

**Gönderim:** 17.08.2020**Düzeltilme:** 11.09.2020**Kabul:** 30.10.2020**Tür:** Derleme Makale

Açık ve uzaktan öğrenmede dijital ikiz teknolojisinin kullanımına ilişkin bir değerlendirme

Selin GÖÇEN^a^a Dicle Üniversitesi, Ziya Gökalp Eğitim Fakültesi, ORCID: 0000-0003-1495-7754

Özet

Bu çalışmada dijital ikiz teknolojisinin açık ve uzaktan öğrenmede kullanılabilirliği dijital ikiz teknolojisine ilişkin tanımlar, kullanım alan ve örnekleri bağlamında değerlendirilmiştir. Bu doğrultuda dijital ikiz teknolojisi ile ilişkili alanyazında yer alan araştırmalar incelendiğinde sağlık, havacılık, ulaşım, eğitim, kamu denetimi gibi farklı alanlarda kullanım örneklerinin olduğu ve bu kullanım örneklerinde dijital ikiz teknolojisinden değerlendirme, öğretim, tahmin etme, analiz ve geliştirme gibi farklı konularda yararlandığı görülmüştür. İncelenen bu araştırmalar bağlamında dijital ikiz teknolojisinin açık ve uzaktan öğrenme alanında kişiselleştirilmiş uyarlanabilir öğretim tasarım süreçlerinde, öğrenenlere ilişkin veri kaynağı oluşturarak sistemden ayrılmalara ilişkin anlık uyarı sistemleri tasarlamada, öğrenci destek hizmetlerinde ve sanal sınıfların oluşturulmasında yararlanılabileceği sonuçlarına ulaşılmıştır.

Anahtar Sözcükler: Dijital İkiz, Açık ve Uzaktan Öğrenme, Eğitim.

Abstract

In this study, the usability of digital twin technology in open and distance learning was assessed in the context of definitions, areas of use, and examples of digital twin technology. From this perspective, the analysis of the literature on digital twin technology revealed that the examples of use in different fields such as health, aviation, transportation, education, public inspection are available and that digital twin technology is utilized in different areas such as evaluation, teaching, predicting, analysis and development. As a result of the analysis of the research, it was concluded that digital twin technology can be employed in personalized adaptive teaching design processes in the area of open and distance learning, in designing instant warning systems for leaving the system by creating data source regarding the learners, and in creating student support services and formation of virtual classrooms.

Keywords: Digital Twin, Open and Distance Learning, Education.

Kaynak Gösterme

Göçen, S. (2020). Açık ve uzaktan öğrenmede dijital ikiz teknolojisinin kullanımına ilişkin bir değerlendirme. *Açıköğretim Uygulamaları ve Araştırmaları Dergisi (AUAd)*, 6(4), 155-173.

Giriş

Yirminci yüzyılın ikinci yarısında gelişen teknolojiler ile dijitalleşmenin ilk adımlarının atılmış olup 1950'lerden sonra dijital dönüşüm başlamıştır. Yirmi birinci yüzyıl ve Endüstri 4.0 yaklaşımı ise; dijital ortamları ve dijital verileri, toplumlar ve kurumlar açısından daha önemli kılmıştır. Veri toplama sistemlerinin, bilişim ve ağ teknolojilerinin gelişmesiyle birlikte dijital çağ başlamıştır (Kocabay, 2019). Dijital çağ olarak adlandırılan bu süreçte birçok kullanıcı tarafından farklı ortamlardan erişilip gereken durumlarda değiştirilebilen ve farklı formlarda kayıt altına alınabilen dijital veriler, sahip oldukları bu avantajlar nedeniyle gitgide yaygınlaşmaya başlamıştır. Yapay zekâ, nesnelerin interneti, bulut bilişim gibi teknolojik gelişmeler de dijital verilerin kullanım düzeyinin artmasına ve dijital dönüşüm sürecinin hızlanmasına katkı sağlamıştır (Jensen ve Christensen, 1986; Schroeder vd., 2016; Qi ve Tao, 2018; Kara, 2019). Yaşanan bu hızlı dönüşüm sürecinin siber fiziksel sistemleri ön plana çıkardığı söylenebilir.

Fiziksel dünyanın dijital veriler ile algılanarak kontrol edilmesine yarayan siber fiziksel sistemler, fiziksel-sanal dünya bütünleştirmektedir. Siber fiziksel sistemler, fiziksel dünyanın birebir kopyası olan sanal dünyaların oluşturulmasını mümkün kılmaktadır (Kagermann, Wahlster ve Helbig 2013; Zezulka vd., 2016; Dengiz, 2017; Jirkovsy, Obitko ve Mařík vd., 2017). Siber fiziksel sistemler ile oluşturulan sanal dünyalar, dijital ikiz kavramının da temelini oluşturmaktadır. Dijital ikiz; fiziksel-sanal dünyalar arasında verilerin iki yönlü kolay aktarımını sağlayan sistemler olarak tanımlanabilir (Fuller vd., 2020). Bu çalışmada dijital ikizin açık ve uzaktan öğrenme sistemlerinde kullanılabilirliği alanyazında yer alan tanımlar ve ilgili araştırmalar bağlamında değerlendirilmiştir.

Dijital İkiz Kavramı

Modelleme ve benzetim açısından önemli görülen dijital ikiz kavramı olarak ilk kez 2002 yılında Michael Grieves tarafından *Ürün Yaşam Döngüsü Yönetimi* merkezinin oluşturulması için yapılan sunumda kullanılmıştır. Grieves, fiziksel bir sistemin sahip olunan dijital bilgi yapısı ile dijital ikizinin oluşturulabileceğini ve sistemin yaşam döngüsü boyunca fiziksel sistemle ilişkilendirilebileceğini ifade etmiştir. Michigan Üniversitesi'ndeki Ürün Yaşam Döngüsü kursunda kullanılan dijital ikiz, *Yansıtılmış Alanlar Modeli* olarak adlandırılmıştır. Model, uzay ve havacılık alanında benimsenerek kullanılmaya başlanmıştır (Grieves, 2014; Weyer vd., 2016; Çelen, 2017; Grieves ve Vickers, 2017; Puri, 2017; Rosen vd., 2017; Escorsa, 2018; Haag ve Anderl, 2018; Wunderlich Tschöpe ve Duckhorn, 2018).

Alanyazında dijital ikiz kavramına ilişkin birçok tanım yer almaktadır. Akçayır vd. (2019) tarafından gitgide karmaşıklaşan sistemleri kontrol etmede ve yönetmede kullanılabilir yararlı bir yöntem olarak tanımlanan dijital ikiz, Engin ve Erturan (2018) için bilginin sürekli izlenmesi, bilginin kalitesini ve geçerliliğini incelemeye kullanılacak yararlı bir araç niteliğindedir. Şahinaslan (2020) ise dijital ikizi siber fiziksel dünya olarak değerlendirmektedir. Mikro seviyeden makro seviyeye kadar bir dizi sanal bilgi edinilmesine yarayan dijital ikiz, ürünün ya da sistemin yaşam döngüsü boyunca sürekli güncellenen entegre simülasyonlar ile fiziksel bir sistem ya da ögenin dijital temsili olarak da nitelendirilmektedir (Vrabic vd., 2018; Zheng, Yang ve Cheng, 2018; Madni, Madni ve Lucero, 2019). Dijital ikiz, toplanan çevrimiçi verilerin ve bilgilerin sürekli güncellenmesi ile değişikliklerle uyum sağlamada ve fiziksel eşin geleceğine ilişkin tahminde bulunulmasında olanak tanımada kullanılan fiziksel bir sistemin bütün nitelikleri ile temsil edildiği bilgisayarlı model olarak açıklanmaktadır (Chen, 2017; Liu, Meyendorf ve Mrad, 2018). Yapılan bu tanımlar bağlamında dijital ikizin; iyileştirme, yönetme ve tahmin etmeye yönelik kullanılabilir araç olarak değerlendirildiği söylenebilir.

