

Eğitim 5.0'a Geçişin Engelli Öğrenciler ve Erişilebilirlik Açısından Etkileri

The Effects of the Transition to Education 5.0 on Students with Disabilities and Accessibility

Mustafa Özhan Kalaç^{1*}, Murat Kılınç²

¹Manisa Celal Bayar Üniversitesi, İşletme Fakültesi, İşletme Bölümü, Manisa, Türkiye

²Manisa Celal Bayar Üniversitesi, Bilgisayar Araştırma ve Uygulama Merkezi, Manisa, Türkiye

Orcid: M. Ö. Kalaç (0000-0002-3995-1271), M. Kılınç (0000-0003-4092-5967)

Özet: Toplum yapısını köklü reformlar ile birlikte değiştiren endüstriyel devrimler, beraberinde birçok sektörü etkileyerek yeni çalışma alanlarının açılmasını ve gelişmesini sağlamaktadır. Bu gelişim süreci sırasıyla avcı toplumu, tarım toplumu, sanayi toplumu ve bilgi toplumu olarak nitelendirilmektedir. Bilgi toplumunun bir sonraki aşaması ise süper akıllı toplum yapısı (Toplum 5.0) dir. Fiziksel ve sanal dünya arasında gelişmiş bir bağlantı kuracak olan toplum 5.0, birçok sektörde köklü değişiklikler yapma potansiyeline sahiptir. Bu doğrultuda, toplum 5.0 gereksinimleri içerisindeki dijitalleşme olgusunu en çok deneyimleyen alanlardan birisi de eğitim sektörüdür. Eğitim 5.0 olarak adlandırılan bu süreç, öğrencilerin bireysel özellikleri, ihtiyaçları ve öğrenme tarzlarına göre kişiselleştirilmiş öğrenme deneyimi sunmayı hedefleyen bir eğitim modelidir. Bu model aynı zamanda, teknolojinin öğrenme sürecine entegre edilmesini ve öğrencilerin dijital becerilerinin geliştirilmesini de içermektedir. Eğitim 5.0 sürecinin özellikle Covid-19 pandemi dönemiyle birlikte daha da hızlandığı ve adeta büyük bir değişim geçirerek yeniden yapılandığı ve çevrimiçi platformlara ağırlık verildiği söylenebilir. Eğitim 5.0 tüm bu yönlerinin yanında engellilerin eğitim hayatına katılması ve başarılı olmaları açısından yepyeni imkanlar sunmaktadır ve oldukça önemlidir. Üniversitelerde ve ilk ve orta öğretim kurumlarında eğitimde teknolojilerinin doğru ve etkin kullanımı sayesinde engelli öğrencilerin ihtiyaçlarının tespitinden, uyarlanmış ders materyallerinin hazırlanmasından fırsat eşitliği içerisinde ölçme ve değerlendirme yapılmasına kadar birçok konuda iyileştirmeler sağlanabilir. Literatür taraması içeren ve nitel olan bu çalışmada literatüre dayalı olarak yeni teknolojilerin engellilerin eğitim süreçlerinde kullanımı ve Eğitim 5.0 uygulamalarının engellilere yönelik olarak sağlayabileceği katkılar ve sorunlar ortaya konulup öneriler getirilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Eğitim teknolojileri, Eğitim 5.0, Engelli, Erişilebilirlik

Abstract: The industrial revolutions that have changed the social structure through radical reforms have enabled the opening and development of new job opportunities by affecting many sectors. This development process is characterized as the hunter-gatherer society, agricultural society, industrial society, and information society respectively. The next stage of the information society is the super-intelligent society structure (Society 5.0). Society 5.0, which will establish an advanced connection between the physical and virtual worlds, has the potential to make radical changes in many sectors. In this regard, one of the areas that experiences the phenomenon of digitalization within the requirements of Society 5.0 is the education sector. This process, called Education 5.0, is an educational model that aims to provide personalized learning experience according to the individual characteristics, needs, and learning styles of the students. This model also includes the integration of technology into the learning process and the development of students' digital skills. It can be said that Education 5.0 has accelerated even more, especially with the Covid-19 pandemic period, and has undergone a great transformation, focusing on online platforms. In addition to all these aspects, Education 5.0 offers brand new opportunities for disabled people to participate in education life and be successful, and it is very important. Thanks to the correct and effective use of technologies in education in universities and primary and secondary education institutions, improvements can be achieved in many areas, from identifying the needs of students with disabilities, preparing adapted course materials, and making measurement and evaluation in an equal opportunity. In this qualitative study, which includes a literature review, the use of new technologies in the education processes of the disabled and the contributions and problems that Education 5.0 applications can provide for the disabled are presented and suggestions are made based on the literature.

Keywords: Educational technologies, Education 5.0, Disability, Accessibility

* İletişim Yazarı / Corresponding author. Eposta/Email : ozhan.kalac@cbu.edu.tr

Geliş Tarihi / Received Date: 19.04.2023 — Kabul Tarihi / Accepted Date: 29.05.2023

doi: 10.32329/uad.1285615

1. Giriş

Gelişen teknolojiyle birlikte günümüzde birçok sektör dolaylı veya doğrudan olarak değişim geçirmektedir. Bu değişimde sanayi devrimlerinin etkisi oldukça büyüktür. İlk olarak 17. yüzyılda birinci sanayi devrimi ile su ve fosil yakıtlardan sağlanan mekanik güç ile başlayan süreç, ikinci sanayi devriminde elektrik enerjisi ve seri üretim ile devam etmiştir (Javaid vd., 2020). Üçüncü sanayi devriminde bilgi teknolojilerinin oluşturulmasıyla birlikte otomasyon kavramıyla tanışan sektörler son olarak endüstri 4.0 ile nesnelerin interneti (IoT), büyük veri, yapay zekâ, artırılmış gerçeklik, 3 boyutlu baskı, akıllı robot otomasyon sistemleri ve bulut bilişim teknolojileriyle entegre olmuştur (Nahavandi, 2019).

Endüstri 4.0 ile yakalanan ve hala devam eden dijitalleşme olgusunun gelecek zaman diliminde yerini endüstri 5.0 ile tamamen insansız teknolojilere bırakması beklenmektedir. Toplum 5.0 temelinde akıllı dijital bilgi ve otomatik üretim teknolojilerinin bir araya gelmesinden oluşmaktadır (Lantada, 2020). Süper akıllı topluma dönüşüm sürecinde bu temel unsurlar pek çok sektörde geleneksel yöntemlerin değişmesine neden olmaktadır. Eğitim de bu alanların başında gelmektedir. Öyle ki, bilişim teknolojileri son 20 yılda eğitim sektörü açısından önemli bir araç olmuş ve her geçen gün önemini daha da arttırmıştır (Christensen vd, 2013).

Eğitim 5.0 olarak adlandırılan bu süreç, öğrencilerin bireysel özellikleri, ihtiyaçları ve öğrenme tarzlarına göre kişiselleştirilmiş öğrenme deneyimi sunmayı hedefleyen bir eğitim modelidir. Bu model aynı zamanda, teknolojinin öğrenme sürecine entegre edilmesini ve öğrencilerin dijital becerilerinin geliştirilmesini de içermektedir. Eğitim 5.0 sürecinin özellikle Covid-19 pandemisiyle birlikte daha da hızlandığını (Telli, & Altun, 2020) ve adeta büyük bir değişim geçirerek yeniden yapılanarak ve çevrimiçi platformlara ağırlık verildiğini söylemek mümkündür.

Eğitim sektörü açısından oldukça büyük öneme sahip olan bu teknolojiler, engelli öğrenciler ve öğretmenler açısından ise vazgeçilmez bir araç olma özelliği göstermektedir.

