

TEKNOLOJİ VE SANAYİDEKİ GELİŞMELERİN YANSIMASI OLARAK EĞİTİM 4.0

Berrin BAYBURT* 

Figen EĞİN† 

Özet

Endüstri Devriminden günümüze kadar üretimin artması ve ekonomik ilişkilerin eskisine oranla daha da karmaşık hale gelmesi; sosyo-ekonomik ve siyasal dönüşümleri de beraberinde getirmiştir. Her bir Endüstri Devrimi, daha öncesinde sahip olunan bilgi ve deneyimler üzerine eklenerek birikimli olarak gerçekleşmiştir. Genel olarak, ideal vatandaş ve istedik davranışlara sahip bireyler yetiştirmeyi amaçlayan eğitim-öğretim sistemi de bu değişimlerden fazlasıyla etkilenmiştir. Bu çalışmanın amacı Endüstri 4.0 sonrasında yaşanan gelişmelerin eğitim-öğretime olan etkilerini dünya ve Türkiye ölçeğinde incelemektir. Çalışma nitel araştırma çerçevesinde planlanmış, yürütülmüş ve verilerin elde edilmesi amacıyla ise literatür taraması yapılmıştır. Yapılan çalışma ile günümüz toplumlarında Endüstri 4.0 ile başlayan gelişmelerin bir sonucu olarak teknoloji üretimi, ar-ge, pazarlama, girişimcilik, algoritmik düşünme, kodlama, problem çözme gibi yeterliliklerin önem kazanmaya başladığı görülmektedir. Diğer yandan eğitim sisteminin bu yeni gelişmelere adapte olarak piyasa koşullarına entegre olması, öğrenci ve öğretmenlerin güncel gereksinimler doğrultusunda donanmasına olan ihtiyacı ortaya çıkarmıştır. Bu ihtiyaçlar doğrultusunda okul müfredatlarına Endüstri 4.0'ın gerektirdiği bilgi ve becerilere sahip bireyler yetiştirmeyi amaçlayan kazanımlar eklenmiş ve bu doğrultuda kodlama, robotik, finansal okuryazarlık, girişimcilik, iletişim becerileri okul müfredatlarındaki yerini almıştır. Türkiye’de yerel ve ulusal düzeyde projelerle öğrenciler bu kazanımlar doğrultusunda çalışmalar yapmaya teşvik edilmişlerdir

Anahtar Kelimeler: Eğitim, Öğretim, 21.yüzyıl Becerileri, Sanayi 4.0, Dönüşüm

EDUCATION 4.0 AS A REFLECTION OF THE DEVELOPMENTS IN TECHNOLOGY AND INDUSTRY

Abstract

The increase in production from the Industrial Revolution to the present day and the economic relations becoming more complex compared to the past; brought along socio-economic and political transformations. Each Industrial Revolution has been accumulated by articulating on previous knowledge and experience. In general, the education system, which aims to raise individuals with ideal citizens and desired behaviors, has been greatly affected by these changes. The aim of this study is to examine the effects of the developments after Industry 4.0 on education in the world and in Turkey. The study was planned and conducted within the framework of qualitative research and a literature review was conducted to obtain data. As a result of the developments that started with Industry 4.0 in today's societies, it is seen that competencies such as technology production, R&D, marketing, entrepreneurship, algorithmic thinking, coding and problem solving have begun to gain importance. On the other hand, the integration of the education system to market conditions by adapting to these new developments has revealed the need for students and teachers to be equipped in line with current needs. In line with these needs, acquisitions aimed at raising individuals with the knowledge and skills required by Industry 4.0 have been added to the school curricula, and accordingly, coding, robotics, financial literacy, entrepreneurship, and communication skills have taken their place in school curricula. Students are encouraged to work in line with these achievements through local and national projects in Turkey.

Keywords: Education, Teaching, 21st Century Skills, Industry 4.0, Transformation.

* Milli Eğitim Bakanlığı, berrinbayburt82@gmail.com.

† Milli Eğitim Bakanlığı, figenkaya@gmail.com.

Giriş

Avrupa’da Rönesans ve Reform hareketlerinin ardından başlayan Aydınlanma Çağı ile bilimsel ve kültürel gelişmelerin fikri temelleri oluşmuş ve bu da sosyo-ekonomik ve siyasal gelişmelerin habercisi olmuştur. Aydınlanma sonrasında gelişimi hızlanan hak ve özgürlük temelli düşünce yapısı, bilimsel ilerlemeler için gerekli zemini hazırlamıştır. Avrupa merkezli olarak yaşanan bu gelişmeler yeni sosyo-ekonomik sistem ve siyasal yönetimlerin kurulmasını sağlamıştır. Bilimsel ve kültürel alanda yaşanan gelişmeler sürecinde atılan en önemli adımların başında ise laik eğitim kurumlarının oluşturulması gelmektedir. Bilimsel ve kültürel gelişmelerin kuşkusuz günümüze kadarki en önemli sonucu Endüstri Devriminin gerçekleşmesi olmuştur. Buhar gücünün üretimde kullanılması ile başlayan sanayileşme, hammadde ve pazar ihtiyacını ortaya çıkarması bakımından ülkeler arası ekonomik ve siyasal gelişmeleri etkilemiş ve bu da toplumsal alanda yeni dinamiklerin yaşanmasıyla sonuçlanmıştır. Kentleşmenin artması sonucunda ortaya çıkan sorunlara yönelik düzenlemeler, işçi hakları başta olmak üzere hak ve özgürlükler alanında yaşanan gelişmeler günümüze kadar devam eden bir sürecin başlangıcını oluşturmuştur.

1. Endüstri Devriminin ardından yüz yıl geçmeden 2. Endüstri Devrimini belirleyen etmenler ortaya çıkmıştır. Genel olarak 1860’larda başladığı kabul gören bu dönem için ucuz çelik üretim yönteminin yaygınlaşması başlangıç olarak ele alınmaktadır. Bazı çevrelerce 1. Dünya Savaşı’na, bazılarına göre ise 2. Dünya Savaşı’na kadar sürdüğü belirtilen bu dönemde demiryolları başta olmak üzere ulaşım ağlarının gelişmesi önemli bir rol oynamıştır. Hammadde ihtiyacı ve nihai ürünlerin ulus ötesi pazarlara açılması da ulaşım ağlarındaki söz konusu gelişmeler ile gerçekleşmiştir. Bu dönemin ardından 3. Endüstri Devrimi olarak adlandırılan sürecin temel özelliği ise bilişim teknolojilerinde yaşanan gelişmeler olmuştur. Soğuk Savaşın sona ermesi ile birlikte hızlanan küreselleşme sürecinde dünyanın tek pazar haline gelmesi sonucu üretim, pazarlama ve satış konularında yeni yaklaşımlar ortaya çıkmıştır. Bu dönemde seri üretim yerine kişiye özel üretim önem kazanırken, kaliteli; ancak ucuz üretim yapmak önem kazanmıştır (Özsoylu, 2017: 42). Üçüncü Sanayi Devrimini hazırlayan etkenler ise dijitalleşme ve internet olmuştur. Her bir sanayileşme sürecinde ülkeler, dönemin olanaklarından yararlanarak önemli teknolojik ilerlemeler gerçekleştirmişlerdir (Sözen ve Mescioğlu, 2019: 303).