Dijital ikizi, fiziksel bir sistemin aynı görüntüsü olarak tanımlayan Kim, Shin ve Choi (2019) fiziksel sistemlere ait verilerin internet aracılığıyla toplanmasını ve nesnelerin internetinin bazı yönlerinin de işe koşulmasını göz önünde bulundurarak kavramı siber fiziksel sistemlerin bir ögesi olarak değerlendirmektedir. Özen ve Gürel (2020) ise dijital ikizin, makine öğrenmesi ve yapay zekâ desteklenerek karar verme ve verilen karara bağlı olarak sistemi yeniden tasarlama da kullanılabilir yararlı bir araç olarak görmekte ve aynı zamanda simülasyonlar ile oluşturulan sanal gerçeklik alt yapısına sahip önemli bir yöntem olduğunu da belirtmektedir. Engin ve Erturan (2018: 815-816) ise dijital ikizi, gerçek dünya koşullarının analiz edilerek simüle edilmesi ve değişikliklere yanıt verilerek işlemlerin geliştirilmesi için kullanılmakta sorunların oluşmadan belirlenerek çözülmesine olanak tanıyan bir araç olarak değerlendirilmektedir. Simülasyon vurgusu olan bu tanımlara benzer şekilde Houten (2018) da dijital ikizi, simülasyon ile ilişkilendirmektedir. Teknolojik bir kavram olarak değerlendirilen simülasyon, Baudrillard (1982) tarafından teknolojik anlamının yanı sıra toplumsal, ekonomik ve kültürel anlamları da ifade eden kapsamlı bir kavram olarak değerlendirilmiştir (Adanır, 2008). Baudrillard, gerçeğin modeller aracılığıyla türetilmesine hiper-gerçeklik ya da simülasyon olarak adlandırmış ve gerçeğin bütün öğelerine sahip olan bu sistemlerin, gerçek ile ayırt edilemeyecek derecede benzer olduğunu da ifade etmiştir. Bu doğrultuda simülasyon temelli tanımlar ve Baudrillard'ın simülasyon tanımı göz önünde bulundurulduğunda kavram

olarak ilk olarak Grieves tarafından kullanılan dijital ikiz teknolojisinin, simülasyon teknolojisine dayandığını söylenebilir.

Simülasyon teknolojisine dayanan dijital ikizin ilk örneği 1970 yılında NASA'da görüldüğü belirtmektedir. NASA Apollo 13 isimli uzay aracında meydana gelen arıza nedeniyle kurtarma operasyonu düzenlemiş ve bu süreçte de birebir aynı verilere sahip model oluşturmanın gücünden yararlanmıştı. Uzay merkezinde simülasyon üzerinde yapılan testler sonucunda süreç sorunsuz tamamlanmış ve bu durumdan sonra da dijital modeller kullanılmaya başlanmıştır. NASA tarafından kullanılan bu sistem ile dijital ikizin oluşturulma sürecinde izlenen mantık aynı görülmektedir (Rosen vd., 2015; Houten, 2018; Marr, 2017; Kocabay, 2019; Aynacı, 2020; Şahinaslan, 2020). Bu doğrultuda 1970 yılında yaşanan bu durumun fiziksel dünyada var olan bir nesne ya da sistem ile eşleştirme teknolojisinin ilk örneği olduğu; daha sonra ise yeni model ve sistemlerde kavram olarak Grieves tarafından alanyazına kazandırılan dijital ikizin kullanıldığı söylenebilir.

Simülasyon temelli tanımlardan farklı olarak Gartner dijital ikizi, herhangi bir sistemin durumunu anlama, değişikliklere yanıt verme ve iyileştirerek değer katma işlemleri kullanılan ve sensör verilerine dayalı olarak oluşturulan dinamik bir yazılım modeli olarak değerlendirilmektedir (Panetta,2016). Marr (2017) bu modelin; gerçek dünyadaki sistemler, dijital sisteme veri aktarımı sağlayan sensörler ve dijital ortam olarak üç boyutlu bir yapıdan oluştuğunu ifade etmektedir. Üç boyutlu yapıdaki bu modelin bulut tabanlı bir sisteme bağlı olduğunu ifade eden Marr, gerçek dünyadan dijital aktarım sürecinde dijital ikizin oluşturulabildiğini ifade etmektedir. Marr'e benzer şekilde modelin işleyişine odaklanan Puri (2017) ise dijital ikizin iki türü olduğunu ifade ederek sisteme ilişkin verilerin dijital ortama aktararak simüle edilerek görüntülenmesini sağlayan modelin birinci tür olduğunu belirtmektedir. Puri tarafından öngörücü ikiz olarak adlandırılan ve geleceğe ilişkin tahminlerde bulunulmasını sağlayan model da ikinci tür olarak değerlendirilmektedir. İkinci tür olan öngörücü ikiz, geçmiş verilerle karar alınmasında ve gelecekteki olası durum ve davranışlara ilişkin yorum yapılmasında yardımcı olmaktadır. Yapılan bu tanımlar doğrultusunda dijital ikizin, anlık kestirimlerde ve geleceğe ilişkin öngörülerde bulunmaya yardımcı olan dinamik bir model olduğu ifade edilebilir.

Dijital İkiz Teknolojisinin Kullanım Alanları ve Örnekleri

Dijital ikiz teknoloji Gartner'ın 2016 ve 2017 *Teknoloji İlerleme Döngülerinde* içerisinde *Yenilik Tetikleyici* teknoloji sınıfında yer almaktadır. 2018 yılında *Beklentilerin Zirvesi* sınıfına geçerken 2019 yılında en iyi 10 teknoloji içerisinde yer aldığı görülmektedir. 2020 yılı için ise

en iyi 10 teknoloji arasında yer alan Hiper Otomasyon Sistemlerinin, kurumların kendi dijital ikizini yaratmasına neden olacağı ifade edilmektedir (Gartner, 2016, 2017, 2018, 2019; Panetta, 2016). Başka bir ifade ile dijital ikiz teknolojisinin diğer teknolojilerle bütünleşerek varlığını sürdüreceği söylenebilir. Bu doğrultuda dijital ikiz teknolojisinin kullanım alanlarına ilişkin örneklerin incelenmesinin yararlı olacağı söylenebilir.

