kritik önem taşımaktadır^[2].

Simülasyonlar klinik işlemler dışında model üzerinde pratik uygulamaların da yapılmasına olanak sağlamaktadır. Az görülen hastalıklar veya senaryoların daha fazla oranda tekrarlanması sağlanırken eğitim süresi kısalmaktadır. Ayrıca farklı senaryolar üzerinden sonuca varma ve karar verme becerilerinin kazandırılması hususlarında Tıp Fakültesi, Hemşirelik Yüksek Okulu ve uzmanlık öğrencilerinin eğitimlerine katkı sağlamaktadır.

Tıp ve sağlık eğitiminde öğrencilerin mesleki beceriler konusunda daha yeterli hale getirilmesi, becerilerin belirli standartlara dayandırılması, öğrencilere hangi becerilerin ne düzeyde kazandırılacağına tesadüflere bırakılmaması eğitimin temel hedefleri arasında olmalıdır. Öğrencilere bilginin yanı sıra yeterli düzeyde mesleki beceri kazandırması, karmaşık beceri ve senaryolarla

üst düzey eğitimlerin verilmesi ileri teknolojiye sahip modeller ve simülasyonların kullanılmasıyla gerçekleştirilebilecektir. Ayrıca bu modellerin ülke çapında tıp eğitiminde yaygın olarak kullanılmasıyla sağlık personelinin yeni geliştirilen sağlık sistemine daha kolay ve hızlı entegrasyonu da sağlanacaktır^[2].

3. TIP EĞİTİMİNİN DÖNÜŞÜMÜ VE UZMANLIKLARIN YENİDEN DEĞERLENDİRİLMESİ

Mezuniyet sonrası tıp eğitiminin geleceğini yönlendirecek olan en önemli şey, sağlık sistemini ve hizmet sunum modelini etkileyen değişim trendleridir. Tıp bilimi teknolojiye gelişmelerle 19'uncu yüzyılda anatomiye, 20'nci yüzyılda fizyolojiye odaklanmışken, 21'inci yüzyılda moleküler biyolojiye yönelmiştir. Araştırmalar, hastalıkların genetik ve moleküler düzeyde anlaşılmasına fırsat vermektedir. Günümüz bilimi genetiğin sağlığı diğer belirleyicileriyle etkileşimini açığa çıkarmaya başlamıştır. 20'nci yüzyılın sonlarında fiber optik ve dijital görüntüleme gibi öne çıkan teknolojiler, başka teknolojilerle birleşerek hızla gelişmiştir. Birçok alanda robotlar kullanılmaya başlanmış, uzaktan tanı, monitorizasyon ve cerrahide uzaktan müdahale olanakları doğmuştur. Gelişen teknolojiler fiziksel alana uygulandığında, gelişmiş sentetik materyallerin tasarımı ve üretimi başlamıştır.

Tıp uygulamaları, biyomedikal bilimlerin ve teknolojinin spesifik bir probleme uygulanmasından ibaret değildir. Doktorlar sadece uygulamacı bilim adamları ve tıp bilimi uzmanları değil, aynı zamanda hasta merkezli bir hizmet sürecinde bilgileri birleştirici, iletişim kurucu, sağlığı savunucu, yönetici ve profesyonellerdir. Bu yüzden teknolojinin varlığı robotların ve yapay zekânın yakın gelecekte sağlık çalışanlarının yerini alacağı yanılgısına yol açmamalıdır. Yine de yapay zekâ ve robot destekli cerrahi ile uzaktan cerrahi girişimlerinin, gelişmiş



dijital görüntülemelerle eşzamanlı olarak yapılabilmesi bu uygulamaların daha da yaygınlaşacağı izlenimini vermektedir^[21].