4. Endüstri Devrimi olarak bilinen Endüstri 4.0 kavramı ise, hız, verimlilik, maliyet ve inovasyon odaklı üretim ve pazarlama yaklaşımının yanında, gelişen teknoloji ile ulaşılan düzeyi ifade etmek için kullanılmaktadır. Bu düzeyde, üretim süreçlerinde yer alan tüm birimlerin iletişim halinde olması, büyük verilere ulaşılabilmesi ve bunun sonucunda beklentileri en iyi düzeyde karşılayan çıktılara ulaşmak hedeflenmektedir. Endüstri 4.0 kavramının ortaya çıkmasını hazırlayan etmenler içerisinde, dijitalleşmede meydana gelen gelişmeler ile bu gelişmeler sonucu ortaya çıkan siber-fiziksel sistemlerin, nesnelerin interneti olarak adlandırılan cihaz ve büyük veri işleme gibi faktörlerin öne çıktığı görülmektedir (Soylu, 2017: 44).

İlk kez 2011’de Almanya’da gündeme gelen Endüstri 4.0 kavramı, küresel ölçekli teknolojik gelişme ve rekabet alanlarında ülkelerin ön sıralarda yer almak için kullandıkları stratejiler arasında yer almaktadır. Bu süreç temelde sanayi ürünleri ile bilişim teknolojileri arasındaki iletişime dayanmakla birlikte, sözü edilen dönemde yeni nesil yazılım, donanım ve akıllı sistemlerin yaygınlaştırılması önem kazanmıştır. Endüstri 4.0 ile bireysel konfor önem kazanmış, üretim süreçlerinde beden gücü yerine robotların kullanılmasına dayanan akıllı fabrikalar yer almaya başlamıştır (Etyemez ve Güngör, 2016: 818). Özkan, Al ve Yavuz (2018), endüstri devrimleri süreçlerini ve bu süreçlerde yaşanan gelişmeleri aşağıdaki tabloda yer aldığı gibi özetlemektedir.

Tablo 1. Endüstri 4.0'ın Tarihsel Gelişimi

Mekanik Üretim Tesislerinin Uygulanması (18. Yüzyıl)
1712 Buhar Makinesinin İcadı

Elektrik ve İş Bölümüne Dayalı Seri Üretime Geçilmesi (19.-20. Yüzyıl)
1840 Telgraf ve 1880 Telefon İcatları
1920 Taylorizm (Bilimsel yönetim)

Üretim Süreçlerinin Otomasyonu (20. Yüzyıl)
1971 İlk mikro bilgisayar (Altair 8800)
1976 Apple I (S. Jobs ve S. Wozniak)

Otonom Makineler ve Sanal Ortamlar (21. Yüzyıl)
1988 AutoIDLab. (MIT)
2000 Nesnelerin İnterneti
2010 Hücresel Taşıma Sistemi
2020 Otonom Etkileşim ve Sanallaştırma

Kaynak: Özkan, Al ve Yavuz (2018). Uluslararası Politik Ekonomi Açısından Dördüncü Sanayi-Endüstri Devrimi'nin Etkileri ve Türkiye, Marmara Üniversitesi Siyasal Bilimler Dergisi, 6 (2), 126-156.

İlk üç endüstri devrimi ele alındığında, mekanizasyon, elektronik ve bilişimin gelişmesi ile yaşanan yapısal dönüşümler ve reformlar dikkat çekerken; nesnelerin ve hizmetlerin interneti, siber-fiziksel sistemler başta olmak üzere teknolojinin üretim sürecine dâhil edilerek akıllı fabrikaların kurulmaya başlaması ise Dördüncü Endüstri Devrimi olarak adlandırılmaktadır. Bu dönemde işletmelerin üretim süreçlerinde yer alan bileşenler arasında küresel ağlar kurabilmesi ile birlikte üretimin esnek hale gelmesi gerçekleşirken, farklı ve uygun fiyatlı teknolojiler ile ekonominin tüm alanları dönüşmektedir (Kasa, 2020: 305).

Endüstri 4.0 kavramı dokuz önemli bileşenden meydana gelmektedir. Bu bileşenler; büyük veri ve veri analitiği, artırılmış gerçeklik, nesnelerin interneti, otonom robotlar, simülasyon, yatay ve dikey bütünleşme, siber-fiziksel sistemler, bulut teknolojisi ve eklemeli üretimdir. Bu süreçte teknolojik gelişmeler üretim süreci ile ilişkilendirilmekle birlikte, günlük yaşamın tüm aşamaları ile de ilişkili olabileceğine dikkat çekilmektedir (Yıldırım, 2019: 244). Doğan ve Baloğlu (2020)'na göre Endüstri 4.0 kapsamında yer alan kavramlar Tablo 2'de yer almaktadır.

Her gelişme ile ilgili olduğu gibi Endüstri 4.0 ile birlikte de ortaya çıkan dezavantajlar bulunmaktadır. Bu dezavantajlar arasında, nitelikli iş gücüne olan ihtiyaç artarken niteliksiz iş gücüne olan ihtiyacın azalması sonucu işsizlik sorununun artması; nesnelerin güvenliğinin sorun haline gelmesi; IT kısımlarında çalışan iş gücüne olan ihtiyacın azalması; Endüstri 4.0 düzeyine geçmenin zaman alması nedeniyle kurumsal isteksizliklerin yaşanabilmesi yer almaktadır (Kasa ve Arslan, 2020: 1813). Taş (2018) ise, Endüstri 4.0'ın yararlarını şöyle özetlemektedir: Sistemin takibini kolaylaştırması ile ortaya çıkabilecek arızaların tespitini kolaylaştırması; klasik üretim yaklaşımı yerine tüketici tercih ve ihtiyacına yönelik esnek üretim tarzının benimsenmesi; üretim girdilerinin tüketiminin azalması nedeniyle maliyetlerin azalması ve verimliliğin artması; çevreye duyarlı olması ve kaynak tasarrufu ile sürdürülebilirliği sağlaması; üretim için gerekli olan insan, enerji vb kaynaklara olan ihtiyacı azaltması; üretim sürecini robotların yönetmesi nedeni ile hata olasılığının azalması; insan kaynakları yönetimi, hizmet ve iş modelleri geliştirilmesidir (Taş, 2018: 1823).

Tablo 2. Endüstri 4.0 Kavramlar

No	Endüstri 4.0 Kavramları	No	Endüstri 4.0 Kavramları
1	Nesnelerin İnterneti	21	Veri Odaklı Hizmet
2	Yapay zekâ	22	Enerji 4.0
3	Öğrenen (akıllı) Robotlar	23	Dijital Tedarik Zinciri
4	3 Boyutlu Yazıcılar	24	İnsansız Sistemler
5	İleri Seviye Otomasyon	25	Çevik ve Esnek Üretim-Hizmet
6	Siber Güvenlik	26	Hologram Teknolojileri
7	Siber Fiziksel Sistemler	27	Giyilebilir Teknolojiler
8	Bulut Bilişim Teknolojisi	28	Dijital Tanı, Teşhis, Tedavi
9	Büyük Veri ve Veri Analitiği	29	Nano Teknoloji
10	Sanal Gerçeklik	30	Endüstriyel İnternet
11	Artırılmış Gerçeklik	31	İleri Üretim Teknikleri
12	Karışık Gerçeklik	32	Teknolojik İnovasyon
13	Akıllı Üretim Teknolojileri	33	Hızlı Prototip Üretimi
14	Karanlık Fabrikalar	34	Mikro Fabrikalar
15	Gömülü Sistemler	35	Enerjisini Kendi Üreten Fabrikalar
16	Makine-Makine İş birliği	36	Yapay Sinir Ağları
17	Sensör Teknolojileri	37	Akıllı Depolama ve Transfer Teknolojileri
18	Bilgisayar Görmesi	38	Simülasyon Teknolojileri
19	Kişiyeye Özel Ürün Geliştirme	39	Eklemeli İmalat
20	Derin Öğrenme		

Kaynak: Doğan ve Baloğlu (2020). Üniversite Öğrencilerinin Endüstri 4.0 Kavramsal Farkındalık Düzeyleri, TÜBAV Bilim, 13 (1), 126-142.