Kitain (2018) dijital ikiz teknolojisinin kullanım alanlarını şu şekilde sıralamıştır:

- Mevcut verilerini analiz ederek verilen kararları değerlendirme
- Süreç analizi ve görselleştirilebilir performans değerlendirmeleri yapma
- Uzaktan kontrol edebilme ve kontrol maliyetlerini düşürme
- Diğer sistemlerle bağlantı kurarak ilişkileri inceleme
- Gelişebilecek olası sorunları önceden çözebilme
- Karmaşık sistem ve süreçleri anlamayı kolaylaştırma

Kitain'in kullanım alanı sıralaması ile dijitalin ikizin, geçmiş, şimdi ve geleceğe yönelik yol gösterici bir model olarak değerlendirilebilir. Sistemlerin etkili ve verimli süreç planlamaları için kullanabilecekleri dijital ikiz, aynı zamanda yeni tasarımları keşfetme ve deneme ile diğer sistemlerle bağlantı kurarak ilişkisel karşılaştırmalar yapmaya da imkan tanımaktadır (Panetta, 2018; Begg, 2020). Fiziksel cihazlar ya da sistemlere ilişkin doğru analiz ve kontrol işlevleri gereken birçok kritik akıllı uygulamada nesnelerin interneti ile bütünleşerek gerçek zamanlı kararlara olanak tanıdığı için dijital ikiz teknolojisi; sağlık, trafik, şehir planlama gibi birçok alanda kullanılabilir (Stilman vd., 2005; Flanders ve Kavanagh, 2015; Tarng vd., 2016; Mohammadi ve Taylor, 2017; Bilberg ve Malik, 2019; Mandolla vd., 2019). Bu doğrultuda özellikle karmaşık ya da açık sistemlerde değişen koşullara hızla uyum sağlayabilmede ve riskli ya da maliyeti yüksek durumları önceden inceleyebilmede dijital ikizin yararlı bir araç olduğu söylenebilir.

Stanford-Clark, Frank-Schultz ve Harris (2019) Uluslararası İş Makinelerinin (IBM) uzun zamandır dijital ikiz teknolojisi ile ilgilendiklerini belirtmektedir. İnsanların gerçek dünyayı etkileyen kararlarını daha sağlıklı verebilmeleri için kullanılabilecek bu teknoloji ile Formula 1 için sınırsız sayıda senaryo üretilebileceği ifade edilmektedir. Proje yönetimi, mühendislik, ürün tasarımı, gerçek zamanlı karar verme ve ekonomik planlamalar gibi farklı alanlarda basit ve karmaşık yapıları dijital ikiz teknolojisi kullanılabilmektedir. Örnek olarak; *The Weather Company* karmaşık yapıları dijital ikiz teknolojisi kullanarak hava haritaları ve tahminler sunmakta *Aston Martin Red Bull* da IBM desteği ile nesnelerin interneti temelli dijital ikiz teknolojisinden yararlanmaktadır. Mikell ve Clark (2018) mühendislerin tasarladıkları

ürünün amaca uygunluğunu, kalitesini, yıpranma ile baş edebilme düzeyini ve tasarlanan ortama uygunluğunu test etmek için dijital ikiz teknolojilerinden yararlanabileceklerini ifade etmektedir. Bunun yanı sıra müşteri memnuniyetini artırıcı önlemler ve değişiklikler için de kullanılabilirliğini söylemektedir.

Kapsamlı ya da kompleks yapıdaki dijital ikiz kullanımı dışında daha basit ya da kişiselleştirilmiş dijital ikiz kullanımları da görülmektedir. IBM tarafından bilişsel dijital ikiz teknolojisinin gelişimine yönelik çalışmalar yapılmakta kişiselleştirilmiş dijital ikizin oluşturulması planlanmaktadır (Aynacı, 2020). Replika adlı şirketin bireylerin dijital ikizini yaratmasına ve sanal etkileşim ile bilgilerin devamlı güncel tutulmasına imkân sağlayan yapay zeka tabanlı bir sistem geliştirmiştir. General Electric tarafından da üretilen her bir türbin için dijital ikiz oluşturularak gerçek zamanlı raporlamalar yapılmaktadır. (Dambrodt vd., 2018).

Dijital ikiz teknolojisi sağlık alanında da etkin bir şekilde kullanılmaktadır. İnsan beyninin işleyişini bilgisayar ortamına taşımayı amaçlayan *İnsan Beyni Projesinin* alt projelerinden olan *Mavi Beyin Projesi* (Blue Brain Project) ile 2018 yılında fare beyninin bir bölümü ilk 3D atlası yayınlanmıştır (Serap, 2018). Devam eden bu projenin beyin dijital ikizini yaratmaya yönelik olarak gerçekleştirildiği görülmektedir. Sağlık alanında dijital ikizin bir diğer kullanım örneğinin kalp hastalıkları ile ilişkili olduğu görülmektedir. Kalp hastalıklarının önceden tahmin ve tedavi edilmesine olanak tanıyan *Kalp Modeli* (Heart Model) ve *Sanal Kalp Gezgini* (Philips Heart Navigator) dijital ikiz teknolojisi temelinde gerçekleştirilmiştir (Houten, 2018).

Kocabay (2019) ise üretim yürütme sistemi tasarımı yaptığı araştırmasında tasarladığı sistemin uzun süreli analizini yapmak ve sisteme plan dışı giren ürünlerin etkisini incelemek için dijital ikiz teknolojilerinden yararlanmıştır. Bu çalışma ile üretim sistemlerinde dijital ikiz teknolojilerinin kullanılmasının sistemdeki değişiklikleri daha az kaynak ve masraf ile incelemede ve plan dışı gerçekleşen durumların sisteme etkilerini anlık değerlendirmede yararlı olduğu sonucunu ulaştırmıştır.

Erturan ve Ergin (2018) dijital ikiz teknoloji ile dijital denetimi değerlendirdikleri araştırmalarında gerçek zamanda gerçekleşen bütün işlemlerin dijital ikizde nasıl gerçekleştirileceğine ilişkin bir model oluşturulmuştur. Dijital ikiz ile gerçekleştirilecek denetim sürecinin maliyetlerin düşmesine, iş yükünün azalmasına ve denetim kalitesinin artmasına katkı sağlayacağı öngörülmüştür. Modelin uygulanma sürecinde karşılaşılabilecek olumsuzluk ise dijital ortama aktarılan bilgilere ilişkin herkes tarafından kullanılabilir bir çerçevenin olmaması olarak nitelendirilmiştir. Özen ve Gürel (2020) ise kamu denetiminde dijital ikiz teknolojilerinin kullanımını inceledikleri araştırmalarında geleneksel denetim

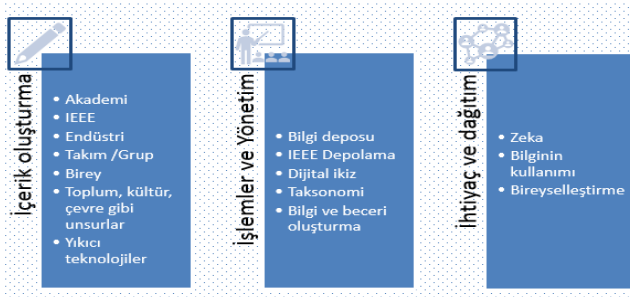
yöntemi ile dijital ikiz yönteminde sürekli denetim karşılaştırması yapmışlardır. Araştırma sonucunda hızlı ve çoklu veri değerlendirme ile geleceğe ilişkin öngörülebilir bulunma imkanları sunan dijital ikiz yönteminde sürekli denetimin kurumlar açısından daha yararlı olacağı belirtilmiştir.

Tamer ve Övgün (2020) tarafından yapılan çalışmada 2018 yılında faaliyete başlayan Dijital Dönüşüm Ofisi incelenmiştir. Araştırmada ofisin gerçekleştirmeye hazırlandığı yapay zekâ temelli projeler değerlendirilmiştir. Araştırma sonucunda üniversitelerde üretilen bilgilerin dijital ortamlara aktarılması ile oluşturulacak dijital ikizin, üniversite-sanayi iş birliğinde uygulama süreçlerinde kullanılmasının hedeflendiği ifade edilmiştir.