Engelli öğrencilerin ve öğretmenlerin fırsat eşitliği çerçevesinde derslere katılımı, ders materyallerine erişimi, bilgiye erişimi, sağlıklı bir şekilde ölçme ve değerlendirme süreçlerinin yapılabilmesi bağlamında bilişim teknolojileri oldukça önemlidir. Eğitimde yeni teknolojiler olarak uzaktan eğitim platformları, yapay zekâ uygulamaları, oyunlaştırma, robotik ve kodlama, Web 3.0 uygulamaları vb. pek çok gelişme engellilerin eğitime hayatına katılmasında önemli imkanlar sunmaktadır. Bu imkanlarla birlikte bu teknolojilerin kullanımında engelliler açısından çeşitli sorunlar bulunmaktadır. Bu sorunlardan belki de en önemlisi bu teknolojilerin ve uygulamaların yeterince yaygın ve erişilebilir olmamasıdır. Bu durum ise zaten var olan dijital uçurumu daha da arttırmaktadır.

Eğitimde karşılaşılan erişilebilirlikle ilgili sorunlardan bazıları; öğrencilerin yeterli teknolojik imkanlara sahip olmamaları, ders materyallerinin farklı engel gurupları dikkate alındığında erişilebilir olmaması, ders videolarına erişim sorunlarının olması (işaret dili ve alt yazı gibi), bazı uzaktan eğitim platformlarında erişilebilirlik sorunları yaşanabilmesi, dijital der içeriklerine erişimde yaşanan sorunlar, geri bildirim sistemlerinin erişilebilir olmaması, eğitim kurumlarının web sayfalarında yaşanabilen erişilebilirlik sorunları şeklindedir (Kalaç vd., 2020).

Bu kapsamda ortaya koyulan çalışma içerisinde mevcut ve Eğitim 5.0 kapsamında uygulanan veya ileride uygulanabilecek olan eğitimdeki dijitalleşme yöntemleri, araçları ve yenilikleri dijital uçurum ve erişilebilirlik kapsamında incelenerek tartışılmıştır.

2. Eğitim 5.0'a Geçişin Engelli Öğrenciler ve Erişilebilirlik Açısından Değerlendirilmesi

2.1. Uzaktan Eğitim Platformları ve Engellilerin Eğitimine Yansımaları

Engelli öğrenciler, öğretmenler ve aileler açısından uzaktan eğitim platformları oldukça önemli araçlar olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu platformlar sayesinde engelli öğrencilerin eğitim hayatına dahil olması ile ilgili birçok başarılı çalışma gerçekleştirilmiştir. Ayrıca gerek öğretmenler gerekse aileler için farklı eğitimler uzaktan eğitimle başarıyla uygulanmaya başlamıştır. Covid 19'un pandemi olarak ilan edilmesi ile birlikte dünya genelinde yaygın öğretimden uzaktan eğitime geçilmesi sürecinde, bu platformların önemi engelliler açısından daha da artmıştır. Uzaktan eğitim platformlarının erişilebilir olup olmaması, engelli öğrencilerin ve öğretmenlerin bilişim teknolojilerine sahip olma düzeyleri, bu süreçte kullanılan ders materyallerinin erişilebilirliği ve öğretmenlerin, öğrencilerin ve ailelerin bu konudaki bilgi düzeyleri, başarılı bir uzaktan eğitimin gerçekleşmesini doğrudan etkilemiştir (Kalaç vd., 2020).

En çok kullanılan uzaktan eğitim platformlarından Zoom, Microsoft Teams ve Google Meet gibi platformların erişilebilirlikleri tüm kullanıcı grupları açısından iyi durumdadır. Fakat kurumların kendi uzaktan eğitim alt yapıları veya diğer bazı platformların erişilebilirlik ile ilgili ciddi sorunları bulunmaktadır. Nitekim erişilebilir olan platformlarda bile yukarıda bahsedilen diğer faktörlerin etkisiyle sorunlar yaşanabilmektedir (Kalaç vd., 2020). Ancak genel kapsamda ele alındığında uzaktan eğitim platformları fiziksel eğitimle kıyaslandığında öğrenciler açısından büyük avantajları beraberinde getirmiştir. Her ne kadar internete erişemeyen öğrenciler dijital uçurumdan daha fazla etkilense de Toplum 5.0'a ulaşma sürecinde bu durumun da çözülmesiyle birlikte eğitim sektörü daha esnek bir hale gelecektir. Çünkü bilgi toplumuna ulaşabilmek için geliştirilecek teknolojiler coğrafi engelleri tamamen ortadan kaldıracığı gibi fiziksel

sınıf ortamını da fazlasıyla interaktif hale getirerek daha yenilikçi bir yapıyla öğrencilere sunacaktır.

2.2. Engelli Öğrencilerin Eğitim Sürecinde Yapay Zekâ Uygulamaları

Bilgi toplumuna dönüşüm sürecinde karşımıza en çok çıkan kavramlardan biri “Yapay Zekâ (AI)” kavramıdır. Tartışmasız bir biçimde yaşadığımız dönemin en itici teknolojik güçlerinden birisi olan AI, hemen hemen her sektörü dönüştürme potansiyeline sahiptir (Holmes vd., 2019). Bu dönüşüm içerisinde akıllı tahminde bulunma, öğrenme süreçleri, karmaşık problemleri çözme, değişken koşullara adaptasyon sağlama ve farklı insan dillerine uyum sağlama gibi özellikleriyle AI, doğrudan eğitim sürecine bir katkısı vardır.

Eğitimde AI uygulamaları, aslında bilgisayar destekli eğitimden, akıllı eğitim sistemi veya akıllı öğretici sisteme geçiş süreci olarak tanımlanabilir. Matematik, tıp veya fizik gibi temel bilimlerde iyi yapılandırılmış konular aracılığıyla her bir öğrenciye uygun olacak şekilde ve adım adım yürütülen kişiselleştirilmiş öğrenme ortamları bu uygulamalar sayesinde sağlanabilmektedir (Arsalan, 2020).

Eğitimde AI uygulamaları senaryoları ve uygulandığı teknikler bakımından 2 farklı boyutta ele alınabilir (Tablo 1). Bu kapsamda, ilk senaryo öğrenci ve okulların değerlendirilmesidir. Bunun için uygulanacak teknikler AI tabanlı akademik analiz, makine öğrenmesi (ML) ile kişiselleştirilmiş öğrenme yaklaşımı ve uyarlanabilir öğrenme olarak ele alınabilir. İkinci senaryo, akıllı okul veya kampüstür. Akıllı okula AI entegrasyonu için uygulanacak teknikler; sanal laboratuvarlar, AI tabanlı duyma ve hissetme teknolojileri, sanal gerçeklik, artırılmış gerçeklik, konuşma tanıma teknolojileri olarak sıralanabilir. Özellikle eğitimde aktarılabilecek kültürel miras gibi uygulamalarının ML tabanlı artırılmış gerçeklik uygulamalarıyla aktarılması öğrencilerini öğrenme süreçlerine katkı sağlayabilmektedir (Uzun ve Gözel, 2022). Üçüncü senaryo, sınavlarla ilgili değerlendirme süreçleridir. Bu değerlendirme için AI tekniklerinden tahminleme sistemleri, görüntü tanıma kullanılabilir.

Son olarak kişiselleştirilmiş öğretim olarak ele alınabilir. Bu senaryo için AI tabanlı akıllı öğretim sistemleri ve öğrenme analitiği kullanılabilir. Ayrıca veri madenciliği kullanılarak öğrenci verileri arasında gizli kalmış örüntüler tespit edilerek kişiselleştirilmiş eğitim daha iyi uy-

gulanabilir (Chen vd., 2020).