Diğer endüstri devrimlerinde olduğu gibi Endüstri 4.0 sürecinde de insan kaynaklarının planlaması ile ilgili değişikliklerin meydana gelmesi beklenmektedir. Yılmaz ve Erkollar (2018), bu sürecin insan kaynakları planlamasına olan etkilerini şöyle sıralamaktadır. İlk aşamada planlama sürecinin başında yapılan bilgi toplama ve analizlerin robot çalışanlar için yapılması; ortadan kalkan mesleklerin planlamadan çıkarılması ve yeni iş alanları ve mesleklerin planlamaya dâhil edilmesi ile hizmet sektöründe robot ya da insanların çalışmasına yönelik karar verme gerekliliği gelmektedir. Devamında ise yeni meslek gruplarına yönelik eğitimlerin planlanması; esnek çalışma ve home office uygulamalarının planlamaya dâhil edilmesi; robot kullanımı ile ilgili yetkinlik eğitimlerine ihtiyacın ortaya çıkması; robot alımları, geliştirilmesi ve çalışması süresinin dolmasına ilişkin aşamaların planlamaya eklenmesi belirtilmektedir. Son olarak bütçe hesaplamalarında planlamaya robot bakımı gibi kalemlerin eklenmesi; talep öngörümleri yöntemleri konusunda yeni yöntemlerin geliştirilmesi gerekliliği; iş gücü ihtiyacına yönelik olarak robot sayısı ve yeni ifadelerin eklenmesi insan kaynaklarının planlanmasında beklenen değişiklikler arasında sayılmaktadır (Yılmaz ve Erkollar, 2018: 5).

Diğer yandan Endüstri 4.0 sürecinde toplum geleceği bakımından da önemli değişimlerin olacağı tahmin edilmektedir. Nitekim mavi yakalı işçilerin yerini robotlar alırken, beyaz yakalı işçilerin yerini ise yapay zekânın alması öngörülmektedir. Beden gücüne dayalı iş kollarının ortadan kalkması ile yeni meslek ve uzmanlık alanlarının ortaya çıkacağı belirtilmekle birlikte; yeni mesleklerin ve işlerin yüksek yetkinlik gerektirmesi kaçınılmaz olacaktır. Bu gereksinimler eğitimde fırsat eşitliği, dijital okuryazarlığın geliştirilmesi konularını gündeme taşımaktadır. Özellikle yakın dönemde tüm bu gelişmeler sonucunda Asya kıtasında yerleşik olan ve Batı yatırımlarına ait fabrikaların, akıllı fabrikalar ile kendi ülkelerine dönmeleri de yapılan diğer tahminler arasında yer almaktadır (Toker, 2018: 61).

İlk olarak İngiltere’de başlayan sanayileşme süreci dinamik bir yapı arz ederek sürekli gelişme göstermiştir. Her bir endüstri devrimi bir önceki devrimin bilimsel ve teknolojik gelişmelerinin üzerine eklenerek birikimli olarak ilerlemeye devam etmektedir. Özellikle Endüstri 4.0 ile birlikte sadece üretimde beden gücünün yerini makinelerin alması değil, robot ve yapay zekânın kullanım alanının genişlemesi ile birlikte, önceki devrimlerden farklı ve derin sonuçlar ortaya çıkarması ile muhtemel bir sürece girildiği açıktır. Üretim süreçleri bakımından olumlu katkılar sunan Endüstri 4.0’ın yeni gereksinimler ve sonuçlar çıkarması kaçınılmazdır. İnsan gücüne duyulan ihtiyacın ortadan kalkması ve buna karşılık dünya nüfusundaki artış gelecekte dünyayı bekleyen sorunlar arasında yer almaktadır. Bu durum az sayıda; ancak donanımlı ve gerekli yetkinliklere sahip bireylere olan ihtiyacı arttırırken, işgücü piyasalarında yeni dengelerin oluşmasına yol açmaktadır. Ucuz iş gücüne duyulan ihtiyacın ortadan kalkması, yabancı yatırımcılar için gelişmekte olan ülkeleri cazibe merkezi olmaktan çıkarırken, bu durum iktisadi bakımdan gelir dağılımındaki dengesizliğin artmasına yol açabilecektir. Bu nedenle gelişmekte olan ve gelişmemiş ülkelerin bir an evvel bu sanayi düzeyine ulaşmaları ve bu doğrultuda toplumsal dönüşümleri gerçekleştirmesi dünyanın sosyo-ekonomik sürdürülebilirliği için büyük önem arz etmektedir.

Bu çalışmanın amacı Endüstri 4.0 süreci ile birlikte yaşanan gelişmelerin eğitim-öğretim hayatına etkilerini genelde dünya genelinde ise Türkiye ekseni olarak ele almaktır. Nitel araştırma çerçevesinde yapılan çalışmada literatür taraması ile veriler elde edilmiştir. Bu amaçla Endüstri 4.0 ile yaşanan gelişmeler ve bu gelişmelerin Türkiye’deki etkileri ve eğitim-öğretim sisteminde öne çıkan kazanımlar ve eğitim konularına yer verilmektedir.

1. Endüstri 4.0 ve Türkiye

Türkiye’de Batı’da meydana gelen gelişmelere paralel olarak sanayileşme yönünde önemli adımlar atılmakla birlikte; özellikle Osmanlı Devleti’nin son dönemlerinde başlayan sanayileşme yönündeki bu girişimlerin Batılı devletler tarafından yapıldığı bilinmektedir. Osmanlı Devleti’nin yenilgi ile sonuçlanan savaşların ardından imzalanan anlaşmaların büyük bir bölümünde ekonomik imtiyazlar içeren maddelerin yer alması bunu göstermektedir. Osmanlı Devleti’nde küçük ölçekli işletme ve atölyelerin Batı’nın fabrika üretimiyle rekabet kabiliyetinin zayıf olması, devletin bir süre sonra ithalat ve ihracat dengesinin bozulmasına neden olmuştur. Diğer yandan ülke yabancı yatırımlar için önemli bir hammadde ve pazar konumuna gelirken, devlet tarafından sanayileşme yönünde alınan önlemler yeterince başarılı olamamıştır.