Sun vd. (2020) dijital ikiz teknolojisini kullanarak sosyal medyada kişilerin yayınladığı bilgiler üzerinden kişilik tahmini yaptıkları çalışmalarında beş faktörlü kişilik özelliklerinden yararlanmıştır. Sosyal medya kullanıcıların paylaşımlarına ve beğenilerine ilişkin toplanan veriler işlenerek karşılaştırmalar yapılmıştır. Araştırma sonucunda dijital ikiz teknolojisinin beğeni ve paylaşım sayısındaki artışı tahmin etmeyi kolaylaştırdığı ve bu sistemin tüketicilere yönelik tahminlerde de kullanılabilmesi ifade edilmiştir.

Dambrot vd. (2018) Facebook, Instagram, Twitter gibi sosyal medya hesapları ile ilişkili veriler ile telefonlarda bulunan ve günlük aktiviteleri takip eden programların topladığı verilerin insanların dijital ikizinin oluşturulmasında kullanılabilmesini belirtmektedir. Araştırmacılar, bu bilgiler çerçevesinde bireylerin zaten birer dijital ikize sahip olduğunu ancak bunların dağınık bir biçimde var olduğunu söylemektedir. Bu doğrultuda dağınık biçimde varlığını sürdüren dijital ikizlerin bütün haline getirilmesi ile bireylere ait bütün bilgi ve becerilere sahip simbiyotik dijital ikiz oluşturulabileceği ve oluşturulan bu dijital ikiz ile konferans katılımlarının ya da makale yazımlarının gerçekleştirilebileceği ifade edilmektedir.

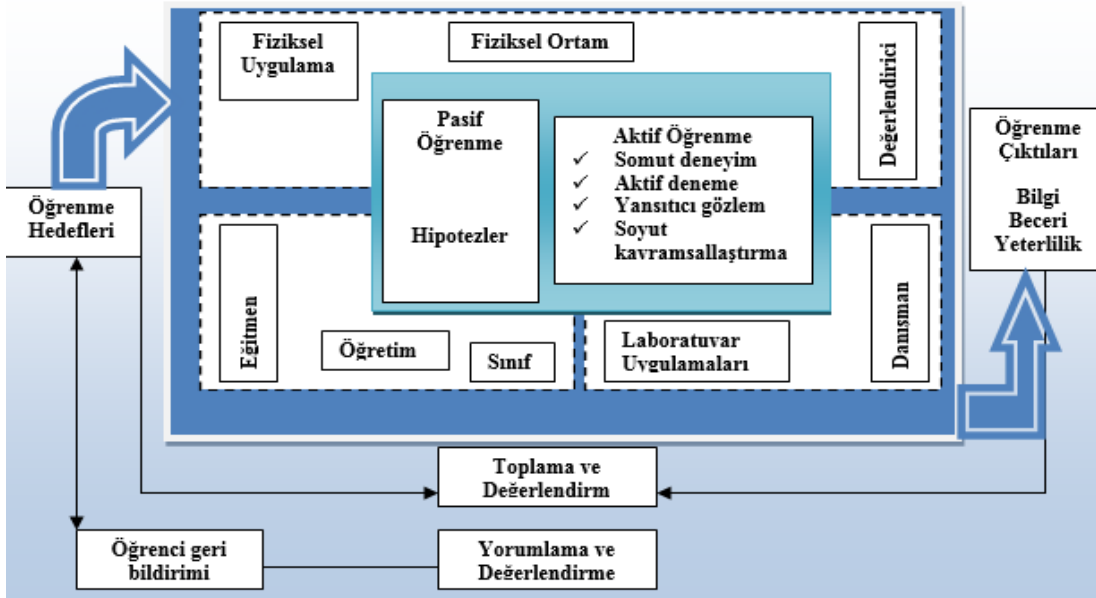
Kinsner (2019) çalışmasında dijital ikiz teknolojisi ile fiziksel ve fizyolojik sınırların aşılabilmesini, hızla artan bilgi ve becerilere daha kısa sürede uyum sağlanabilmesini ifade ederek dijital ikiz teknolojisi temelli simbiyotik eğitim modelinin Türkçe uyarlaması Şekil 1’de sunulmuştur.



Şekil 1. Simbiyotik eğitim için dijital ikiz modeli

Kinsner tarafından oluşturulan model, *İçerik Oluşturma, İşlemler ve Yönetim ile İhtiyaç ve Dağıtım* olmak üzere üç ana öğeden oluşmaktadır. Her ana öğe kendi altında farklı grupları barındırmaktadır. Ana öğelerden birisi olan içerik oluşturma sürecinin modelde yansıtılardan daha fazla alt grubu içerdiğini ifade eden Kinsner; toplum, kültür ve çevrenin de içerik oluşturma sürecine etkisi olduğunu söylemektedir. Kinsner, yıkıcı teknolojilerin ve fikirlerin de eğitim sürecine genellikle içerik oluşturma aşamasında dahil olduğunu ifade etmektedir. Modeldeki ikinci ana öğe, dijital ikizin görülebilir yüzü olarak nitelendirilmekte öğrenenin ihtiyacı olan bilgi ve becerilerin bu öğede sağlandığı açıklanmaktadır. Modelin son kısmında bireyselleştirilmiş kişisel ihtiyaçların dağıtımı yapılmaktadır. Bağlam, zaman ve ihtiyaçlar doğrultusunda değerlendirmeler bu öğede yapılabilmektedir. Üç ana öğe ve alt öğelerden oluşan bu model ile Kinsner, açık bir sistem olarak eğitimde dijital ikiz teknolojisinin kullanımını örneklendirmiştir.

Dijital ikiz teknolojisinin eğitimde kullanımına ilişkin bir diğer araştırma 2018 yılında David, Lobov ve Lanz tarafından gerçekleştirilmiştir. David, Lobov ve Lanz yaptıkları araştırmada eğitimde dijital ikiz teknolojisinin kullanımını Kolb (1984)'un deneysel öğrenme kuramı çerçevesinde incelemiş olup Türkçeye uyarlanmış model Şekil 2'de sunulmuştur.



Şekil 2. Kavramsal Pedagojik Dijital İkiz Mimarisi

Kolb' un deneysel öğrenme döngüsü bağlamında tasarlanmış bu modelde öğrenenin pasif olduğu ve eğitimcinin ara yüz boyunca izlenmesi gereken adımları anlattığı ilk aşama görülmektedir. Öğretmenin rehber rolünde olduğu ikinci aşamada öğrenenler aktif konuma

geçerek dijital ikiz teknolojisi ile yaratılmış sanal bir ortamda çalışmaktadır. İkinci aşamadan sonra öğrenenlerin edindikleri bilgi ve becerileri uygulama aşaması gelmektedir. Öğretmenin değerlendirme işlemlerine başladığı bu sürecin hemen sonrasında ise ölçme ve değerlendirme aşaması gelmektedir. Araştırmacılar, dijital ikiz teknolojisine dayalı bu sistem ile öğrenenlerin daha fazla uygulama yapma ve daha fazla durumu deneyimleme şansına sahip olduklarını ifade etmektedir. Ayrıca araştırmacılar bu model ile fiziksel dünyada yaşanan değişimlerin doğrudan öğrenme hedeflerine yansıtılabileceğini de söylemektedir.

Yapılan araştırmalar basit ve karmaşık dijital ikizlerin sistemlerin yapısına ya da kullanılması düşünülen alana bağlı olarak tercih edilebileceğini göstermektedir. Dijital ikiz teknolojisinin ulaşım, sağlık, meteoroloji, eğitim gibi farklı kullanım örneklerinin yanı sıra bireyselleştirilmiş örneklerinin de olduğu görülmektedir. Bu doğrultuda dijital ikiz teknolojisinin birçok alan ve konuda kullanılabilir yararlı bir araç ya da model olduğu söylenebilir.