Senaryolar ve yapay zekâ uygulamaları, engellilerin eğitimine yardımcı olmak için farklı yollarla kullanılabilir. Örneğin, engelli öğrencilerin öğrenme ihtiyaçlarına uygun kişiselleştirilmiş öğrenme materyalleri oluşturmak için kullanılabilir. Bu amaçla, yapay zekâ algoritmaları, öğrencinin zayıf ve güçlü yönlerini analiz ederek, onların öğrenme stillerine uygun materyalleri sunabilir.

Ayrıca, görme veya işitme engelli öğrenciler için yapay zekâ tabanlı çeviri sistemleri geliştirilip kullanılabilir. Örneğin, işitme engelli öğrenciler için konuşmayı metne dönüştüren ve metni işaret diline dönüştüren sistemler geliştirilmiştir. Benzer şekilde, görme engelli öğrenciler için resim ve metinleri sesli hale getiren yapay zekâ tabanlı sistemler mevcuttur. Bu uygulamalara en iyi örnekler AVA-Live Captioning ve Google Çeviridir. Ava, işitme engelli bireylerin ders, toplantı ve etkinliklere erişebilmeleri için tasarlanmış bir uygulamadır. Konuşmaları gerçek zamanlı olarak metne dönüştürür ve kullanıcılara görüntü veya ses yoluyla iletir. Ayrıca Ava uygulamasını, işitme engelli öğrenciler için dersleri ve sınıf tartışmalarını takip etmelerini kolaylaştıran bir araç olarak kullanılabilir (AVA, 2022). Google Çeviri, işitme engelli öğrencilerin farklı dillerdeki metinleri kolayca anlamalarını sağlar. Uygulama, kamera aracılığıyla metinleri tarar ve anında çevirir. Bu program hem işitme engelliler için hem de görme engelliler için büyük avantajlar sağlar.

Yapay zekâ ile geliştirilen sesli rehberlik sistemleri görme engelli öğrenciler açısından büyük kolaylık sağlar. Bu sistemler, öğrencilerin etraflarındaki nesnelere tanımlayarak, onlara yönlendirmeler ve bilgi sağlayabildiği gibi dersleri de destekleyici olarak kullanılabilir. Sesli kütüphaneler, sesli navigasyon sistemleri, sesli ders materyalleri vb buna örnek olarak verilebilir.

Sonuç olarak, yapay zekâ teknolojileri farklı engel gruplarında eğitimi ve hayatlarını kolaylaştırmak için farklı amaçlarla kullanılmaktadır. Bu teknolojiler, engelli öğrencilerin öğrenme ihtiyaçlarına uygun materyaller sağlanması, çeviri sistemleri oluşturulması, sesli rehberlik sistemleri ve engelli erişim haritaları gibi uygulamalar geliştirmek için kullanılabilir. Bu sayede, engellilerin eğitim ve yaşam standartlarının yükseltilmesi hedeflenmektedir.

Yararlanabilecek teknikler ele alındığında özellikle ki-

Tablo 1. Yapay Zekâ Tabanlı Eğitimde Senaryolar ve Teknikler

		Yapay Zekânın Eğitime Yansımaları	
		Senaryo	Uygulanan Teknik
Yapay Zekâ Tabanlı Senaryo ve Teknikler	Öğrencilerin ve okulların değerlendirilmesi		AI tabanlı akademik analiz, makine öğrenmesi ile kişiselleştirilmiş öğrenme yaklaşımı
	Akıllı okul veya kampüs		Sanal laboratuvarlar, yapay Zekâ tabanlı işitme ve algılama teknolojileri
	Sınavlar için değerlendirme süreçleri		Tahmin sistemleri, görüntü tanıma
	Kişiselleştirilmiş öğretim		Akıllı öğretim sistemleri, yapay Zekâ tabanlı öğrenme analitiği

şelleştirilebilir eğitim senaryosuna ayrı bir parantez açmak gerekmektedir. Çünkü eğitimde AI uygulamalarının engellilere yönelik en büyük katkısı erişilebilirlik uygulamalarıyla karşımıza çıkmaktadır. Bu uygulamalara örnek olarak; zihinsel engelli öğrencilere yönelik bazı öğrenme uygulamaları, işitme engelliler için seslerin yazıya veya işaret diline çevrilmesi uygulamaları kullanılan teknikler arasında gösterilebilir (Şekil 1). Bu tekniklerin uygulanabilmesi amacıyla yapay sinir ağlarıyla (ANN) eğitilen görseller ile birlikte obje tanımlama işlemleri gerçekleştirilerek işaret dili tanımlama yapılabilir (Saleh, 2020).

Diğer taraftan, dünya çapında ele alındığında devletlerin ve özel kuruluşların eğitimde yapay zekâ konusunda çalışmalar yaptığı gözlemlenmektedir. Bu kapsamda, Knox tarafından ortaya koyulan bir araştırmada Çin hükümetinin ve özel sektör paydaşlarının ortaya koymuş oldukları stratejilerde yapay zekânın eğitim ile entegrasyonuna önemli bir rol tanımladıkları görülmektedir (Knox, 2020). Bu yönüyle eğitim alanında uygulanacak AI tabanlı uygulamaların dijital bölünmeyi azaltarak küresel çapta tüm öğrenciler için kullanılabilir ve başarılı sonuçlar alabilme potansiyeli mevcuttur.

2.3. Web 3.0 Teknolojileri

Web 3.0, herhangi bir aracı olmadan merkeziyetsiz bir bağlantı yardımıyla oluşturulan ve Peer to Peer (P2P) şeklinde kullanılabilen blok zincir destekli internet versiyonu olarak tanımlanmaktadır (Cabada vd., 2018). Geçmiş sürümlerine kıyasla, açık kaynak kodlu bir sistem şeklinde uygulanacak olması, sağladığı altyapının tek bir merkeze bağlı olmayıp daha güvenilir olması, iletişimin doğrulanabilir yöntemler vasıtasıyla gerçekleştirilecek olması ve bilginin semantik olarak sağlanması sebepleriyle web 3.0 tam olarak uygulandığı takdirde eğitim alanında büyük değişiklikler yaratma potansiyeline sahiptir. Bu doğrultuda, akıllı teknolojiyi öğrenme yöntemleri ve stratejileriyle birleştiren web 3.0 özellikle öğrencilerin becerilerini geliştirebilme noktasında oldukça faydalanabileceği bir yapı olarak düşünülebilir (Songkram vd., 2019).

Evrimsel sürece bakıldığında web 1.0, kullanıcıların interneti yalnızca gözlemleyebildiği ve kendi içeriklerini oluşturamadığı bir dönemdir. Etkileşim ve iletişim anlamında tamamen kapalı olan web 1.0'da öğrencilerin ve öğretmenlerin rolleri fiziksel ortamdan bir farklılık göstermemiştir. Ama öğrencilerin belirli kaynaklara

erişebilmesi ve arama motorlarını kullanmaya başlaması açısından web 1.0 önemli bir dönüm noktasıdır. Web 2.0'da ise artık ihtiyaç haline gelen insanlar arasındaki etkileşim aktif hale gelerek kullanıcılar üretici bir role sahip olmuştur. Bu yönüyle, eğitim alanında birçok kolaylık sağladığı için uzaktan eğitim ile ilgili büyük sıçramalar oluşmasını da sağlamıştır. Teknik altyapının da oluşmasıyla birlikte öğrencilerin aktif bir şekilde üretici oldukları web 2.0 döneminde öğretmenler öğrencilerin ihtiyaç duyması halinde danıştıkları rehberler olarak göze çarpmaktadır. Diğer bir deyişle web 2.0 ile sağlanan teknolojiler öğretmenlere yaşam boyu öğrenme felsefesine sahip ve bilgiye kendi başına ulaşabilip değerlendirebilen bireyler yetiştirme noktasında büyük kolaylık sağlamıştır (Kayan, 2016).