Cumhuriyetin ilanı ile başlayan dönemde ise milli ekonomi kurulması yönünde yapılan çalışmalar, özel kesime ait sermaye yetersizliği nedeniyle devlet tarafından yerine getirilmiştir. Bu noktada devlet eliyle kurulan fabrikaların yanı sıra özel sektöre sermaye sağlamak amacıyla banka kurmaya yönelik girişimlerde de bulunulmuştur. Bu dönemde tarıma dayalı ekonomiye bağlı olarak gıdaya ve madenlere dayalı üretim giderek ön plana çıkmakla birlikte günümüzde ilaç, otomotiv, enerji, elektronik eşya gibi önemli alanlarda da üretim yapılmaya devam edilmektedir. Soyak’a göre; 1980 ve 1990’lı yıllar süresince teknolojik bir atılım alanı olan tele-

komünikasyon sektöründe teknolojik yeterlilik geliştirme çalışmaları ve ulusal teknolojik yetenek birikimine yönelik olumlu etkilerin özelleştirmeler ile birlikte erimesi, Türkiye'nin Endüstri 4.0'ı yakalama hususunda zor bir sürece girdiğini göstermektedir. Telekomünikasyon sanayisinde içsel teknolojik yetenek geliştirme kapasitesinin yanlış özelleştirme politikalarıyla kaybedilmesi ile Türkiye Üçüncü Endüstri Devrimini ıskalamıştır (Soyak, 2017: 78). Türkiye'deki şirketlerin, gelişmiş ekonomiler ile kıyaslandığında, henüz yatırım öncesi ve planlama dönemlerinde oldukları dikkati çekmektedir. Bazı görüşlere göre, Türkiye endüstriyel açıdan 2. Sanayi Devrimi ile 3. Sanayi devrimi arasında yer almaktadır. Bunun en önemli nedenlerinin başında yatırım eksikliği gelmektedir. Türkiye'nin Vizyon 2023 ile AB 2020 stratejilerinde ortaya konulan hedeflere ulaşabilmesi; ancak devlet desteğiyle yatırımların teşvik edilmesi ve Ar-Ge çalışmaları ile gerçekleştirilebilir (Yüksekbilgili ve Çevik, 2018: 434). Tablo 3'te Türkiye İhracatçılar Meclisi 2020 raporuna göre ihracatta önemli pay sahibi sektörler görülmektedir.

Tablo 3. 2019'da En çok İhracat Yapan İlk Beş Sektör (Milyar \$)

Sektör	2018	2019	Değişim (%)
Otomotiv Endüstrisi	31,6	30,6	-3,1
Kimyevi Maddeler ve Mamulleri	17,3	20,6	18,6
Hazırgiyim ve Konfeksiyon	17,6	17,7	0,4
Çelik	15,5	13,9	-10,6
Elektrik Elektronik	11,3	11,2	-0,5

Kaynak: Türkiye İhracatçılar Meclisi (2020), İhracat 2020 Raporu, https://tim.org.tr/files/downloads/Strateji_Raporlari/%C4%B0hracat%202020%20Raporu.pdf

Bununla birlikte T.C Ticaret Bakanlığı 2019 verilerine göre Türkiye'nin en fazla ithal ettiği ürünler ise mineral yakıtlar, kazanlar, demir ve çelik, elektrikli makina ve cihazlar, motorlu kara taşıtları, plastikler ve mamulleri, kıymetli veya yarı kıymetli taşlar, organik kimyasal ürünler, eczacılık ürünleri, hava taşıtları ve uzay araçları, optik ve fotoğraf ile ilgili ürünlerdir. Buradan hareketle Türkiye'de teknoloji, tıbbi ürünler, ulaşım sektörlerindeki gereksinimlerin dış alımlarla giderildiği dikkati çekmektedir.

Türkiye Endüstri 4.0 devrimi konusunda fazla mesafe alan ülkeler arasında yer almamaktadır. Endüstri 4.0'ı hayata geçirmek için gerekli altyapıların kurulması ve teknolojik adımların atılması yeterli donanımlara sahip bireylerin yetiştirilmesini gerekli kılmaktadır. Bu amaçla öncelikli olarak durum tespitinin yapılması ve stratejinin belirlenmesi son derece önemlidir. Endüstri 4.0'ı gündeme getiren Almanya'da bu yöndeki çalışmaların 2013 yılından itibaren uygulanmaya başladığı ve Türkiye'de ise bu yöndeki adımların 2015 itibarıyla atılmaya başlandığı göz önünde bulundurulduğunda aradaki farkın azaltılması daha fazla çalışmanın gereğini ortaya koymaktadır (Yüksekbilgili ve Çevik, 2018: 430).

Türkiye'de teknoloji kullanımı yüksek olsa da dünyanın Nesnelerin İnterneti sistemlerinde kaydettiği gelişmeler göz önünde bulundurulduğunda, bu durumun yeterli olmadığı görülmektedir. Ayrıca Türkiye'de firmalar internet ile pazar genişletme hususunu yeterli ve yaygın olarak uygulamamaktadır. Gelişmiş ülke ekonomilerininin Ar-Ge harcama oranlarının yüksek

olması Türkiye'nin bu yöndeki çalışmalarını geliştirmesinin gerekliliğini göstermektedir. Özellikle 2007'den sonra teknoloji ürünlerinde ihracat hacminin artma eğilimi göstermesi, Türkiye'de Ar-Ge harcamalarına ağırlık verilmesi gerekliliğini ortaya koymaktadır (Bulut ve Akçacı, 2017: 70).

Türkiye birçok bakımdan sanayileşme doğrultusunda önemli aşamalar kaydetmekle birlikte, Batı'nın yaklaşık olarak 400 yıldır geçirdiği süreçleri daha kısa sürede aşması daha büyük adımları gerektirmektedir. Bu bakımdan sanayide teknoloji kullanımının yanı sıra, Ar-Ge faaliyetlerine önem verilmesi ve yeni nesil mesleklere yönelik olarak eğitimsel önlemlerin alınması bunların başında gelmektedir. "Bilim Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı (2018) tarafından yayınlanan Endüstri 4.0 yol haritasına göre, ülkemizin 2023 hedefleri doğrultusunda ilerlemesi ve dünyada ilk 10 ekonomi arasında yer alması için Ar-Ge harcama payının GSYİH içinde yüzde 1'den yüzde 3'e çıkarılması kararı, dijitalleşme için önemli bir adımdır. Sanayide dijitalleşmenin gerçekleştirilmesi için nitelikli bir üretim endüstrisi altyapısı kurulması gerekmektedir." (Kamber, Sönmeztük ve Bolatan, 2019: 845).

Tablo 4. Vizyon 2023 Stratejisi ile Almanya'nın 2025 Hedeflerinin Karşılaştırılması

Türkiye'nin Vizyon 2023 Stratejisi	Endüstri 4.0 Göstergeleri	Almanya'nın 2025 Hedefleri
	Nesnelerin İnterneti	İmplant edilebilir teknolojiler
	Nesnelerin İnterneti	Dijital nesnelere ve dijital varlığa sahip olma
Ortaöğretimde yüzde yüz okullaşmaya ulaşacağız	Arttırılmış Gerçeklik	Okuma gözlükleriyle internete erişim
	Nesnelerin İnterneti	Giyilebilir internet
	Bulut Teknolojileri	Her yerden ulaşılabilir bilgi işlem
Bütün vatandaşlara geniş bant internet erişimi	Nesnelerin İnterneti	İnsanların %90'ının akıllı telefon kullanması,
	Bulut Teknolojileri	Herkes için sınırsız ve ücretsiz depolama
	Nesnelerin İnterneti	Bir trilyon sensörün internete bağlanması
15 bin km daha bölünmüş yolun inşa edilmesi. 11 bin km demiryolu ağını 22 bin km'ye ulaşması	Yatay ve Dikey Yazılım Entegrasyonu	Akıllı şehirlerin kurulması
Demokrasiyi ve özgürlükleri ilerletme. Yeni bir anayasa ile geleceği kucaklayacağız	Büyük Veri	Her tür karar için elverişli veri tabanları