Yapay zekâ, tıp biliminde mezuniyet sonrası uzmanlıkların ve yetkinliklerin değerlendirilmesinde önemli bir rol oynamaktadır. Özellikle cerrahi alanda uzman hekimlerin bilgilerini güncel tutması ve sürekli olarak yetkinlik değerlendirmelerinden geçmeleri hasta güvenliği ve tedavi başarısı için kritik öneme sahiptir. Sanal gerçeklik simülasyonları değerlendirme sırasında gerçekleşen her hareketi ve gücü kaydedebilen uygulamalar olduğundan ortaya çıkan verilerin yapay zekâ ile değerlendirilmesi ve cerrahin performansının belirlenmesi mümkün olmaktadır^[22].

Stanford Üniversitesi öğrencilerinden Amy Jin'in hocalarıyla birlikte geliştirdiği bir yapay zekâ uygulaması ise güncel teknolojilerin hekimlerin yetkinlik değerlendirilmelerinde ne kadar kullanışlı olduğunun bir örneğidir. Cerrahi alanda yapılan işlemleri izleyip değerlendiren uygulama her hareketi izleyerek zamanlamaları kaydetmekte ve bu verilerle cerrahların yetkinliklerinin ölçümünü yapmaktadır^[34].

Son teknoloji uygulamalarından biri olan Elektronik Sağlık Kayıtları ise hasta güvenliğinin artmasına destek vermektedir. Hastaların yazılan reçeteleri ve hangi doktor tarafından yazıldığı, alerji ve diğer kronik rahatsızlıkları, hangi sıklıkla hastane ziyareti gerçekleştirdiği ve ziyaretlerde geçirilen süreler, tedavi süreleri ve daha birçok verinin saklandığı elektronik kayıtlar gelişen tıp dünyasında kritik bir rol oynamaktadır. Bu kayıtların doğru bir şekilde girilmesi ve kullanılması için mevcut hekimlerle geleceğin hekim adaylarının doğru eğitim ve uygulamalarla güçlendirilmesi önemlidir^[35].

Elektronik sağlık kayıtlarının detaylı bir şekilde tutulabilmesi ise zaman alabilen bir işlem olduğundan doktorların kullanım sürelerini hızlandırmak amacıyla ses tanıma teknolojileri ile verilerin girişlerinin yapıldığı uygulamalar da bulunmaktadır. Dil tanıma özelliklerinin geliştiği günümüzde giderek yaygınlaşan konuşma kaydetme yazılımları geliştikçe tıp alanında kullanımlarının artması mümkün görülmektedir^[36].

Elektronik sağlık kayıtlarının medikal hataları azalttığı ve hasta güvenliği ile iş memnuniyetini artırdığı gözlemlense de karışık ekran uygulamaları, hatalı veri girişleri, klinik ve kullanıcı uyumsuzlukları gibi problemlerle de karşılaşılmaktadır^[37].

Güvenlik ve gizlilik de elektronik sağlık kayıtlarının önemli bir özelliğini oluşturmaktadır. Veri şifreleme, şifre koruma, anket izleme, ONC-ATCB sertifikasyonu gibi güvenlik uygulamaları birçok sağlık kayıt programında standart olarak kullanılmaktadır. Yeni nesil yetişen hekimlerle mevcut hekimlerin bütün bu uygulamaları en doğru şekilde kullanması doğru yönlendirmelerle mümkün olmaktadır^[38].

Gelecekte teknolojik gelişmelerin tıp bilimine kattığı değerler hekimleri güçlendirirken yapay zekâ ve robotik uygulamaların hekimlerin yerini almaktan çok işlerini kolaylaştıracak asistanlar olarak görev almasının daha mümkün olduğu düşünülmektedir. Ancak dijitalleşme

çağında çalışma alanlarında teknolojik gelişmelerle insan etkisinin azalabileceği ve otonomlaşacak uzmanlık dalları da bulunmaktadır. Radyoloji bu alanların en başında bulunmaktadır. Görüntü işleme ve analiz işlemlerinin otonomlaşması radyologlara ve teknik personellere duyulacak ihtiyacı azaltacaktır.

Robotik cerrahi de teknolojiden etkilenen uzmanlık dallarından biridir. Her ne kadar insan müdahalesine ihtiyaç duyulsa da hassas ve hatasız çalışabilen robotlar cerrahi alanda yaygınlaştıkça hekimlerin operasyonlarda yaşadığı zorlukların azalmasıyla çalışma süreleri ve ihtiyacında aynı oranda etkilenmesi mümkün görülmektedir.