Web 3.0'da ise öğrenciler, anlamsal olarak oluşturulmuş öğrenme programlarının yardımıyla kendi bilgilerinin sınırlarını aşma potansiyeline sahiptir (Poore, 2014). Bu yönüyle belki de web 3.0 ile birlikte eğitim alanında gerçekleşecek en büyük değişiklik sanal sınıfların tıpkı fiziksel ortamdaki gibi işleyebilmesiyle mümkün olacaktır. Fakat bunun gerçekleşmesi için web sayfalarının 2 boyuttan 3 boyuta geçmesi ve eğitim platformlarının bu geçişe uyum sağlaması gerekmektedir.

Diğer taraftan, web 3.0'in eğitim alanına sağlayacağı pozitif etkiler bir yandan da engelli bireyler açısından mutlaka değerlendirilmelidir. Web 3.0 uygulamaları, öğrencilerin öğrenme sürecinde daha interaktif bir deneyim yaşamalarını sağlayarak, öğrenmelerini kolaylaştırabilir. Örneğin, görme engelli öğrenciler için geliştirilen web 3.0 uygulamaları, öğrencilerin okuma ve araştırma yapmalarını kolaylaştırmak amacıyla tasarlanmıştır. Bu uygulamalar, metinleri sesli olarak okuyarak öğrencilerin okuma becerilerini geliştirir ve metinlerin içeriğine daha kolay erişim sağlar. Bu alanda farklı uygulama örnekleri vardır. Microsoft ve Apple'ın kendi erişilebilirlik araçları bulunmaktadır. Bunun yanında yaygın olarak kullanılan Jaws ekran okuma yazılımı, WebAnywhere ekran okuma yazılımı gibi uygulamalar söz konusudur. Bu uygulamalar, görme engelli öğrencilerin herhangi bir bilgisayarda internete erişmelerine olanak tanıyan bir web tabanlı ekran okuyucu uygulamasıdır. Uygulamalar, web sayfalarını metin olarak okumayı ve öğrencilerin klavye kısayolları kullanarak web sayfalarında gezinmelerini sağlamaktadır. JAWS (Job Access With Speech), görme engelliler için geliştirilmiş bir ekran okuyucu yazılımıdır. JAWS, Windows iş-



Şekil 1. İşaret Dili Tanıma Sistemi (Saleh, 2020)

letim sistemi üzerinde çalışır ve kullanıcılara, bilgisayar ekranında gördükleri bilgileri sesli olarak okuyarak erişim imkânı sağlar. Ayrıca, JAWS kullanıcılarına klavye kısayolları ve diğer özelliklerle bilgisayarlarını daha rahat kullanma imkânı verir (Freedom Scientific. 2021). Ekran okuma yazılımları görme engelli öğrenciler açısından bilgiye erişimde olmazsa olmaz araçlardır.

Web 3.0 uygulamaları ayrıca, otizm spektrum bozukluğu olan öğrenciler için de kullanılabilir. Örneğin, sosyal etkileşim becerilerinin geliştirilmesi amacıyla geliştirilen web 3.0 uygulamaları, öğrencilerin sosyal becerilerini geliştirmelerine yardımcı olur. Bu uygulamalar, öğrencilere belirli durumlara nasıl tepki verecekleri konusunda ipuçları vererek, öğrencilerin kendilerini daha rahat ifade etmelerine yardımcı olabilir. Bu konuda ülkemizde bir çok uygulama örneği görülmektedir. Bunlardan biri İstanbul Teknik Üniversitesi Bilgisayar Mühendisliği Bölümü tarafından geliştirilen “Gezgin” adlı mobil uygulamasıdır. Bu uygulama ile oyun sırasında, çocuklar görsel ve işitsel ipuçları kullanarak çevrelerindeki nesnelere tanıyabilmekte, oyun içindeki etkileşimler sayesinde de sosyal becerileri gelişebilmektedir (İTÜ, 2018).

Ayrıca, fiziksel engelli öğrenciler için de web 3.0 uygulamaları kullanılabilir. Öğrencilerin okul materyallerine daha kolay erişim sağlamaları amacıyla web 3.0 tabanlı eğitim platformları geliştirilmektedir. Bu platformlar, öğrencilerin ders materyallerine internet üzerinden erişmelerine olanak tanır ve böylece öğrencilerin derslere daha aktif katılmalarına yardımcı olur.

Web 3.0 araçlarının en çok kullanıldığı ve eğitimi direk etkilediği yerlerden birisi de web sayfalarının erişilebilirlik testlerinde kullanılmalarıdır. Fakat kullanılan bu araçlar ortaya çıkan problemlerin önceliklendirilmesi açısından bir çözüm sağlamamaktadır (Yerlikaya ve Onay Durdu, 2020). Bu sebeple, Toplum 5.0'a erişim sürecinde mutlaka dijital bölünürlüğü azaltacak önlemler alınmalıdır. Aksi takdirde eğitimin super akıllı toplum olgusuna sağlayacağı katkı azalır, öğrenciler arasındaki uçurumu daha da arttıracaktır.

2.4. Teknoloji Kullanarak Yapılan Oyunlaştırma Modellerinin Engelli Öğrencilere Etkileri

Oyunlaştırma, oyunlarla alakalı olmayan konularda oyun tasarımının konuya entegre edilmesi olarak tanımlanmaktadır (van Gaalen vd., 2021). Bir başka deyişle oyunlarda kullanılan rekabet unsurları ve ödüllendirme sistemlerinin dijital oyun teknikleri kullanılarak çeşitli sektörlerdeki alanlara uygulanmasıdır. Böylelikle bu alanlardaki unsurlar etkileşimli ve cazip bir hale gelebilmektedir. Örneğin, eğitim alanı ele alındığında öğrencilerin %67'si oyunlaştırılmış öğrenmeyi geleneksel kurslardan daha motive edici ve ilgi çekici bulmaktadır (Intuition, 2022).

Eğitimde oyunlaştırmanın uygulanabilir bir şekilde öğrenciyle buluşturulması, öğrenme süreçlerinin daha etkili bir şekilde gerçekleştirmesini sağlamaktadır (Ka-

logiannakis vd., 2021) (Legaki vd., 2020). Bu sayede, kendilerini geleneksel öğretim yöntemlerine yabancılaşmış bulan birçok öğrenci pedagojik anlamda pozitif olarak etkilenmektedir (Alsawaier, 2018). Sağlanan pozitif etki oyun tabanlı öğrenme ile mümkün olmaktadır. Oyun tabanlı öğrenme, öğrencilerin öğrenmek yerine oyun oynamayı tercih ettikleri zamanları telafi etmek amacıyla oluşturulmuştur (Aini vd., 2020). Bu sayede öğrencilerin performansında yaklaşık %35'lik bir artış meydana gelmektedir. Üstelik meydan okuma tabanlı oyunlaştırma ile eğitim alan öğrenciler, sadece dersi alan öğrencilere kıyasla %90'a kadar bir performans artışı sağlayabilmektedir (Legaki vd., 2020). Ayrıca, sağlanan etki yalnızca belirli bir yaş grubunu kapsamamaktadır. İlkokul ve üniversite düzeyinde oyunlaştırma ile ilgili Papp'ın yaptığı araştırmada her iki düzey için de performans ve motivasyon artışı olduğu gözlemlenmektedir (Papp, 2017).

Oyunlaştırma, engellilerin eğitiminde çeşitli amaçlarla kullanılabilir. Örneğin, engelli öğrencilerin motor becerilerini geliştirmek için oyunlar kullanılabilir (Kocabaş, & Ersoy, 2019). Bu amaçla, sanal gerçeklik teknolojileri ve hareket sensörleri kullanılarak öğrencilere oyunlar sunulabilir. Bu oyunlar, öğrencilerin fiziksel aktiviteler yaparken eğlenmelerini sağlayarak, motor becerilerinin gelişmesine yardımcı olabilir. 2020 yılında yapılan çalışmada, teknoloji tabanlı oyunlaştırma yöntemlerinin engelli çocukların motor becerilerinin geliştirilmesindeki etkisini incelenmiş ve engelli çocukların motor becerilerinin geliştirilmesi için mobil cihazlar, sanal gerçeklik, artırılmış gerçeklik ve hareket algılama teknolojileri gibi farklı teknolojilerin kullanımı sağlanmıştır. Çalışmada oyunlaştırma yöntemleri ile engelli öğrencilerin fiziksel aktivitelerde aktif olmalarının sağlanabildiği ortaya konulmuştur (Lee, vd 2020).