Açık ve Uzaktan Öğrenmede Dijital İkiz Teknolojisi

Bireylerin sahip olmaları gereken bilgi, beceri ve yeterlilikler hızla değişmektedir. Öğretim tasarımlarında bu hızlı değişime uyum sağlayabilmek ya da oluşabilecek yeni durumlara ilişkin farklı senaryoları deneyerek alternatif tasarımlar yaparak bireylerin ihtiyaçlarına cevap verilebilmek için daha derin ve daha zengin verilerin toplanılması gittikçe önem kazanmaktadır (Berman vd., 2018; Assante vd., 2019). Bu süreçte kurumların bu değişime uyum sağlayarak bireylerin ihtiyaçlarına daha hızlı cevap verebilmeleri ve geleceğe ilişkin doğru öngörülerde bulunarak planlamalar yapmaları gerekmektedir. Aynı zamanda kurumların, bireylerin kazandıkları yeterliliklere ilişkin diğer kurumlarla ya da ilgili kişilerle paylaşılabilir dijital değerlendirme etiketlerini oluşturması ve bu etiketleri anlık değişimlerle eşzamanlı olarak güncelleyebilmesi önemli görülmektedir. Kurumların öğretimin tasarlanması ve değerlendirmesine ilişkin bu süreci yönetirken fiziksel dünyanın sınırlılıkları aşmak için dijital ikiz teknolojisinden yararlanmasının yararlı olacağı söylenebilir. Nesnelere interneti teknolojisinden yararlanılarak oluşturulacak akıllı eğitim sistemi ve akıllı eğitim modeli ile kurumlar; bu süreçteki maliyeti azaltarak öğretimde iyileştirme çalışmaları yapabilir; ihtiyaçlar dahilinde değişim ve dönüşüm sağlayabilir (Abdel-Basset vd., 2019). Bu bağlamda birebir mevcut kurumun ya da öğretim sürecinin yapısını yansıtacak dijital ikizin ya da akıllı eğitim modelinin, daha düşük maliyet ile içsel ve dışsal çevre koşullarına daha kolay ve hızlı uyum sağlayarak bireylerin ihtiyaçlarına cevap verebilmesine katkı sağlayacağı söylenebilir.

Kitlesel açık çevrimiçi dersler, daha geniş kitlelere öğrenme deneyimi sunmaktadır. Çevrimiçi ders sağlayıcılar aracılığıyla sunulan bu derslere devam eden öğrenenlerin ilgi,

ihtiyaç ve deneyimlerine ilişkin oldukça fazla veri toplanabilmektedir. Öğrenenlere ilişkin toplanan bu veriler, yapay zekâ destekli dijital ikiz teknolojisi aracılığıyla işlenerek kişiselleştirilmiş uyarlanabilir öğretim tasarımları gerçekleştirilebilir ve geribildirim süreçlerinde kullanılabilir. Ayrıca bireyselleştirilmiş dijital ikiz teknolojisi ile bireylerin ilgi ve deneyimleri ile öğrenme hedefleri arasında arabuluculuk yaparak öğrenene danışmanlık sunacak sanal öğrenme arkadaşları oluşturulabilir ve bu sayede öğrenme deneyimi zenginleştirilebilir. (Yu vd., 2017; Peng, Ma ve Spector, 2019; Rasheed, San ve Kvamsdal, 2020).

Açık ve uzaktan öğretim kurumları, dijital ikiz teknolojisi ile akreditasyon süreçlerinde öğrenenlere ilişkin çoklu veri toplayarak bunları öğretim hedefleri ve öğrenme çıktıları ile kıyaslayarak değerlendirebilir. Verilere ilişkin eşleştirme, dışlama ve tahmin yapma sürecini dijital veri yönetimi ile daha hızlı gerçekleştirebilir. Ulusal ve uluslararası akreditasyon kuruluşları ile mevcut verileri değerlendirerek geleceğe ilişkin tahminler ve ihtiyaçlar dahilinde iyileştirme çalışmaları yapabilirler (Osman, Yahya ve Kamal, 2018; Sabir, Abbasi ve İslam, 2018).

2020 yılında pandemi süreci ile eğitimde acil uzaktan öğretim süreci başlamıştır. Zorunlu olarak başlatılan bu sürecin, açık ve uzaktan öğretim deneyimi olmayan kurumlar açısından zorlu geçtiği düşünülebilir. Moore ve Kearsley (2011) açık ve uzaktan öğretim sürecini sistem yaklaşımı ile değerlendirmekte ve sistemin; bilgi kaynakları, tasarım, etkileşim, öğrenme ve yönetim boyutlarından oluştuğunu ifade etmektedir. Birbirleriyle ilişkili bu ögeler, sistemin dışında gerçekleşen değişikliklerden de etkilenmektedir. Sistemin etkililiğinin artmasının bu ögeler arasındaki sağlıklı etkileşim ile mümkün olduğu ifade edilebilir. Sistemin alt ögelerini kapsayıcı nitelikteki yönetim ögesi ise hem diğer ögeler arasındaki etkileşimin sağlıklı ve doğru yürütülmesinde hem de sisteme dışarıdan yansıyan değişiklikleri uyum sağlamada önemli bir konumdadır. Bu doğrultuda sistem yapısını oluşturan bütün ögeleri etkileyebilecek durum ya da durumlara ilişkin kurum yöneticilerinin, birçok veri kaynağından yararlanarak anlık değerlendirmeler yapabilmeleri ve geleceğe ilişkin senaryolar üzerinde denemeler yaparak doğru öngörülerde bulunabilmeleri için dijital ikiz teknolojisinden yararlanabileceği söylenebilir.

Açık ve uzaktan öğrenme deneyimi sunan kurumlar, oluşturacakları dijital ikiz ile öğrenenlerin kişisel dijital ikizi olarak değerlendirilebilecek sosyal medya hesapları ve e-portfolyoları arasında bağlantı kurarak anlık veri toplayarak öğrenenlerin sistemden ayrılmalarını önleyici değişiklikler yapabilir. Öğrenenlerin sistem ayrılmaya iten ya da itecek sebeplere ilişkin anlık değerlendirmeler ve öngörüler ile öğrenenin ihtiyaçlarına cevap

verilebilir. Bu doğrultuda kurumların Dambrot vd. (2018) araştırmalarındaki gibi öğrenenlere ilişkin simbiyotik dijital ikiz oluşturmalarının dağınık durumdaki bütün verilerin tek bir çatı altında toplanmasında ve öğrenenlerin sistemden ayrılmalarının önüne geçilmesinde yararlı olacağı söylenebilir. Analiz, tasarım, geliştirme, uygulama ve değerlendirme basamaklarından oluşan öğretim tasarımı sürecinde de yararlanılabilecek simbiyotik dijital ikiz, tasarımcılar açısından öğrenenlere ilişkin çoklu veri kaynağı barındırması ve değerlendirme sürecini zenginleştirmesi açısından önemli bir araç olabilir. Tasarımcılar açısından önemli bir araç olan simbiyotik dijital ikiz, destek hizmetlerinde de kullanılabilir. Açık ve uzaktan öğretimde destek hizmetlerinde görev alan bireylerin her birinin simbiyotik dijital ikizi oluşturularak daha geniş kitlelere daha hızlı destek hizmeti sunulabilir. Bu doğrultuda simbiyotik dijital ikizin hem tasarım hem de destek hizmetleri açısından yararlı bir teknoloji olarak işe koşulabileceği söylenebilir.