Türkiye'yi üç kıtanın lojistik merkezi yapmak	Yatay ve Dikey Yazılım Entegrasyonu	Sürücüsüz otomobiller
En az üç nükleer enerji santrali kurmak	Akıllı Robotlar	Yapay zekâ yardımıyla karar alma
	Akıllı Robotlar	Yapay zekâ ile beyaz yakalı işleri yapmak
Yerli savaş gemileri ve tanklar üretmek. Yerli uçak ve uydu üretmek. DAP ve GAP projelerini tamamlamak. Kişi başına milli gelir 25 bin dolara yükseltmek	Akıllı Robotlar	Robotik ve hizmetlerin yaygınlaştırılması (Amerika'daki ilk robot eczacı)
Marmararay- İstanbul İzmir Otoyolu- Körfez geçişinin tamamlanması Dünyanın en büyük 10 limanından birinin inşası.	Nesnelerin İnterneti	Paylaşım ekonomisine geçmek (Uber vb.)
İhracat 500 milyar dolar olacak Dış ticaret hacmi 1 trilyon dolar olacak.	Eklemeli Üretim	3D Yazıcılar ile imalat
	Eklemeli Üretim	3D baskının insan sağlığı alanında kullanılması
Herkesin sağlık sigorta sistemine dâhil olması	Eklemeli Üretim	Genomu doğrudan ve bilinçli olarak düzenlenmiş ilk insanın doğması
100 bin vatandaşa düşen hekim sayısını 210'a çıkarmak.	Akıllı Robotlar	Tamamen yapay bir belleğin insan beynine yerleştirilmesi (nöroteknoloji)
Çalışan nüfusun 30 milyona ulaşması. İşsizliğin %5'e gerilemesi. Kişi başına milli gelir 25 bin dolara yükseltmek	Akıllı Robotlar	İnsanların %80'i özel dijital varlığa sahip olacak
	Arttırılmış Gerçeklik	Yeni arayüz teknolojilerin geliştirilmesi
Nüfusu 82 milyona ulaşan bir ülke olmak.	Büyük Veri	Nüfusun %90'ının bilgi işlem olanaklarına kavuşması

Kaynak: Tutar, Terzi ve Tınmaz (2018). Türkiye'nin "Vizyon 2023" Stratejisi ile Almanya'nın "2025" Stratejik Hedeflerinin Endüstri 4.0 Göstergeleri İtibarıyla Karşılaştırılması, *International Journal Entrepreneurship and Management Inquiries Dergisi*, 2 (3), 195-212.

Tablo 4'te Türkiye Vizyon 2023 Stratejisi ile Almanya'nın 2025 Hedefleri karşılaştırmalı olarak yer almaktadır. Bu hedefler incelendiğinde Türkiye'de istihdam, sosyal güvenlik ve eğitime ilişkin hedeflerin yer aldığı ve bunun yanı sıra savunmaya yönelik teknolojik hedeflerin belirlendiği görülmektedir. Diğer yandan Almanya 2025 hedeflerinin ise tamamının yeni

nesil teknolojilere yönelik kazanımlar içerdiği dikkati çekmektedir. Bu noktada Türkiye’de Endüstri 4.0 düzeyine çıkılması konusunda henüz tam anlamıyla alt yapı ve temel hedeflerin gerçekleştirilmediği görülmektedir.

“Türkiye’nin yarı sanayileşmiş bir ülke konumundan, Sanayi 4.0 sürecine geçebilmek için kamu harcamalarını arttırması gerekmektedir. Bu ise, Türkiye’nin içinde bulunduğu enflasyonist açığı kapatacak olan, aktif iktisat politikasıyla zıt düşmektedir. Sanayi 4.0 ile artacak olan kamu harcamalarının enflasyonist açığı daha da artıracığı beklenmektedir. Sanayi 4.0’ın Türkiye ekonomisi açısından bir başka olumsuz etkisi, hizmet sektöründe çalışacak olan insanlara yönelik olacaktır. Dördüncü Sanayi Devrimiyle birlikte Türkiye’de beyaz yakalı ve mavi yakalı işgücüne yönelik olan talepte azalmalar yaşanacaktır. Çünkü robotlar ve algoritmalar pek çok işi otomatik olarak yapabilir hale gelecektir.” (Aydemir, 2018: 260). Endüstri 4.0’ın, istihdam konusunda önemli sonuçlarının olacağına dikkat çekilmekle birlikte; birçok mesleğin ortadan kalkması ve yeni mesleklerin ortaya çıkması bu sonuçlardan öne çıkanlardır. Ancak bu durum işsizliğin artması değil, istihdam artışına katkı sağlamakla birlikte, Türkiye’nin bu amaçla küçük yaşlardan itibaren Endüstri 4.0 eğitimleri vermesi, teknoparklar kurulması ve yıllık gelirin %3-4 gibi kısmının Ar&Ge harcamalarına ayrılması Türkiye’nin bu sürece uyum sağlamasına katkı sağlayacaktır (Koca, 2018: 251).

“Sanayi 4.0’a uyum sağlanması ve yaşanabilecek yeni devrimlerin gerisinde kalmamak amacıyla hukuk sisteminin ve eğitim müfredatının modernize edilmesi gerekmektedir. Algoritma ve kodlamanın ilkokuldan itibaren öğretilmesi ancak bunun için de öncelikle öğretim kadrosunun yetiştirilmesi gerekmektedir. Böylece kod yazabilen ve yazılım geliştirebilen bireylerin etkinlik düzeyi artacaktır. Ayrıca teknoloji alanında yaşanan hızlı gelişmelere uyum sağlanması konusunda hem eğitim kurumlarında hem de firmalar nezdinde yaşam boyu öğrenme kültürünün benimsenmesi gerekmektedir.” (Yalçın, 2018: 232). Diğer yandan finansal okuryazarlık eğitimleri ile ekonomi konularında karar verme, bilinçli tercihlerde bulunma ve kaynakları verimli kullanma yeterliliklerinin çocuklara kazandırılması büyük önem taşımaktadır. Okullarda liderlik ve girişimcilik dersleri verilirken okul öncesinden doktora düzeyine kadar tüm eğitim basamaklarında 4. Endüstri Devriminin teknolojik unsurları ile günümüz becerilerini entegre eden müfredatlar hazırlanarak öğrencilerin gelişimlerine katkı sağlanmalıdır (Çelik, Güleriyüz ve Özköse, 2018: 93).

2. Eğitim 4.0

Teknolojide yaşanan gelişmeler ve Endüstri 4.0’ın doğuşu, eğitimde de dönüşümü kaçınılmaz kılmıştır. Üretimin tamamen makineler tarafından gerçekleştirildiği “karanlık fabrikalar” ile üretimi gerçekleştirecek işgücü tipine ihtiyaç kalmamaktadır. Onun yerine makinelerde oluşan arızaları giderecek ve bu makinelerin bakımını gerçekleştirecek tipte bir işgücü ihtiyacı doğmaktadır. Eğitim sistemi, sanayideki dönüşüme benzer bir şekilde evrilerek bu ihtiyaca hizmet etmek durumundadır. Nitekim eğitim paradigmaları benzer şekilde değişikliğe uğramış ve öğretmenlerin bilgiyi aktardığı ve öğrencinin bilgiyi aynen alarak ezberlediği bir anlayışı (Eğitim 1.0); okulun bir fabrika, öğrencinin ise bu fabrikanın ürünü olarak değerlendirildiği, sanayinin ihtiyaç duyduğu teknolojik araçların geliştirilmesine yönelik eğitim anlayışı (Eğitim 2.0) takip etmiş; bilişim teknolojilerinin doğuşu ile ise “kendi kendine öğrenme” kavramı ortaya çıkmış ve öğrencilerden bilgiyi üretmeleri beklenmiştir (Öztemel, 2018: 26).