Bunun dışında yapay zekâ ile işitme engelli öğrenciler için, işaret dili öğrenme oyunları geliştirilebilir. Bu oyunlar, öğrencilere işaret dili alfabesi ve temel kelimeleri öğretirken, eğlenceli bir deneyim yaşatabilir.

Oyunlaştırma ayrıca, öğrencilerin özgüvenlerini artırmak ve sosyal becerilerini geliştirmek için de kullanılabilir. Örneğin, otizm spektrum bozukluğu olan öğrenciler için sosyal becerileri geliştirmek amacıyla oyunlar geliştirilmiştir. Bu oyunlar, öğrencilerin sosyal etkileşimlerini artırarak, sosyal becerilerinin gelişmesine yardımcı olabilir. Bu doğrultuda ortaya koyulan bir çalışmada, bilgisayar destekli öğretim, sanal gerçeklik, artırılmış gerçeklik, robotlar ve diğer teknolojik uygulamalar gibi farklı oyunlaştırma yöntemleri kullanılarak, oyunlaştırma yöntemleri ile otizmliler öğrencilerin sosyal etkileşim becerilerini, duygu tanıma becerilerini, konuşma ve dil becerilerini geliştirme konusunda başarılı örnekler ortaya konulmuştur.

Engelli öğrenciler ve erişilebilirlik bakımından incelendiğinde oyunlaştırma süreçlerinin eğitimde sağlayacağı etki pozitif bir görünüm sergilemektedir. Ancak oyunlaştırma tabanlı oluşturulacak sistemlerde mutlaka en-

gelli öğrenciler için de modüller geliştirerek ortaya koyulan yapılar erişilebilirlik bakımından test edilmelidir.

2.5. Robotik ve Kodlama Uygulamalarının ve Engelli Öğrenciler Üzerine Etkileri

Robotik ve kodlama, endüstriyel süreçlerin büyük ölçüde iyileşmesini sağlayan ve insan merkezli problemlerin çözümünde büyük kolaylık sağlayan ve birçok mühendislik ve sosyal bilimler alanının ortak konusu olan multidisipliner bir çalışma alanıdır (Khamphroo vd., 2017; Pozzi vd., 2021). Eğitimde kullanılan robotik ve kodlama uygulamalarının (Şekil 3) çocukların kavramları öğrenme, problem çözme ve sosyal becerilerini geliştirme yönünde olumlu etkileri birçok çalışma tarafından ortaya konmuştur. Turan ve Aydoğdu'nun 2020 yılında gerçekleştirdiği bir çalışmada okul öncesi çocuklara uygulanan robotik kodlama eğitiminin çocuklardaki bilişsel süreç becerilerini geliştirdiği tespit edilmiştir (Turan ve Aydoğdu, 2020). Benzer bir şekilde 2021 yılında Çakır ve ekibinin ortaya koymuş olduğu bir başka çalışmada robotik ve kodlama eğitiminin kalem ve kâğıt etkinliklerine kıyasla okul öncesi çocuklarda problem çözme becerisi geliştirdiği ve istatistiksel olarak anlamlı katkılar sağladığını göstermektedir (Çakır vd., 2021). Çakır ve Güven tarafından gerçekleştirilen diğer bir çalışmada ise 5E öğrenme modeline uygun olarak Arduino destekli robotik ve kodlama etkinliği tasarlanarak geliştirilmiştir. Çalışma içerisinde öğrenilmek istenilen konunun robotik ve kodlama ile modellenmesi öğrencilerin hem konuya olan ilgisini arttırmış hem de bilgi işlem becerilerini geliştirmiştir.

Ayrıca, web sayfaları ve ders materyallerinin erişilebilirlik düzeylerinin ve sorunlarının tespit edilmesinde de AI temelli yaklaşımlar sıklıkla kullanılabilir.

Robotik ve kodlama özel eğitime gereksinim duyan öğrenciler için de önemli katkılar sağlayabilmektedir. Eğitimde robotik ve kodlama uygulamaları, son yıllarda öğrencilerin dijital becerilerini geliştirmek amacıyla sıkça kullanılmaktadır. Bu alanda birçok başarılı uygulama

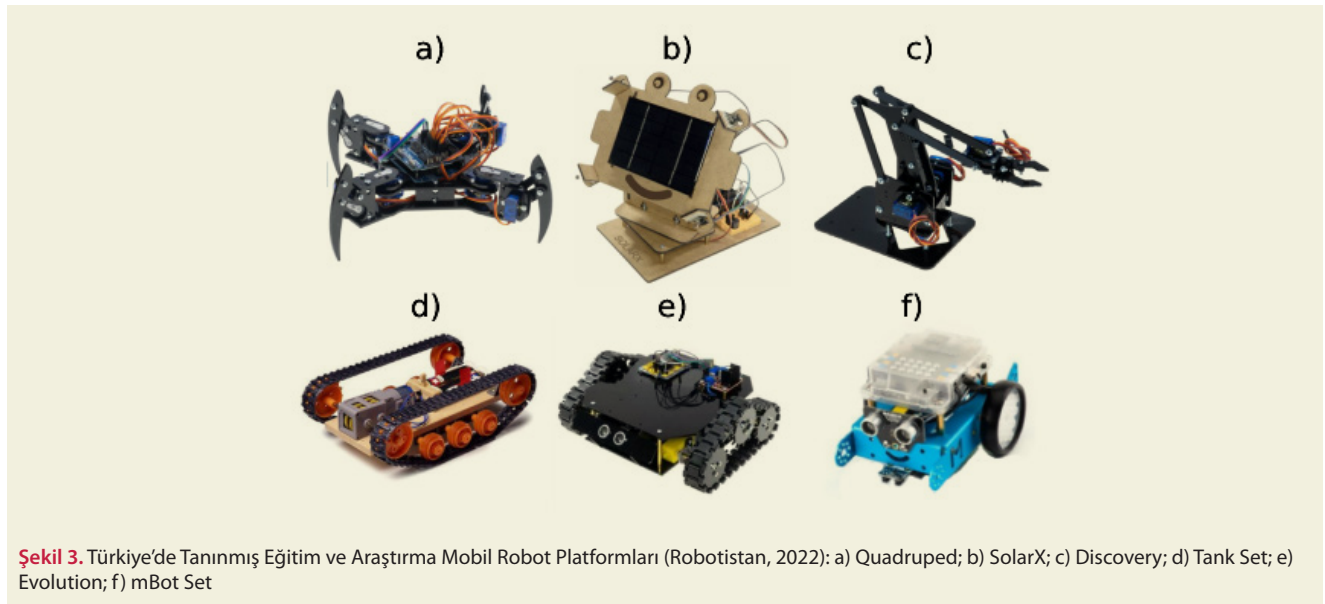
söz konusudur. Örneğin yapılan bir çalışmada görme engelli öğrencilere braille alfabesi ile etiketlenmiş robotik setleri kullanılarak kodlama eğitimi verilmektedir (Uzun vd., 2021). Özel eğitimde sağlanan bu ve benzeri yenilikler dijital becerilerini robotik ve kodlama ile üst seviyeye çıkararak özel eğitimli öğrenciler anlamına gelmektedir.