Acil müdahale sisitemleri de hemşireler ve acil doktorlarının destekçi olarak bu uzmanlık alanında duyulacak ihtiyacı azaltabilir. İlk müdahale ve basit işlemler için kullanılacak otonom sistemler acil hizmetlerde hastaların hızlı bir şekilde tedaviye alınmalarında önemli bir rol oynayacaktır^[39].

4. SONUÇ

Teknolojik devrimlerin yaşandığı günümüzde tüm sektörlerde yeniden yapılanmayı gerektiren dijital dönüşümün getirdiği olumlu etkilerin tıp eğitiminde de görülmesi ve süreçlerin bu bakışla yeniden gözden geçirilerek oluşturulması büyük fırsatlar ve kolaylıklar sunmaktadır.

Dijital dünyaya doğan yeni nesillerin teknolojiyle olan ilişkileri önceki nesillere göre çok daha sıkı ve teknolojiyi eğitimde kullanma beklentileri de doğal olarak çok daha yüksektir. Meslek hayatları boyunca pek çok teknolojik araçtan faydalanacak olan sağlık öğrencilerinin eğitimleri sırasında temel teknik donanımı da alarak yetişebilmeleri için dijital dönüşümü iyi yönetmek ve onlara bu yetkinlikleri kazandırmak gerekmektedir. Tıp eğitiminde dönüşüm, eğitimcilerde fırsatlar ve açılımlar sağlamaktadır^[6].

Sağlıkta dijitalleşme ile doktorlar hastanın bilgisine zaman ve mekân farkı olmaksızın erişebilecek, hastalıkların uzaktan, sürekli takibi mümkün olacak, kişinin genetik bilgisi, yaşam alışkanlıkları ve semptomları ışığında ayırıcı tanı ve uygulanabilir olası tedaviler doktorun ekranına düşecektir. Sensörler ve giyilebilir teknolojilerle kişilerden 7/24 veri toplanabilecek, drone ambulanslar sayesinde dakikalar içinde acil durumlara müdahale edilebilecektir. Kâğıtsız dijital hastaneler ve verilerin hasta başında girilmesi tıbbi hataları en aza indirecektir. Dijital gelişmeler, evde bakımı öncelikli sağlık hizmeti haline getirecek, sağlık okuryazarlığının geliştirilmesi ve insanların sağlıklı yaşama özendirilmesi için kullanılacaktır. Dijitalleşme, diğer yandan bilginin globalleşmesini, sağlıkta sınırların kalkmasını, hastaların sınır tanımsızın istedikleri ülkede teşhis ve tedavi yöntemlerinden yararlanmalarını sağlayacaktır^[40].

Bu nedenle tıp fakültelerinde, tıp bilşimi, dijital teknolojiler ve inovasyon dersleri verilmeli, doktor ve hemşireler geleceğe en iyi şekilde hazırlanmalıdır. Özellikle süreç iyileştirme konusunda hastanelerde inovasyon ve dijital kullanım desteklenmelidir. Bu süreçte sağlığın git-tikçe kişiselleşeceği de unutulmamalıdır.