Açık ve uzaktan öğrenmede daha yoğun uygulama gerektiren programlarda dijital ikiz teknolojisi önemli bir araçtır. David, Lobov ve Lanz (2018) araştırmalarında kavramsal dijital ikiz modeli ile öğrenenlerin bilgi ve becerilerini yoğun bir şekilde deneyimleyebilecekleri sanal bir ortam oluşturmuşlardır. 3D modelleme zenginleştirilebilecek bu sanal ortam ile öğrenen hem fiziksel dünyada yapması gereken hem de yapma şansı bulamayacağı uygulamaları yapabilmektedir. Bu doğrultuda dijital ikiz teknolojisinin açık ve uzaktan öğrenme deneyimi zenginleştirici bir araç olarak kullanılabilmesi; yoğun uygulama gerektiren programlarında açık ve uzaktan öğretim sistemine kolaylıkla entegre edilmesine katkı sağlayıcı bir sistem olduğu söylenebilir.

Sonuç

Dijital ikiz teknolojisinin kavram olarak yeni ancak NASA tarafından ilk kullanım örneği dikkate alındığında eski bir teknoloji olduğu anlaşılmaktadır (Grieves ve Vickers, 2017; Houten, 2018). Baudrillard (1982) oldukça kapsamlı olarak açıklanan ancak ağırlıklı olarak teknolojik boyutu ile akıllara gelen simülasyon kuramının, dijital ikiz teknolojisinin temelini oluşturduğu görölmektedir. Simülasyon temelli dijital ikiz teknolojisi; yapay zekâ, nesnelerin interneti, bulut bilişim gibi teknolojik gelişmeler ile daha yaygın ve daha fazla sistem açısından kullanılabilir hale gelmiştir. Dijitalleşmenin gitgide hızlandığı yirmi birinci yüzyılda bütün sistemlerin çok boyutlu olarak yararlanılabileceği dijital ikizini oluşturması etkililik, verimlilik ve süreklilik açısından kaçınılmaz olmuştur.

Dijital ikiz teknoloji kullanımına ilişkin yapılan çalışmalar incelendiğinde denetim, değerlendirme, öğretim, öğrenme, tahmin etme, analiz ve geliştirme gibi farklı konularda kullanıldığı görölmektedir. Sağlık, havacılık, ulaşım, kamu denetimi, eğitim, medya gibi

alanlarda dijital ikiz teknolojisinden yararlanıldığı görülmektedir. Dijital ikiz teknolojisi, gereken durumlarda nesnelerin interneti, yapay zekâ, sanal gerçeklik gibi diğer teknolojilerle bütünleştirilerek kullanılmaktadır. Bu doğrultuda dijital ikiz teknolojisinin ihtiyaç duyulan her alanda kullanılabileceği söylenebilir.

Açık ve uzaktan öğrenme sürecinde dijital ikiz teknolojisinden öğrenme ortamını zenginleştirici ve öğrenene daha fazla ve farklı deneyimler yaşama imkânı sunmak için yararlanılabilecek bir araç olduğu alanyazında yer alan kavramsal dijital ikiz modelinde (David, Lobov ve Lanz, 2018) görülmektedir. Öğretim tasarımı sürecinde öğrenene ilişkin dağıntık bilgileri bütünleştirme, öngörülerde bulunabilme ve doğru değerlendirmeler ile hızlı dönütler verebilme açısından ve simbiyotik dijital ikiz (Dambrot vd., 2018) ile dağıntık bilgilerin bütünleştirip kullanmada yararlı bir araç olduğu ifade edilebilir. Açık ve uzaktan öğrenme sürecinde destek hizmetlerinde de simbiyotik dijital ikizin işe koşulmasının yararlı olacağı söylenebilir. Açık ve uzaktan öğretim sistemlerinin anlık değişimlere cevap verebilmek ya da gelecekte karşılaşılabilecek değişikliklere yönelik önlem alabilmek için dijital ikiz teknolojisinden yararlanabilecekleri alanyazında çalışmalar ve teknolojiye ilişkin tanımlar çerçevesinde görülmektedir. Bu doğrultuda dijital ikiz teknolojisinin ihtiyaç duyulan diğer alanlarda olduğu gibi açık ve uzaktan öğrenmede de işe koşulabilecek güçlü bir araç/sistem olduğu söylenebilir.

Öneriler

Araştırmacıların; açık ve uzaktan öğretimde dijital ikiz teknolojisinin kullanımına ilişkin çalışmalar yapmalarının ve ilgili teknolojinin öğretim sürecinde nasıl ve ne şekilde kullanılabileceğini derinlemesine incelemeleri yararlı olacaktır. Açık ve uzaktan öğretim sistemini oluşturan her bir ögede dijital ikiz teknolojisinin işe koşulmasına ilişkin çalışmaların yapılmasına ihtiyaç duyulduğu göz önünde bulundurulduğunda araştırmacıların bu konuya yönelmesinin faydalı olacağı söylenebilir. Eğitimde dijital ikiz teknolojisine ilişkin yapılmış olan araştırmalarda sunulan modelleri olduğu ancak uygulama düzeyi üzerinde yeterince durulmadığı görülmektedir. Araştırmacıların daha önceden oluşturulan modellerin işlevselliğini değerlendirmeye yönelik araştırmalar yapmaları ya da kendi modellerini oluşturarak avantaj ve dezavantajları ile değerlendirmeleri gerekmektedir. Bu doğrultuda eğitimde dijital ikiz teknolojisinin kullanımına ilişkin deneysel ya da tasarım tabanlı araştırmaların yapılmasının açık ve uzaktan öğrenme açısından da faydalı olacağı söylenebilir. Dijital ikiz teknolojisinin, kavram olarak yeni olsa da simülasyon kuramı temelinde oluşturulduğu görülmektedir. Araştırmacıların dijital ikiz kavramı ve simülasyon kuramı arasındaki bağlantıya ilişkin çalışmalar yapmalarının yararlı olacağı düşünülmektedir. Farklı

teknolojiler ile bütünleştirilmiş dijital ikizin öğrenme sürecinde nasıl kullanılabileceğine ilişkin yeterince araştırmanın yapılmadığı görülmektedir. Araştırmacıların bu yönde çalışmalar yapmalarının yararlı olacağı düşünülmektedir.

Dijital ikiz teknolojisi öğrenme sürecini zenginleştirici bir araç kullanılabilmektedir. Bu doğrultuda eğitimcilerin, öğretim tasarım sürecinde ve öğrenme ortamlarında dijital ikiz teknolojisinden yararlanmaları faydalı olacaktır. Eğitimcilerin; dijital ikiz teknolojisinin öğrenen profillerine ilişkin çoklu ve dağınık bilgileri toparlayarak doğru değerlendirmeler yapılmasına imkân tanıyan bir teknoloji olduğunu göz önünde bulundurarak öğretim sürecine entegre etmeleri yararlı olacaktır. Simülasyon temelli dijital ikiz teknolojisi, öğrenenlere farklı ve zengin uygulama fırsatı sunmaktadır. Bu doğrultuda eğitimcilerin öğretim ortamlarını ilgili teknolojiyi işe koşarak tasarlamalarının yararlı olacağı söylenebilir.