Robotik ve kodlama uygulamaları, engelli öğrencilerin dijital becerilerini geliştirmek ve STEM (Science, Technology, Engineering and Mathematics) alanlarına ilgi duymalarını sağlamak amacıyla kullanılabilir. Örneğin, otizm spektrum bozukluğu olan öğrenciler için robotik uygulamalar geliştirilmiştir. "Nao Robot" kullanarak sosyal etkileşim becerilerinin geliştirilmesi çalışması başarılı örneklerden biridir (Torres-Jara, E., Bouvier-Brown, N. C., & Breazeal, C. 2015). Göz teması, jest ve mimikleri taklit etme gibi yeteneklere sahip olarak tasarlanan insansı robot ile öğrencilere öğretmenlik yapma, öğrencilerle oyun oynama ve öğrencilerin öğrenme deneyimlerini zenginleştirme gibi farklı uygulamalar ile test edilmiş ve başarılı sonuçlar alınmıştır. Robotik uygulamaların otizmlili öğrencilerin eğitiminde kullanımı tüm dünya da olduğu gibi ülkemizde de giderek yaygınlaşmaktadır.

Görme engelli öğrencilere yönelik olarak dünya da ve ülkemizde de kodlama eğitim örnekleri bulunmaktadır. Bu eğitimler sadece bu öğrencilerin yazılımcı olması bakımından değil, aynı zamanda algoritma öğrenerek kişisel gelişimlerine de katkı sağlamaktadır. Bu nedenle, toplum 5.0'ın bir gereksinimi olarak robotik ve kodlama uygulamalarına okullarda daha fazla yer verilmelidir. İhtiyaç duyulan materyaller öğrencilere ücretsiz olarak sağlanmalıdır.

2.6. Üç Boyutlu Yazıcılar (3D)

3 boyutlu yazıcılar, dijital bir modeli katman katman inşa ederek fiziksel bir nesne oluşturan cihazlar olarak geliştirilmiştir. Birçok farklı malzemeyi kullanabilen yapılar içerisinde 3B yazıcılar, bir tasarım dosyasını (genellikle STL formatında) alarak gerçek bir nesne haline getirmektedir. Bu teknoloji, öğrencilere soyut kavramları



Şekil 3. Türkiye'de Tanınmış Eğitim ve Araştırma Mobil Robot Platformları (Robotistan, 2022): a) Quadroped; b) SolarX; c) Discovery; d) Tank Set; e) Evolution; f) mBot Set

somutlaştırma ve görselleştirme imkanı sağlamaktadır. Özellikle görme engelli öğrencilere yönelik erişilebilir ders materyalleri hazırlanmasında 3 boyutlu yazıcılar sıklıkla kullanılabilir. Nesnelerin, haritaların, grafik vb. konuların öğretilmesinde 3 boyutlu yazıcılarda hazırlanan dokunsal yüzeyler önemli bir araç olarak karşımıza çıkmaktadır. Aynı zamanda farklı engel grupları içinde erişilebilir ders materyalleri hazırlanmasında bu yazıcılardan sıkça yararlanılmaktadır.

Yine İstanbul Teknik Üniversitesi'nde gerçekleştirilen bir projede, 3D yazıcılar kullanılarak matematik dersi için erişilebilir ders materyalleri üretilmiştir. Bu sayede görme engelli öğrencilerin matematik derslerinde kullanılan geometrik şekilleri dokunarak daha iyi anlamaları sağlanmıştır. Proje kapsamında, geometrik şekillerin 3D modelleri tasarlanarak 3D yazıcılar kullanılarak basılmıştır. (İTÜ 2020). Özellikle, eğitim 5.0 sürecinde 3 boyutlu olarak yazdırılabilir ders materyallerinin öğrenci tarafından üretilmesi, eğitimdeki verimliliği artırma kapasitesine sahiptir. Dolayısıyla özel eğitim isteyen öğrencilerde dokunsal yüzeyler ile sağlanabilecek eğitim desteği göz ardı edilmemeli ve kullanımı yaygınlaştırılmalıdır.

Diğer taraftan, her öğrenci farklı bir öğrenme hızı, tarzı ve ihtiyaçlarına sahiptir. Bu doğrultuda ele alındığında 3 boyutlu yazıcılar, eğitimde engelli öğrenciler kapsamında bireyselleştirilmiş öğrenme deneyimleri sağlamak için kullanılabilir potansiyeline de sahiptir. Böylelikle öğrencilere, kendi hızlarında ve ihtiyaçlarına uygun olarak öğrenme materyallerini üretme imkanı sunulabilmektedir. Aynı zamanda öğretmenler, öğrencilerin ilgi alanlarına ve öğrenme gereksinimlerine göre özelleştirilmiş materyaller oluşturabilir ve bu sayede öğrencilerin daha aktif ve etkili bir şekilde öğrenmelerini sağlayabilir.

3. Sonuç ve Öneriler

Sonuç olarak, toplum 5.0'a ulaşma sürecinde eğitim sektöründeki dijital dönüşümün engelli öğrenciler açısından çok farklı boyutları vardır. Bu kapsamda öncelikle şunu unutmamak gerekir; engelli bireyler açısından teknoloji kullanımı eğitim hayatlarında kalmaları için olmazsa olmaz bir araçtır. O yüzden eğitim sektöründeki planlamalar yapılırken mutlaka farklı engel gruplarının gereksinimleri de dikkate alınarak erişilebilir yani evrensel tasarıma uygun teknolojiler ve hizmetler kullanılmalı ve geliştirilmelidir. Başta özel eğitim öğretmenleri olmak üzere tüm öğretmenlere öğrencilikleri sürecinden başlanarak erişilebilir ders materyali hazırlanması ve kullanılması, evrensel tasarım ilkeleri ve bilgiye erişim yöntemleri konusunda eğitim verilmelidir. Farklı engel gruplarının farklı gereksinimleri düşünülerek erişilebilir ders teknolojileri ve yazılımlarının nitelik ve nicelik olarak artırılması ve engellilerin bunlara kolay erişimi sağlanmalıdır. Eğitim kurumlarının web sayfaları ve açık kaynak olarak geliştirilerek uygulanmış sistemlerinde erişilebilirlik kriterlerine asgari düzeyde uyulmalıdır. Bazı engel gruplarında öğrencinin eğitim teknolojilerini

kullanımında ailelerin rolü unutulmamalı, ailelere yönelik temel teknoloji kullanımı eğitimleri titizlikle düzenlenmelidir.

Eğitim 5.0 teknolojilerinin engelli öğrenciler ve erişilebilirlik açısından değerlendirilmesinde, öğretmenlerin yeterlilikleri oldukça önemlidir. Engelli öğrencilerin eğitiminde teknolojinin etkin bir şekilde kullanılabilmesi için öğretmenlerin teknolojiye hâkim olması gerekmektedir. Öğretmenler, engelli öğrencilerin ihtiyaçlarını ve farklı öğrenme stillerini anlamalıdır. Bu sayede öğrencilere en uygun öğrenme materyalleri ve teknolojileri seçebilirler. Ayrıca engelli öğrencinin gereksinimiyle ilgili yapay zekâ programları geliştirilerek hızlı ve etkin öğrenme araç gereç çözümleri meydana getirilebilir. Öte yandan öğretmenlerin, eğitim teknolojilerinin engelli öğrenciler için uygunluğunu değerlendirebilecekleri ve eğitim materyallerini engelli öğrencilere uygun hale getirebilecekleri eğitimler almaları gerekmektedir. Ayrıca öğretmenler, teknoloji kullanımı konusunda kendilerini sürekli olarak geliştirmeli ve yeni teknolojileri takip etmelidir. Bu kapsamda hizmet içi eğitimler düzenlenmeli ve ayrıca öğretmenlerin kurum dışı etkinlik ve eğitimlere katılımları teşvik edilmelidir. Böylece, engelli öğrencilerin öğrenme sürecinde en yeni ve etkili teknolojileri kullanarak öğrenmelerine yardımcı olabilirler. Öğretmenler, eğitim teknolojilerinin engelli öğrenciler için uygunluğunu değerlendirmek ve öğrencilerin teknolojiyi doğru şekilde kullanmalarını sağlamak için diğer öğretmenlerle iş birliğine gidebilecek platformlar da geliştirilebilir. Bu öneriler, öğretmenlerin eğitim 5.0 teknolojilerinin engelli öğrenciler ve erişilebilirlik açısından değerlendirilmesi konusunda yeterliliklerini arttırmalarına yardımcı olabilir ve engelli öğrencilerin eğitim sürecine daha etkin ve kaliteli bir şekilde dahil olmalarını sağlayabilir.