KAYNAKÇA

- [1] Wartman, Steven A.; Combs, C. Donald; (2018), "Medical Education Must Move From the Information Age to the Age of Artificial Intelligence", *Academic Magazine*, (Ağustos 2018), https://journals.lww.com/academicmedicine/Fulltext/2018/08000/Medical_Education_Must_Move_From_the_Information.15.aspx. (Erişim Tarihi: 17 Aralık 2019)
- [2] Parlak, Adem; Develi, Sedat; Sezer, Barış; Yazar, Fatih; (2015), "Tıp Eğitimi ve İleri Teknoloji Uygulamaları", *Medical Education and Advanced Technology Applications*, (29 Temmuz 2015), <http://www.jcam.com.tr/files/KATD-3738.pdf>. (Erişim Tarihi: 17 Aralık 2019)
- [3] Öztürk, Recep; (2017), "Tıpta uzmanlık eğitiminde sorunlar ve çözüm önerileri", *Sağlık Düşüncesi ve Tıp Kültürü*, (Aralık-Ocak-Şubat 2017- 2018), <http://www.sdplatform.com/Yazilar/Kose-Yazilari/545/Tipta-uzmanlik-egitiminde-sorunlar-ve-cozum-onerileri.aspx>. (Erişim Tarihi: 17 Aralık 2019)
- [4] E Morton, Caroline; F Smith, Susan; Lwin, Tommy; George, Michael; Williams, Matt; (2019), "Computer Programming: Should Medical Students Be Learning It?", *US National Library of Medicine National Institutes of Health*, (22 Mart 2019), <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6450476/>. (Erişim Tarihi: 17 Aralık 2019)
- [5] B. Kolachalama, Vijaya; Garg, Priya S.; (2018), "Machine learning and medical education", *npj Digital Medicine*, (27 Eylül 2018), <https://www.nature.com/articles/s41746-018-0061-1>. (Erişim Tarihi: 17 Aralık 2019)
- [6] Beykoz, Melike; (2018), "Tıp Eğitiminde Teknoloji ve Yapay Zekâ Kullanımı", *turk-internet.com*, (24 Mayıs 2018), <https://turk-internet.com/tip-egitiminde-teknoloji-ve-yapay-zeka-kullanimi/>. (Erişim Tarihi: 17 Aralık 2019)
- [7] Capel, Alyssa; (2019), "How Can Artificial Intelligence Improve Medical Education?", *Rheumatology Advisor*, (18 Mart 2019), <https://www.rheumatologyadvisor.com/home/topics/practice-management/how-can-artificial-intelligence-improve-medical-education/>. (Erişim Tarihi: 17 Aralık 2019)
- [8] *AI Med*, (2019), "The impact of AI on medical education", (17 Nisan 2019), <https://ai-med.io/the-impact-of-ai-on-medical-education/>. (Erişim Tarihi: 17 Aralık 2019)
- [9] *omicsonline.org*, "The role of AI & Machine Learning in Medical Science", <https://www.omicsonline.org/conferences-list/the-role-of-ai-machine-learning-in-medical-science>. (Erişim Tarihi: 17 Aralık 2019)
- [10] *Open Medscience*, "Artificial Intelligence in Cancer Imaging", <https://openmedscience.com/artificial-intelligence-medical-imaging/>. (Erişim Tarihi: 17 Aralık 2019)
- [11] Sarkar, Sharmistha; (2019), "AI in Medicine: On the Way to Growth", *Imaging Technology News*, (9 Ekim 2019), <https://www.itonline.com/article/ai-medicine-way-growth>. (Erişim Tarihi: 17 Aralık 2019)
- [12] *Robotics Online*, (2019), "Robotic Surgery: The Role of AI and Collaborative Robots", (7 Eylül 2019), <https://www.robotics.org/blog-article.cfm/Robotic-Surgery-The-Role-of-AI-and-Collaborative-Robots/181>. (Erişim Tarihi: 17 Aralık 2019)
- [13] Khan Niazi, Muhammad Khalid; Parwani, Anil V; Gurcan, Metin N; (2019), "Digital pathology and artificial intelligence", *Lancet*, (Mayıs 2019), [https://www.thelancet.com/journals/lanonc/article/PIIS1470-2045\(19\)30154-8/fulltext](https://www.thelancet.com/journals/lanonc/article/PIIS1470-2045(19)30154-8/fulltext). (Erişim Tarihi: 17 Aralık 2019)