Günümüzde ise akıllı üretim sistemlerinin devreye girmesi ile birlikte sanayide değişen ihtiyaçlar, eğitimde köklü bir dönüşümü gerekli kılmıştır. Bu değişim ile öğrencilerin geleceğe göre hazırlanması, iş yaşamına hazır olmaları hedeflenmektedir. Bu hedef doğrultusunda öğrencilerin edinmesi gereken beceriler alanyazında 21. yy becerileri olarak nitelendirilmektedir. Bu becerilerin neler olması gerektiğine yönelik birçok görüş bulunmaktadır. Dünya Ekonomik Forumu bu becerileri; günlük görevleri yerine getirirken kullanılan çekirdek beceriler

(Temel Okuryazarlık), daha karmaşık görevlerde kullanılan beceriler (Yetkinlikler), değişen çevreye uyum sağlamak için kullanılan beceriler (Karakter Özellikleri) olarak gruplandırmakta ve hepsini “Ömür Boyu Öğrenme” başlığı altında toplamaktadır (W.E.F., 2016).

Temel okuryazarlık becerileri; okuma ve matematik becerilerinin yanı sıra finansal okuryazarlık, bilgi ve iletişim teknolojileri okuryazarlığı, bilim ve kültürel okuryazarlık gibi becerileri kapsamaktadır. Yeterlilikler ise eleştirel düşünme, işbirliği, problem çözme, yaratıcılık ve iletişim gibi becerileri kapsamaktadır. Karakter özellikleri başlığı altında liderlik, girişimcilik, uyum sağlama gibi özellikler bulunmaktadır. 21. yy becerilerine yönelik yapılan başka bir çalışma ABD’de 33 kurum tarafından desteklenen geniş kapsamlı bir proje olan “21.yy Öğrenme Ortaklığı” projesidir (Partnership for 21st Century Skills, 2009). Bu proje kapsamında ise 21. yy becerileri “Öğrenme ve Yenilik Becerileri, Bilgi, Medya ve Teknoloji Becerileri, Yaşam ve Kariyer Becerileri” temaları altında toplanmıştır (Gelen, 2017: 19). Çerçevesel araştırmada değinilen becerilerde farklılıklar olsa da öne çıkan ortak becerilerin problem çözme, eleştirel düşünme ve yaratıcılık olduğu söylenebilir (W.E.F, 2016; Voogt ve Roblin, 2012: 315).

Öğrencilerin gelecekte ihtiyaç duyacakları bu becerilerin kazandırılması için nasıl bir yaklaşım izlenmesi gerektiği üzerine yapılan araştırmalarda öne çıkan konulardan biri “kodlama eğitimi”dir. Kodlama eğitimi öğrencilere yaşlarına uygun araçlarla programlama öğretimi kapsar. Küçük yaşlardan itibaren bu eğitimin verilmesi ile hem problem çözme, eleştirel düşünme gibi 21. yy becerilerinin kazandırılabilceği (Altun, 2018: 71); hem de gelecekte bilgisayar yazılımlarını üretecek nitelikli işgücünün sağlanacağı söylenebilir. Bu doğrultuda dünyada birçok ülkenin K12 seviyesinde kodlama eğitimi müfredatlarına ekledikleri görülmektedir (Eğin ve Arıkan, 2020: 60).

Kodlama eğitiminde ilköğretim seviyesinde “blok tabanlı” denilen ve kod yazmaktan çok sürükle bırak yöntemiyle kod bloklarının istenen algoritmayı oluşturmak için bir araya getirildiği bir yöntem uygulanabilmektedir. Ortaöğretim seviyesinde ise metin tabanlı programlama araçları ağırlık kazanmakta, öğrencilerden programlama dillerini kullanarak verilen görevleri yerine getirmeleri istenmektedir. Bunun yanında her seviyede farklı robotik kodlama araçlarıyla da kodlama eğitimi yapılmaktadır. Robotik kodlama araçları daha somut bir ortam sunmakta ve öğrencinin motivasyonunu artırmaktadır (Chin., Hong ve Chen, 2014: 27; McGill, 2012: 340). Kodlama öğretiminde bir başka yöntem de bilgisayarsız bilgisayar bilimi etkinlikleri olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu yöntemde ise öğrenciler kağıt kalem kullanarak ya da hareketli etkinliklerle bilgisayar programlamaya ilişkin temel kavramları öğrenmektedir. Kodlama öğretiminde kullanılabilecek bir diğer yöntem ise disiplinlerarası uygulamalar olarak ifade edilmektedir (Weinberg, 2013: 60).

Disiplinlerarası yaklaşımlardan biri de STEM (Science, Technology, Engineering, Math) uygulamaları olarak karşımıza çıkmaktadır. STEM yaklaşımında öğrenci, kendisine verilen problemi çözerken araştırır, sorgular, eleştirel düşünme becerileri kullanır; yaparak yaşayarak öğrenir (Altunel, 2018: 6). Herdem ve Ünal (2018:157) tarafından STEM üzerine yapılan 38 çalışma incelenmiş ve STEM eğitiminin; öğrencilerin akademik başarı, tutum ve bilimsel süreç becerileri üzerinde olumlu etkileri olduğu ortaya konmuştur. Son dönemde önem kazanan STEM eğitimi ile 21. yy becerileri arasında sayılan problem çözme, eleştirel düşünme, işbirliği ve iletişim becerileri desteklenmekte ve öğrencilere gelecekteki hayatları ve mesleki kariyerleri için ihtiyaç duyacakları eğitim sağlanabilmektedir (Beers, 2011: 5).

Şekil 1. Kodlama Eğitiminde Kullanılan Yöntemler



Gelişen teknoloji ile birlikte eğitsel ortamlarda dikkat çeken bir başka uygulama ise artırılmış gerçeklik ve sanal gerçekliktir. Artırılmış gerçeklik uygulamaları fiziksel dünya ile bilgisayar tarafından canlandırılan öğeleri birleştirir ve kişiye gerçek zamanlı, zengin bir deneyim sunar (Türkiye'nin Endüstri 4.0 Platformu, 2021). Artırılmış gerçeklik uygulamaları ile soyut konuların somutlaştırılması ve sınıf ortamında gerçekleştirilmesi mümkün olmayan etkinliklerin canlandırılması mümkün olmaktadır.

Bu yönüyle eğitsel anlamda oldukça değerli bir teknoloji olduğu söylenebilir. Nitekim 2010 yılından bu yana artırılmış gerçeklik üzerine yapılan çalışmalar incelendiğinde, bu çalışmaların öğrencilerin uzamsal yeteneklerinin geliştirilmesinde etkili olduğu görülmüştür (Papakostas, Troussas, Krouska ve Sgouropoulou; 2021: 125). Sanal gerçeklik ise giyilebilir bir teknoloji olan sanal gerçeklik gözlüğü ile kişinin kendini başka bir ortamda hissetmesini sağlamaktadır. Bu yönüyle kimya, biyoloji, fizik laboratuvarlarında maliyeti yüksek veya tehlikeli deneylerin güvenli ve ucuz bir şekilde gerçekleştirilmesinde kullanılabilir. Uzaktan eğitim uygulamalarında bu teknolojinin kullanılması ise henüz emekleme aşamasında olmasına rağmen öğretim gücü göz önüne alındığında kaçınılmaz görünmektedir (Chang, Zhang ve Jin; 2016: 79).