Eğitim 5.0 sürecinde önemli unsurlardan biri de engelli öğrenciler ve aileleridir. Eğitim kurumları ve öğretmenler, öğrencilerin teknolojik araçları nasıl kullanacaklarını öğretmeli ve doğru kullanım konusunda yönlendirmelidir. Ayrıca teknolojik araçlar ve yazılımların kullanımı konusunda öğrenciler ve ailelerine yönelik eğitimler verilmelidir. Öğrencilerin ve ailelerinin teknolojik araçların kullanımı hakkında bilgi sahibi olmaları, yani teknoloji okur yazarlık düzeyleri, onların teknolojinin sağladığı avantajlardan en iyi şekilde yararlanmalarını sağlayacaktır.

Engelli öğrencilerin, kendileri için özel olarak tasarlanmış teknolojik araçlar ve yazılımlar edinmeleri kolaylaştırılmamalıdır. Öğrencilerin ihtiyaçlarına göre, teknolojik araçların kullanımında kişiselleştirilmiş bir yaklaşım benimsenmelidir. Her öğrencinin farklı bir öğrenme stili ve ihtiyacı olduğu unutulmamalı, bu nedenle teknolojik araçların kullanımı da bu ihtiyaçlar doğrultusunda ayarlanmalıdır. Bu kapsamda ele alındığında, öğrenciler ve aileleri, teknolojik araçların kullanımı konusunda öğretmenleriyle düzenli olarak iletişim halinde olmalıdır. Böylelikle öğrencilerin teknolojik araçları daha verimli bir şekilde kullanmaları sağlanacak ve eğitim sürecinde

daha aktif bir rol almalarına yardımcı olunacaktır.

Ortaya koyulan çalışma içerisinde Eğitim 5.0 ile ilgili tüm süreçler ele alındığında, Eğitim 5.0'ın normal ders süreçlerinde temel alınan eğitim modellerinin ötesine geçen, teknoloji ve dijital gelişmeleri kapsayan bir yaklaşımın olduğu görülmektedir. Bu doğrultuda önceki versiyonlardan farklı olarak Eğitim 5.0'ın, engelli bireyleri dahil etmeye yönelik odaklanılan yetenekler ile eğitimi bireyselleştirme, işbirlikçi öğrenme ve hayat boyu öğrenme alanlarını da kapsayacak şekilde teknoloji entegrasyonuna odaklandığı ve bunları geliştirmeye yönelik bir yenilik sunduğu söylenebilmektedir.

Gelecek çalışmalar kapsamında yapay zeka, robotik, 3D yazıcılar, sanal gerçeklik, artırılmış gerçeklik gibi teknolojilerin engellilerin öğrenmesini kolaylaştırıcı fonksi-

yonları olduğundan hareketle bu alanlardaki çalışmalar daha da geliştirilmelidir. Metaverse ve karma gerçeklik konularında derin araştırmalar sağlanıp 3 boyutlu sanal sınıflar geliştirilerek engelli bireylerin bu sanal sınıfları deneyimlemesi ve geliştirilen sanal ortamın erişilebilirliğini test etmesi sağlanabilir. Bu perspektifte geliştirilen ortamlarda erişilebilirliğin engelli bireyler üzerindeki etkisinin araştırmasıyla elde edilecek bulgular, daha sonraki geliştirmeler açısından rehber niteliğinde olabilir. Dolayısıyla geliştirilen ortamlardan elde edilecek her türlü verinin analiz edilerek geliştiricilere aktarılması, sistemlerin sürdürülebilirliğini arttıracaktır. Böylelikle, süper akıllı toplum olma ve eğitim teknolojilerine entegre etme sürecinde herkes için erişilebilirlik ilkesi sağlanarak eğitimde uygulanabilir teknolojilerin sayısı daha da artırılmış olacaktır.

Kaynakça

- Aini, Q., Rahardja, U., ve Khoirunisa, A. (2020). Blockchain Technology into Gamification on Education. *IJCCS (Indonesian Journal of Computing and Cybernetics Systems)*, 14(2), 147–158. <https://doi.org/10.22146/ijccs.53221>
- Al-Jarrah, O. M., & Al-Shorman, A. A. (2021). The Role of Artificial Intelligence in Supporting Students with Disabilities in Higher Education. *Universal Access in the Information Society*, 1-10.
- Alsawaier, R. S. (2018). The effect of gamification on motivation and engagement. *International Journal of Information and Learning Technology*, 35(1), 56–79. <https://doi.org/10.1108/IJILT-02-2017-0009/FULL/PDF>
- Arslan, K. (2020). Eğitimde Yapay Zekâ ve Uygulamaları. *Batı Anadolu Eğitim Bilimleri Dergisi*, 11(1), 71–80.
- Ava: Live Captioning App for the Deaf and Hard-of-Hearing. (2022). Ava. <https://www.ava.me/>
- BTK. (2020). Sectoral Research and Strategy Development Department.
- Cabada, R. Z., Estrada, M. L. B., Hernández, F. G., Bustillos, R. O., ve Reyes-García, C. A. (2018). An affective and Web 3.0-based learning environment for a programming language. *Telematics and Informatics*, 35(3), 611–628. <https://doi.org/10.1016/j.tele.2017.03.005>
- Chen, L., Chen, P., ve Lin, Z. (2020). Artificial Intelligence in Education: A Review. *IEEE Access*, 8, 75264–75278. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.2988510>
- Christensen, C., Raynor, M. E., & McDonald, R. (2013). *Disruptive innovation*. Brighton, MA, USA: Harvard Business Review.
- Çakır, R., Korkmaz, Ö., İdil, Ö., ve Uğur Erdoğan, F. (2021). The effect of robotic coding education on preschoolers' problem solving and creative thinking skills. *Thinking Skills and Creativity*, 40, 100812. <https://doi.org/10.1016/J.TSC.2021.100812>
- Duan, H., Li, J., Fan, S., Lin, Z., Wu, X., ve Cai, W. (2021). Metaverse for Social Good: A University Campus Prototype. *MM 2021 - Proceedings of the 29th ACM International Conference on Multimedia*, 153–161. <https://doi.org/10.1145/3474085.3479238>
- Freedom Scientific. (2021). *JAWS Screen Reader*. <https://www.freedomscientific.com/products/software/jaws/>
- Garon, J. (2022). Legal Implications of a Ubiquitous Metaverse and a Web3 Future. *Journal of Language Relationship*, vii–viii. <https://doi.org/10.31826/9781463236984-toc>
- Google Çeviri. (2022). Google Play Store. https://play.google.com/store/apps/details?id=com.google.android.apps.translate&hl=en_US&gl=US
- Holmes, W., Bialik, M., ve Charles, F. (2019). Artificial intelligence in education: An exploration. In *Journal of Computer Assisted Learning (Vol. 14, Issue 4)*. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2729.1998.1440251.x>
- Intuition. (2022). Learning via Gamification: Latest Data, Stats and Trends. <https://www.intuition.com/learning-via-gamification-latest-data-stats-trends/>
- İstanbul Teknik Üniversitesi Bilgisayar Mühendisliği Bölümü. (2018). Gezgini: Otizm Spektrum Bozukluğu Olan Çocuklar için Mobil Oyun Uygulaması. <https://www.itu.edu.tr/haberler/2018/12/06/gezgin-otizm-spektrum-bozuklugu-olan-cocuklar-icin-mobil-oyun-uygulaması>
- İTÜ(2020). "İTÜ'lü Öğrencilerin 3D Yazıcıyla Ürettikleri Erişilebilir Ders Materyalleri.", <https://www.itu.edu.tr/haberler/2020/07/17/itu-lu-ogrencilerin-3d-yaziciyla-urettikleri-erisilebilir-ders-materyalleri>.
- Javaid, M., Haleem, A., Singh, R. P., Ul Haq, M. I., Raina, A., ve Suman, R. (2020). Industry 5.0: Potential Applications in Covid-19. *Journal of Industrial Integration and Management*, 5(4), 507–530. <https://doi.org/10.1142/S2424862220500220>
- Kalaç, M. Ö., Telli, G., ve Erönel, Y. (2020). Covid-19 Mücadelesi Kapsamında Uzaktan Eğitim Sürecinde Engelli Öğrencilerin Durumu Sorunlar ve Çözüm Önerileri.
- Kalogiannakis, M., Papadakis, S., ve Zourmpakis, A. I. (2021). Gamification in Science Education. A Systematic Review of the Literature. *Education Sciences 2021*, Vol. 11, Page 22, 11(1), 22. <https://doi.org/10.3390/EDUCSCI11010022>
- Kayan, M. F. (2016). Web Teknolojileri ve Eğitime Yansımaları. <https://www.bilimiletisimi.com/show.php?id=23219>
- Khamphroo, M., Kwankeo, N., Kaemarungsri, K., ve Fukawa, K. (2017). MicroPython-based educational mobile robot for computer coding learning. 2017 8th International Conference on Information and Communication Technology for Embedded Systems, IC-ICTES 2017 - Proceedings. <https://doi.org/10.1109/ICTEMSYS.2017.7958781>
- Knox, J. (2020). Artificial intelligence and education in China. <https://doi.org/10.1080/17439884.2020.1754236>, 45(3), 298–311.