- [14] *Guardian*, (2019), "AI equal with human experts in medical diagnosis, study finds", (24 Eylül 2019), <https://www.theguardian.com/technology/2019/sep/24/ai-equal-with-human-experts-in-medical-diagnosis-study-finds>. (Erişim Tarihi: 17 Aralık 2019)
- [15] *Guardian*, (2019), "Boris Johnson pledges £250m for NHS artificial intelligence", (8 Ağustos 2019), <https://www.theguardian.com/society/2019/aug/08/boris-johnson-pledges-250m-for-nhs-artificial-intelligence>. (Erişim Tarihi: 17 Aralık 2019)
- [16] Marr, Bernard; (2018), "Boris Johnson pledges £250m for NHS artificial intelligence", *Forbes*, (27 Temmuz 2018), <https://www.forbes.com/sites/bernardmarr/2018/07/27/how-is-ai-used-in-healthcare-5-powerful-real-world-examples-that-show-the-latest-advances/#11fc3de65dfb>. (Erişim Tarihi: 17 Aralık 2019)
- [17] *PwC*, "No longer science fiction, AI and robotics are transforming healthcare", <https://www.pwc.com/gx/en/industries/healthcare/publications/ai-robotics-new-health/transforming-healthcare.html>. (Erişim Tarihi: 17 Aralık 2019)
- [18] Marr, Bernard; (2018), "How Is AI Used In Healthcare - 5 Powerful Real-World Examples That Show The Latest Advances", *Forbes*, (27 Temmuz 2018), <https://www.forbes.com/sites/bernardmarr/2018/07/27/how-is-ai-used-in-healthcare-5-powerful-real-world-examples-that-show-the-latest-advances/#45dad695dfb>. (Erişim Tarihi: 17 Aralık 2019)
- [19] Roy, Huynh; (2017), "The Role of E-Learning in Medical Education", *Academic Medicine*, (Nisan 2017), https://journals.lww.com/academicmedicine/FullText/2017/04000/The_Role_of_E_Learning_in_Medical_Education.13.aspx. (Erişim Tarihi: 17 Aralık 2019)
- [20] *Inside Big Data*, (2019) "E-Learning and Your Big Data – Effective Analysis", (10 Mart 2019), <https://insidebigdata.com/2019/03/10/e-learning-and-your-big-data-effective-analysis/>. (Erişim Tarihi: 17 Aralık 2019)
- [21] Aydın, Sabahattin; (2016), "Tıpta uzmanlık eğitiminde gelecek öngörüler", *Medimagazine*, (10 Kasım 2016), <https://www.medimagazin.com.tr/guncel/tr-tipta-uzmanlik-egitiminde-gelecek-ongoruleri-11-22-71874.html>. (Erişim Tarihi: 17 Aralık 2019)
- [22] Winkler-Schwartz, Alexander; Bissonnette, Vincent; Mirchi, Nykan; (2019), "Artificial Intelligence in Medical Education: Best Practices Using Machine Learning to Assess Surgical Expertise in Virtual Reality Simulation", *Science Direct*, (Kasım-Aralık 2019), <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1931720419301060>. (Erişim Tarihi: 17 Aralık 2019)
- [23] *heizenrader.com*, <https://heizenrader.com/ar-vr-mixed-healthcare/>. (Erişim Tarihi: 17 Aralık 2019)
- [24] Pantelidis, Panteleimon; Chorti, Angeliki; Papagiouvanni, Ioanna; (2017), "Virtual and Augmented Reality in Medical Education", *IntechOpen*, (20 Aralık 2017), <https://www.intechopen.com/books/medical-and-surgical-education-past-present-and-future/virtual-and-augmented-reality-in-medical-education>. (Erişim Tarihi: 17 Aralık 2019)
- [25] Sanchez, Jasmine; "Augmented Reality in Healthcare", *Plug and Play Tech Center*, <https://www.plugandplaytechcenter.com/resources/augmented-reality-healthcare/>. (Erişim Tarihi: 17 Aralık 2019)