3B yazıcılar (3D Printer), 3 boyutlu olarak dijital ortamda tasarlanan nesnelere katman katman yazıcı uçtan akıttığı malzemeye fiziksel ortama aktarabilen teknolojilerdir. Hızlı prototip geliştirme ve kişiye özel ürünler üretmek için uygun bir cihazdır. 3 boyutlu yazıcıların eğitimde kullanılması, öğrencilerin 3 boyutlu tasarımlar yaparak bunları fiziksel ortama aktarmalarına olanak tanır. Bu yönüyle öğrencilerin özellikle STEM projelerinde çalışmalarının bir parçası olarak bu yazıcıları kullanabileceği söylenebilir. Ayrıca 3B yazıcıların eğitsel bir öğe olarak kullanılmasının öğrencilerin uzamsal düşünme becerilerini geliştireceği söylenebilir. Lin, Lu, Hsiao, Kao ve Williams (2021: 13), 3B yazıcıların STEM bağlamında eğitim ortamında kullanıldığı bir araştırma yürütmüşlerdir. 192 Tayvanlı öğrenciyle yürütülen bu araştırma sonucunda, tasarım ve modelleme etkinliklerinin öğrencilerin motivasyonlarını artırdığını; öğrencilerin teknoloji ve mühendislik kariyerlerine olan ilgilerinin arttığını ve öğrencilerin "hayal güçlerinin" geliştiğini belirlemişler ve eğitimde 3B yazıcıların kullanılmasının faydalı olduğunu savunmuşlardır. 3B yazıcı teknolojisinin, erişilebilirliği arttıkça, eğitim ortamlarında daha sık karşılaşılabilecek bir bileşen olduğu ifade edilebilir. Y kuşağı tablet ve tele-

fonlara aşınadır; fakat Z kuşağına özgü teknolojiler sanal gerçeklik, artırılmış gerçeklik ve 3B yazıcılar olacaktır (Pregowska, Masztalerz, Garlińska ve Osial; 2021: 13).

Eğitime yön verebilecek diğer teknolojiler arasında yapay zekâ ve büyük veri sayılabilir. Son dönemde sosyal medya ve diğer veri kaynaklarının ortaya çıkışıyla büyük miktarlarda veri üretilmeye başlanmıştır ve büyük veri (big data) kavramı ortaya çıkmıştır. Büyük veri sayesinde yapay zekâ algoritmaları daha iyi sonuçlar vermeye başlamıştır. Büyük veri ve yapay zekâ birçok başka alanda olduğu gibi eğitimde de potansiyel kullanım alanlarına sahiptir. Örneğin öğrencilerin bireysel verileri analiz edilerek kişiselleştirilmiş ve kendi hızlarında devam edebilecekleri, öğrenme stillerine uygun ve ilgi alanlarına uygun öğrenme ortamları oluşturulabilmektedir (Kazu ve Özdemir, 2009: 464). Nitekim öğrencilere daha verimli çalışma stratejileri sunulabilir veya eğitim süreçlerinde onlara rehberlik edebilecek kişisel asistanlar ile öğrenmeleri desteklenebilir. Eğitimde yapay zekâ uygulamaları Arslan (2020: 82) tarafından ise şu şekilde listelenmiştir:

- **Uzman sistemler:** Bir uzmanın yapacağı işin yapay zekâ kullanılarak gerçekleştirilmesidir. Sistem belli bir uzmanlık alanına ilişkin sorulara cevaplar verir.
- **Akıllı Öğretici Sistemler:** Öğrencilere kişiselleştirilmiş bir öğrenme deneyimi sunarak, aşama aşama konuların anlaşılmasını sağlar.
- **Diyalog Tabanlı Öğretici Sistemler:** Öğrencinin sistem tarafından sorulara verdiği yanıtlar değerlendirilir. Uygun dönütler ve özetler ile öğrencinin daha iyi öğrenmesi sağlanır.

Tüm bu uygulamalar ile öğrencileri geleceğe hazırlayacak 21. yy becerilerinin kazandırılması ve öğretim ortamlarını zenginleştirerek daha etkili bir eğitimin gerçekleştirilebilmesi sağlanabilir. Endüstri 4.0 ve gelişen teknolojinin sunduğu imkânlar sayesinde değişen ihtiyaçlara cevap verebilecek uygulamaların işe koşulması, eğitim ortamlarının dönüşümü ile olacaktır. Bu dönüşümün sağlanma oranının, ülkelerin teknoloji yarışındaki yerlerini belirleyeceği söylenebilir.

3. Türkiye’de Eğitim 4.0

Dünyadaki gelişmelere paralel olarak Türkiye’de de, teknoloji yarışında öne geçebilmek için eğitim bağlamında birçok girişim olduğu görülmektedir. Türkiye’nin eğitime ilişkin hedefleri ve politikalarının açıklandığı MEB 2023 Vizyon Belgesinde içinde bulunduğumuz süreçte önemli atıflarda bulunduğu görülmektedir. Nitekim 2023 Vizyon Belgesinde (2018: 14) “21. yüzyıl becerileri” diye adlandırılan ve bugün olmazsa olmaz küresel bir norm olarak görülen eğitim yaklaşımı; yaratıcılık, iletişim, takım çalışması, eleştirel düşünce gibi yumuşak becerilerin kazanılması adı altında, insanın maddi dünyada başarabildikleri ışığında, gelişimi ve olgunlaşması anlayışını dayatmaktadır. Hatta bu anlayış artık dünyanın her köşesine ithal edilen bir stratejik kavramsal çerçevedir. Tam da bu noktada kadim çağlardan modernleşmeye, sanayi devriminden dijital çağa, teknolojik gelişmelerin vardığı son nokta olan siber-fiziksel sistemlerin her alanda konuşulmaya başlandığı günümüze uzanan bu devamlılıkta, eğitim ve felsefe arasındaki bağın irdelenmesi çok daha önemli bir hâl almıştır” ifadesine yer verilmekte ve bu tespitlerden yola çıkarak eğitim-öğretimin her kademesinde müfredatların, öğrenme ortamlarının ve öğretmen donanımlarının çağın ihtiyaçları doğrultusunda sürekli güncelleneceğine dikkat çekilmektedir.

Ancak Endüstri 4.0 sürecinde uyum ve dâhil olma konusunda olduğu gibi Eğitim 4.0 noktasında da önemli sorunların varlığı açıktır. Nitekim özellikle covid-19 pandemisi nedeni ile eğitimde fırsat eşitliği konusu yeniden gündeme gelmiş; ancak bu defa öğretmen ve okul olanaklarından ziyade teknolojik cihaz ve internet erişiminde sorunların varlığı ortaya çıkmıştır.