- <https://doi.org/10.1080/17439884.2020.1754236>
- Kocabaş, H., & Ersoy, Y. (2019). Oyunlaştırma ile Engelli Çocukların Fiziksel Etkinliklere Katılımı ve Motor Becerilerinin Geliştirilmesi. *The Journal of Academic Social Science Studies*, 71, 361-378
- Koduri, R. (2021). Powering the Metaverse. <https://www.intel.com/content/www/us/en/newsroom/opinion/powering-metaverse.html#gs.ncyf11>
- Kye, B., Han, N., Kim, E., Park, Y., ve Jo, S. (2021). Educational applications of metaverse: possibilities and limitations. *Journal of Educational Evaluation for Health Professions*, 18, 32. <https://doi.org/10.3352/JEEHP.2021.18.32>
- Lantada, A. D. (2020). Engineering education 5.0: Continuously evolving engineering education. *International Journal of Engineering Education*, 36(6), 1814–1832.
- Lee, J. H., Kim, H. J., Lee, H. J., & Kim, J. H. (2020). Technology-based gamification for children with disabilities: A systematic review. *Journal of Special Education Technology*, 35(1), 1-16.
- Legaki, N. Z., Xi, N., Hamari, J., Karpouzis, K., ve Assimakopoulos, V. (2020). The effect of challenge-based gamification on learning: An experiment in the context of statistics education. *International Journal of Human-Computer Studies*, 144, 102496. <https://doi.org/10.1016/j.ijhcs.2020.102496>
- METU. (2021). Türk Araştırmacılar “Metaverse” ile Sanal Okul Teknolojisi. <https://basinda.metu.edu.tr/2021-12-15/2769755>
- Nahavandi, S. (2019). Industry 5.0 A Human-Centric Solution. *Sustainability*, 11, 43–71.
- Papp, T. A. (2017). Gamification Effects on Motivation and Learning: Application to Primary and College Students. *Undefined*, 8(3), 3193–3201. <https://doi.org/10.20533/IJCDSE.2042.6364.2017.0428>
- Poore, M. (2014). The Next G Web. Discernment, meaning-making, and the implications of Web 3.0 for education. <http://Dx.Doi.Org/10.1080/1475939X.2013.802992>, 23(2), 167–180. <https://doi.org/10.1080/1475939X.2013.802992>
- Pozzi, M., Prattichizzo, D., ve Malvezzi, M. (2021). Accessible Educational Resources for Teaching and Learning Robotics. *Robotics 2021*, Vol. 10, Page 38, 10(1), 38. <https://doi.org/10.3390/ROBOTICS10010038>
- Ramdoss, S., & Lang, R. (2013). Technology-based interventions in the treatment of autism spectrum disorders: A systematic literature review. *Research in Autism Spectrum Disorders*, 7(4), 1441-1460.
- Riberio, R. (2021). “Metaverse” and the educational potential. <https://www.cambridge.org/elt/blog/2021/11/15/metaverse-educational-potential/>
- Robotistan. (2022). Robot Kitleri ve Robotik Malzemeler. <https://www.robotistan.com/robot-kitleri>
- Saleh, B. M. (2020). D-Talk: Sign Language Recognition System for People with Disability using Machine Learning and Image Processing. *International Journal of Advanced Trends in Computer Science and Engineering*, 9(4), 4374–4382. <https://doi.org/10.30534/IJATCSE/2020/29942020>
- Songkram, N., Chootongchai, S., Khlaisang, J., ve Koraneekij, P. (2019). Education 3.0 system to enhance twenty-first century skills for higher education learners in Thailand. <https://doi.org/10.1080/10494820.2019.1592197>, 29(4), 566–582. <https://doi.org/10.1080/10494820.2019.1592197>
- Telli, S. G., & Altun, D. (2020). Coronavirüs ve çevrimiçi (online) eğitimin önlenemeyen yükselişi. *Üniversite Araştırmaları Dergisi*, 3(1), 25-34.
- Torres-Jara, E., Bouvier-Brown, N. C., & Breazeal, C. (2015). Robots for engaging pediatric rehabilitation: a pilot study with children with cerebral palsy. *Journal of pediatric rehabilitation medicine*, 8(1), 17-25.
- Turan, S., ve Aydoğdu, F. (2020). Effect of coding and robotic education on pre-school children’s skills of scientific process. *Education and Information Technologies*, 25(5), 4353–4363. <https://doi.org/10.1007/S10639-020-10178-4/TABLES/5>
- Uzun, Y., Akkuzu, B., ve Uzun, F. N. (2021). Engelsiz Yazılım Öğrenme Uygulaması. In *Engelsiz Bilişim 2021* (pp. 139–153).
- Uzun, Y. ve Gözel, O. (2022). Artırılmış Gerçeklik Uygulamalarının Kültürel Miras Alanlarına Etkisi. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, (33), 280-284. Retrieved from <https://dergipark.org.tr/tr/pub/ejosat/issue/68221/1021825>
- van Gaalen, A. E. J., Brouwer, J., Schönrock-Adema, J., Bouwkamp-Timmer, T., Jaarsma, A. D. C., ve Georgiadis, J. R. (2021). Gamification of health professions education: a systematic review. *Advances in Health Sciences Education*, 26(2), 683–711. <https://doi.org/10.1007/S10459-020-10000-3/TABLES/2>
- Yerlikaya, Z., ve Onay Durdu, P. (2020). Websitesi Erişilebilirlik Değerlendirmesi: Bir Bariyer Gezinti Çalışması. *Sosyal Politika Çalışmaları Dergisi*, 119–144. <https://doi.org/10.21560/spcd.vi.818272>