- [26] Sezer, Barış; Elçin, Melih; (2017), "Tıp Eğitiminde Simülasyon", *Research Gate*, (Haziran 2017), https://www.researchgate.net/publication/318543216_TIP_EGITIMINDE_SIMULASYON. (Erişim Tarihi: 17 Aralık 2019)
- [27] Görüş, Songül; Bilgi, Nevin; Bayındır, Sevda Korkut; (2014), "Hemşirelik Eğitiminde Simülasyon Kullanımı", *Dergipark*, (15 Mayıs 2014), <https://dergipark.org.tr/en/pub/duzcesbed/issue/4846/66607>. (Erişim Tarihi: 17 Aralık 2019)
- [28] Shugalo, Inga; (2019), "AR in healthcare: from medical training to patient education", *IT Transition*, (30 Ekim 2019), <https://www.ittransition.com/blog/ar-in-healthcare-from-medical-training-to-patient-education>. (Erişim Tarihi: 17 Aralık 2019)
- [29] Kumar, Satish; (2018), "5 Super Simple (yet effective) AR Apps and their Successful Entry in the World of Augmented Reality Healthcare Applications: Augrealitypedia", *AugRealityPedia*, (11 Şubat 2018), <https://www.augrealitypedia.com/augmented-reality-healthcare-applications/>. (Erişim Tarihi: 17 Aralık 2019)
- [30] *Accuvein*, "Vein Visualization Becoming Training Standard in Medical Education", <https://www.accuvein.com/news/vein-visualization-becoming-training-standard-in-medical-education/>. (Erişim Tarihi: 17 Aralık 2019)
- [31] *ditchdocem.com*, (2016), "New iPhone Vein Finder App", (19 Aralık 2016), <https://www.ditchdocem.com/2016/12/19/new-smartphone-vein-finder-app/>. (Erişim Tarihi: 17 Aralık 2019)
- [32] Breining, Greg; (2018), "Future or fad? Virtual reality in medical education", *AAMC*, (28 Ağustos 2018), <https://www.aamc.org/news-insights/future-or-fad-virtual-reality-medical-education>. (Erişim Tarihi: 17 Aralık 2019)
- [33] Midık, Özlem; Kartal, Mehtap; (2010), "Simulation-based medical education", *Marmara Üniversitesi*, <http://dspace.marmara.edu.tr/handle/11424/1925>. (Erişim Tarihi: 17 Aralık 2019)
- [34] Richter, Ruthann; (2018), "Superstar", *Stanford Medicine*, <https://stanford.stanford.edu/2018fall/young-scientist-artificial-intelligence-measures-surgeons-skill.html>. (Erişim Tarihi: 17 Aralık 2019)
- [35] *USF Health*, "What is EMR?", <https://www.usfhealthonline.com/resources/key-concepts/what-are-electronic-medical-records-emr/>. (Erişim Tarihi: 17 Aralık 2019)
- [36] Hecht, Jeff; (2019), "The future of electronic health records", *Nature*, (25 Eylül 2019), <https://www.nature.com/articles/d41586-019-02876-y>. (Erişim Tarihi: 17 Aralık 2019)
- [37] *Patient Safety Network*, (2019), "Electronic Health Records", (Eylül 2019), <http://psnet.ahrq.gov/primer/electronic-health-records>. (Erişim Tarihi: 17 Aralık 2019)
- [38] Hedges, Lisa; (2018), "EHR Security Measures, Explained (Or: How I Learned to Stop Worrying and Love the Software)", *Software Advice*, (26 Nisan 2018), <https://www.softwareadvice.com/resources/ehr-security-measures/>. (Erişim Tarihi: 17 Aralık 2019)
- [39] *Quora*, "Which medical specialties will be replaced by robots/AI in the future?", <https://www.quora.com/Which-medical-specialties-will-be-replaced-by-robots-AI-in-the-future>. (Erişim Tarihi: 17 Aralık 2019)
- [40] Tezcan, Cenk; (2018), "Sağlığın dijital dönüşümü", *Sağlık Düşüncesi ve Tıp Kültürü Platformu*, (22 Haziran 2018), <http://www.sdplatform.com/Dergi/1086/Sagligin-dijital-donusumu.aspx>. (Erişim Tarihi: 17 Aralık 2019)



thinktech
STM Teknolojik Düşünce Merkezi
<http://thinktech.stm.com.tr>