Kaynakça

- Abdel-Basset, M., Manogaran, G., Mohamed, M., & Rushdy, E. (2019). Internet of things in smart education environment: Supportive framework in the decision-making process. *Concurrency and Computation: Practice and Experience*, 31: e4515.
- Adanır, O. (2008). *Baudrillard'ın simülasyon kuramı üzerine notlar ve söyleşiler*. İstanbul: Hayal-Et Kitap.
- Akçayır, M., Akçayır, G., Pektaş, H. M., & Ocak, M. A. (2016). Augmented reality in science laboratories: The effects of augmented reality on university students' laboratory skills and attitudes toward science laboratories. *Computers in Human Behavior*, 57, 334-342.
- Assante, D., Caforio, A., Flamini, M., & Romano, E. (2019). Smart education in the context of Industry 4.0. In *Proceedings of the 2019 IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON)*, pp. 1140-1145.
- Aynacı, İ. (2020). Dijital ikiz ve sağlık uygulamaları. *İzmir Kâtip Çelebi Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 3(1):70- 82.
- Baudrillard, J. (1982). *Simülakrlar ve simülasyon*. (Çev. Oğuz Adanır). Ankara: Doğu Batı Yayınları.
- Begg, R. (2020). Adopt digital twins to mitigate pandemic fallout
<https://www.machinedesign.com/automation-iiot/article/21131067/adopt-digital-twins-to-mitigate-impact-of-pandemic> (Erişim Tarihi: 11.05.2020)
- Berman, F., Rutenbar, R., Hailpern, B., Christensen, H., Davidson, S., Estrin, D., & Szalay, A. S. (2018). Realizing the potential of data science. *Communications of the ACM*, 61(4), 67-72.
- Bilberg, A., & Malik, A. A. (2019). Digital twin driven human–robot collaborative assembly. *CIRP Annals*, 68(1), 499-502.
- Chen, Y. (2017). Integrated and intelligent manufacturing: Perspectives and enablers. *Engineering*, 3(5), 588-595.
- Dambrot, S. M., de Kerchove, D., Flammini, F., Kinsner, W., MacDonald Glenn, L., & Saracco, R. (2018). IEEE Symbiotic autonomous systems white paper II. <https://digitalreality.ieee.org/images/files/pdf/SAS-WP-II-2018-Finalv3.2.pdf> (Erişim Tarihi: 20.04.2020)
- David, J., Lobov, A., & Lanz, M. (2018). Leveraging digital twins for assisted learning of flexible manufacturing systems. In *Proceedings of the 16th International Conference on Industrial Informatics (INDIN)*, pp. 529-535.
- Dengiz, O. (2017). Endüstri 4.0: Üretimde kavram ve algı devrimi. *Makina Tasarım ve İmalat Dergisi*. 15:1, 38-45.
- Escorsa, E. (2018) Digital twin: a glimpse at the main patented developments. <https://www.ificlaims.com/news/view/blog-posts/digital-twin-patent.htm> (Erişim Tarihi: 21.03.2020)
- Erturan, E. İ. & Ergin, E. (2018). Dijital denetim ve dijital ikiz yöntemi. *Muhasebe Bilim Dünyası Dergisi*, 20(4); 810-830.

- Flanders, M., & Kavanagh, R. C. (2015). Build-A-Robot: Using virtual reality to visualize the Denavit–Hartenberg parameters. *Computer Applications in Engineering Education*, 23(6), 846-853.
- Fuller, A., Fan, Z., Day, C. & Barlow, C. (2020). Digital twin: Enabling technology, challenges and open research. *IEEE Access*.
- Gartner, (2016). Gartner Top 10 Strategic Technology Trends for 2017. <https://www.gartner.com/smarterwithgartner/gartners-top-10-technology-trends-2017/> (Erişim Tarihi: 21.03.2020)
- Gartner, (2017). Gartner Top 10 Strategic Technology Trends for 2018. <https://www.gartner.com/smarterwithgartner/gartner-top-10-strategic-technology-trends-for-2018/> (Erişim Tarihi: 21.03.2020)
- Gartner, (2018). Gartner Top 10 Strategic Technology Trends for 2019. <https://www.gartner.com/smarterwithgartner/gartner-top-10-strategic-technology-trends-for-2019/> (Erişim Tarihi: 21.03.2020)
- Gartner, (2019). Gartner Top 10 Strategic Technology Trends for 2020. <https://www.gartner.com/smarterwithgartner/gartner-top-10-strategic-technology-trends-for-2020/> (Erişim Tarihi: 21.03.2020)
- Grieves, M. (2014). Digital twin: Manufacturing excellence through virtual factory replication. [http://www.aprison.com/library/Whitepaper Dr Grieves DigitalTwin ManufacturingExcellence.php](http://www.aprison.com/library/Whitepaper%20Dr%20Grieves%20DigitalTwin%20ManufacturingExcellence.php),
- Grieves, M. & Vickers, J. (2017). Digital twin: Mitigating unpredictable, undesirable emergent behavior in complex systems. *In Transdisciplinary perspectives on complex systems* (pp. 85-113). Springer International Publishing.
- Haag, S., & Anderl, R. (2018). Digital twin–Proof of concept. *Manufacturing Letters*, 15, 64-66.
- Houten, H. V. (2018). How a virtual heart could save your real one. <https://www.philips.com/a-w/about/news/archive/blogs/innovation-matters/20181112-how-a-virtual-heart-could-save-your-real-one.html> (Erişim Tarihi: 22.03.2020)
- Jensen, J. R., & Christensen, E. J. (1986). Solid and hazardous waste disposal site selection using digital geographic information system techniques. *Science of the total environment*, 56, 265-276.
- Jirkovský V., Obitko M. & Mařík V. (2017). Understanding data heterogeneity in the context of cyber-physical systems integration, *IEEE Transactions on Industrial Informatics*, 13:2, pp. 660-667.
- Kagermann, H., Wahlster, W. and Helbig, J. (2013). Recommendations for implementing the strategic initiative Industrie 4.0. *Final report of the Industrie 4.0 Working Group* in Acatech National Academy of Science and Engineering. <https://www.din.de/blob/76902/e8cac883f42bf28536e7e8165993f1fd/recommendations-for-implementing-industry-4-0-data.pdf> (Erişim Tarihi: 12.04.2020)
- Kara, İ. (2019). Dijital verilerin imha süreçlerinin tanımlanması ve uygulama yönünden değerlendirilmesi. *Uluslararası Yönetim Bilişim Sistemleri ve Bilgisayar Bilimleri Dergisi*, 3(2):52-58

- Kim, S. Y., Shin, B. S., & Choi, H. (2019). Virtual Reality Based Education with Mobile Device Platform. *Mobile Information Systems*. <https://doi.org/10.1155/2019/6971319>
- Kinsner, W. (2019). Towards Evolving Symbiotic Education Based on Digital Twins. *Mondo Digitale*, 2.
- Kitain, L. (2018). Digital Twin — The New age of Manufacturing. https://medium.com/datadriveninvestor/digital-twin-the-new-age-of-manufacturing_d964eeba3313 (Erişim Tarihi: 20.03.2020)
- Kocabay, İ. V. (2019). *Dijital ikizler gömülü gerçek zamanlı üretim yürütme sistemi tasarımı: kitlesel özelleştirme ile üretim yapan bir firmada uygulama*. Yüksek lisans tezi, Hacettepe Üniversitesi.
- Kolb, D. A. (1984). *Experiential learning: Experience as the source of learning and development*. Prentice Hall.
- Liu, Z., Meyendorf, N., & Mrad, N. (2018). The role of data fusion in predictive maintenance using digital twin. *In AIP Conference Proceedings* (p. 020023-6).
- Madni, A. M., Madni, C. C., & Lucero, S. D. (2019). Leveraging digital twin technology in model-based systems engineering. *Systems*, 7(1), 7.
- Mandolla, C., Petruzzelli, A. M., Percoco, G., & Urbinati, A. (2019). Building a digital twin for additive manufacturing through the exploitation of blockchain: A case analysis of the aircraft industry. *Computers in Industry*, 109, 134-152.
- Marr, B. (2017). What Is Digital Twin Technology – And Why Is It So Important? <https://www.forbes.com/sites/bernardmarr/2017/03/06/what-is-digital-twin-technology-and-why-is-it-so-important/#4d67dd832e2a> (Erişim Tarihi: 02.04.2020)
- Mikell, M. & Clark, J. (2018). Cheat sheet: What is Digital Twin? <https://www.ibm.com/blogs/internet-of-things/iot-cheat-sheet-digital-twin/> (Erişim Tarihi: 02.04.2020)
- Mohammadi, N., & Taylor, J. E. (2017). Smart city digital twins. *In 2017 IEEE Symposium Series on Computational Intelligence (SSCI)* (pp. 1-5).
- Moore, M. G., & Kearsley, G. (2011). *Distance education: A systems view of online learning*. (3rd ed.). Belmont, CA: Wadsworth.
- Osman, A., Yahya, A. A., & Kamal, M. B. (2018). A benchmark collection for mapping program educational objectives to ABET student outcomes: Accreditation. *In 5th International Symposium on Data Mining Applications* (pp. 46-60).
- Özen, A. & Gürel, F.N. (2020). Kamu denetiminde dijital dönüşüm: Dijital ikiz yöntemi. *İzmir Sosyal Bilimler Dergisi*, 2 (1), 16-23.
- Panetta, K. (2016). The challenges of creating, implementing and preparing for the IoT. <https://www.gartner.com/smarterwithgartner/7-technologies-underpin-the-hype-cycle-for-the-internet-of-things-2016/> (Erişim Tarihi: 15.04.2020)
- Panetta, K. (2018). Blockchain, quantum computing, augmented analytics and artificial intelligence will drive disruption and new business models. <https://www.gartner.com/smarterwithgartner/gartner-top-10-strategic-technology-trends-for-2019/> (Erişim Tarihi: 15.04.2020)

- Peng, H., Ma, S., & Spector, J. M. (2019). Personalized adaptive learning: an emerging pedagogical approach enabled by a smart learning environment. *Smart Learning Environments*, 6(1), 9.
- Puri, D. (2017). Oracle's digital twins implifies design process for complex IoT systems. <https://www.networkworld.com/article/3235962/oracles-digital-twin-simplifies-design-process-for-complex-iot-systems.html>. (Erişim Tarihi: 10.04.2020)
- Qi, Q., & Tao, F. (2018). Digital twin and big data towards smart manufacturing and industry 4.0: 360 degree comparison. *IEEE Access*, 6, 3585-3593.
- Rasheed, A., San, O., & Kvamsdal, T. (2020). Digital twin: Values, challenges and enablers from a modeling perspective. *IEEE Access*, 8, 21980-22012.
- Rosen, R., Von Wichert, G., Lo, G., Bettenhausen, K.D. (2015). About the importance of autonomy and digital twins for the future of manufacturing, *In Proceedings of the 15th IFAC Symposium on Information Control Problems in Manufacturing*, 48, 3, pp. 567–572.
- Sabir, A., Abbasi, N. A., & Islam, M. N. (2018). An electronic data management and analysis application for ABET accreditation. *arXiv: Physics Education*.
- Schroeder, G. N., Steinmetz, C., Pereira, C. E., & Espindola, D. B. (2016). Digital twin data modeling with automationml and a communication methodology for data exchange. *IFAC-PapersOnLine*, 49(30), 12-17.
- Serap, S. (2018). İnsan beyninin 3 boyutlu haritası: Hayal mi, gerçek mi? <https://www.bilimveutopya.com.tr/makale/insan-beyninin-3-boyutlu-haritasi-hayal-mi-gercek-mi> (Erişim Tarihi: 15.03.2020)
- Stanford-Clark, A., Frank-Schulz, E. & Harris, M. (2019). What are digital twins??. <https://developer.ibm.com/articles/what-are-digital-twins/> (Erişim Tarihi: 15.03.2020)
- Stilman, M., Michel, P., Chestnutt, J., Nishiwaki, K., Kagami, S., & Kuffner, J. (2005). Augmented reality for robot development and experimentation. *Robotics Institute Tech. Report of Carnegie Mellon University*. <https://www.ri.cmu.edu/publications/augmented-reality-for-robot-development-and-experimentation/> (Erişim Tarihi: 17.04.2020)
- Sun, J., Tian, Z., Fu, Y., Geng, J. & Chunli Liu (2020): Digital twins in human understanding: a deep learning-based method to recognize personality traits, *International Journal of Computer Integrated Manufacturing*. <https://doi.org/10.1080/0951192X.2020.1757155>
- Şahinaslan, E. (2020). Endüstri 4.0 dönüşümünde öne çıkan teknolojiler. Turgay Seçkin (Ed.). *Fen Bilimleri ve Matematik Alanında Akademik Çalışmalar içerisinde*. (s.61-79). Ankara: Gece Kitaplığı.
- Tamer, H. Y., & Övgün, B. (2020). Yapay zeka bağlamında dijital dönüşüm ofisi. *Ankara Üniversitesi SBF Dergisi*, 75(2), 775-803.
- Tarng, W., Lin, Y. S., Lin, C. P., & Ou, K. L. (2016). Development of a lunar-phase observation system based on augmented reality and mobile learning technologies. *Mobile Information Systems*.

- Vrabic, R., Erkoyuncu, J. A., Butala, P., & Roy, R. (2018). Digital twins: Understanding the added value of integrated models for through-life engineering services. *Procedia Manufacturing*, 16, 139-146.
- Weyer, S., Meyer, T., Ohmer, M., Goreck, D., Zühlke, D. (2016). Future Modeling and Simulation of CPS-based Factories: an Example from the Automotive Industry. *IFAC-PapersOnLine*, 49-31, 97–102.
- Wunderlich, C., Tschöpe, C., & Duckhorn, F. (2018). Advanced methods in NDE using machine learning approaches. *In AIP Conference Proceedings* (p. 020022).
- Yu, H., Miao, C., Leung, C., & White, T. J. (2017). Towards AI-powered personalization in MOOC learning. *npj Science of Learning*, 2(1), 1-5.
- Zeulka F., Marcon P., Vesely I.& Sajdl O. (2016). Industry 4.0 – An Introduction in the phenomenon. *International Federation of Automatic Control, IFAC-PapersOnLine*, 49-25, 008–012.
- Zheng, Y., Yang, S., & Cheng, H. (2019). An application framework of digital twin and its case study. *Journal of Ambient Intelligence and Humanized Computing*, 10(3), 1141-1153.

Yazar Hakkında

Selin GÖÇEN



Selin GÖÇEN, 2011 yılından Dicle Üniversitesi Ziya Gökalp Eğitim Fakültesi Temel Eğitim Bölümünde araştırma görevlisi olarak göreve başlamış ve görevine devam etmektedir. Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Sınıf Öğretmenliği lisans eğitimini, Dicle Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü Eğitim Yönetimi, Teftişi, Planlaması ve Ekonomisi Anabilim Dalında yüksek lisans eğitimini tamamlamıştır. Anadolu Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Uzaktan Eğitim Anabilim Dalında doktora eğitimine devam etmektedir.

Posta adresi: Dicle Üniversitesi Ziya Gökalp Eğitim Fakültesi Temel Eğitim Bölümü, Sur, Diyarbakır.

Tel (İş): +90 (412) 241 10 00- 8893

Eposta: selin.gocen@dicle.edu.tr