Türkiye İstatistik Kurumu verilerine göre, Türkiye’de 16-74 yaş arasında 2018’de %72.9 olan internet kullanan bireylerin oranı, 2019 yılında %75.3 olmuştur. Diğer yandan 2018 yılında 23.221.218 hane bulunan Türkiye’de, 20.504.335 hanede internet erişimi bulunmaktadır. Dolayısıyla Türkiye’de 2.716.883 hanede herhangi bir internet erişimi bulunmamaktadır. Türkiye sabit internet hızı bakımından ise dünyada 101. sırada (Sabah, 25.08.2020) yer alırken, köy ve kentlerde internete erişim konusunda farklılıkların olduğu bilinmektedir. Öğrencilerin ve öğretmenlerin uzaktan eğitim kapsamındaki derslerini takip etmelerinde cihaz gereksinimi ise sorunun diğer boyutunu oluşturmaktadır. Yine TÜİK verilerine göre hanelerde bulunan taşınabilir bilgisayar (dizüstü, tablet, netbook gibi) oranı 2004’te %0,9 iken 2019’da %48,7’e yükselmiştir. Benzer şekilde, cep telefonu/akıllı telefon oranı ise 2004’te %53,7 iken, 2019’da %98,7’e çıkmıştır. Dolayısıyla bu verilerden hareketle, eğitim hayatında okullara ulaşım, öğretmen ihtiyacı ile öne çıkan sorunların pandemiyle birlikte farklı bir boyut kazandığı ve bu nedenle pandemi ile birlikte okullara ulaşım sorunu internet ve EBA’ya ulaşım sorununa dönüştüğü ifade edilebilir.

Covid-19 nedeniyle yaşanan ani ve zorunlu dijitalleşme öncesinde eğitimde dijitalleşme noktasında atılan adımların başında, okulların teknolojik altyapılarının geliştirilmesine yönelik çalışmalara yer verildiği görülmektedir. Nitekim FATİH projesi ile eğitimde dijital dönüşümü yakalamak için ilk adım atılmıştır. FATİH Projesi, eğitim-öğretimde fırsat eşitliğini sağlamak, okullardaki teknolojiyi iyileştirmek amacı doğrultusunda, bilişim araçlarının öğrenme-öğretme süreçlerinde, çok fazla sayıda duyu organına hitap edilecek şekilde, derslerde etkin olarak kullanımı için başlatılan bir projedir. Buradan yola çıkarak hazırlanan projede çözüm belirlenirken başarı faktörleri beş temel esasa dayandırılarak tespit edilmiştir. Bu esaslar;

- **Erişilebilirlik:** Her an her yerden, zaman ve araçlardan bağımsız olarak hizmet sunabilmek,
- **Verimlilik:** Hedef odaklı, daha verimli çalışma ortamları ve gelişim alanları sunabilmek,
- **Eşitlik (Fırsat Eşitliği):** Tüm paydaşların en iyi hizmete erişilebilmesini sağlayabilmek,
- **Ölçülebilirlik:** Gelişimin doğru değerlendirilebilmesi için sürecin ve sonuçların doğru ölçülebilmesini sağlamak, buna göre düzgün geri bildirim verebilmek,
- **Kalite:** Tüm eğitimin kalitesini ölçülebilir şekilde yükseltmektir (<http://fatihprojesi.meb.gov.tr/about.html>).

Tablo 5’te ülkelerin teknoloji projeleri karşılaştırılması yer almakla birlikte, Türkiye’deki FATİH projesi gibi Malezya, Avustralya, Portekiz ve Finlandiya gibi ülkelerde de eğitimde teknolojiyi geliştirmeye yönelik projelerin hayata geçirildiği, bu konunun dünya genelinde üzerinde durulan bir gündem olduğunu göstermektedir. Bununla birlikte teknolojik cihaz tedarikinde en geniş yaş aralığının Türkiye ve Portekiz’de olması tabloda dikkati çeken diğer bir husustur. FATİH projesinin yanında EBA (Eğitim Bilişim Ağı) ile birlikte öğretmenlerin dersleri ile ilgili içerik geliştirmelerine olanak sağlayan çevrimiçi öğrenme platformu oluşturulmuş ve böylece her yerde her zaman öğrenmeye olanak sağlayan açık bir öğrenme alanı öğretmen ve öğrencilerin hizmetine açılmıştır.

Tablo 5: Ülkelerin Teknoloji Projeleri Karşılaştırılması

	Dijital Eğitim Devrimi Projesi (Avustralya)	FATİH Projesi (Türkiye)	Macellan Projesi (Portekiz)	Malezya Ulusal Eğitim Planı (Malezya)	Mobiluck Projesi (Finlandiya)
Amacı	Öğrencilerin son teknolojilerle eğitim alması	Eğitimde fırsat eşitliği, etkin BT kullanımı	Küresel ekonomik konjonktüre karşı iyi hazırlanmış bir ülke	Eğitim sisteminde maksimum düzeyde BİT entegrasyonu	Eğitimde bilgi ve iletişim teknolojilerinin kullanımıyla
Projenin Tanıtımı	Web sitesi hazırlanmış ancak yeterince bilgi yer almamaktadır	Web sitesi hazırlanmış ancak yeterince bilgi yer almamaktadır	Pdf dokümanlar	Web sitesi ve pdf dokümanlar	Web sitesi ve pdf dokümanlar
Proje Paydaşları	Özel sektör, mesleki eğitim ve yükseköğretim	MEB ve Ulaştırma Bakanlığı koordinasyonu	Eğitim ve Telekomünikasyon Bakanlığı'nın koordinasyonu	Öğretmen, öğrenci, veli, özel sektör ve eğitim sisteminde yer alan diğer paydaşlar	Belli Değil
Kişisel Bilgisayar/ tablet dağıtılması	Lise öğrencilerine dizüstü bilgisayar	Okul öncesi, ilkokul, ortaokul ve lisede yer alan öğrencilere tablet	6-11 yaş grubundaki öğrencilere bilgisayar	YOK	Lise öğrencileri
Hizmet içi Eğitim	Öğretmenlere ve öğrencilere	Öğretmenlere	Velilere, öğretmenlere, öğrencilere ve idarecilere eğitimler	Öğretmenlere, öğrencilere, velilere	Öğretmenlere
E-içerikler	Dijital eğitim kaynakları hazırlanmıştır	Hibe yolu ve öğretmenlerin geliştirdikleri e-içerikler	e-içerikler yerel olarak geliştirilmiştir	Sanal öğrenme platformu oluşturacak e-içerikler	Kullanım amaçlı satın alınan e-içerikler

Kaynak: Tekin ve Polat (2014). Eğitimde Teknoloji Politikaları: Türkiye ve Bazı Ülkeler, Eğitimde Kuram ve Uygulama, 10(5), 1254-1266.

FATİH projesinin yanı sıra son dönemlerde öğrencilere küçük yaşlardan itibaren kodlama öğretilmesi için birçok projenin ortaya çıktığı görülmektedir. Bu projelerden bazıları yerel yönetimler tarafından desteklenmekte, bazıları ise daha büyük çapta yürütülmektedir. Manisa, Rize, Adana, Düzcce, Ağrı, Zonguldak valiliklerince yürütülen kodlama projeleri ile küçük yaşlardan itibaren öğrencilere kodlama becerilerinin kazandırılmasının hedeflendiği görülmektedir. HİSAR Projesi ile ise imam hatip okullarına devam eden öğrencilerin yenilikçi bir bakış açısı, tasarım odaklı düşünme ve robotik kodlama becerileri kazanmaları hedeflenmektedir (Anadolu Ajansı, 2021). Bunun yanı sıra Milli Eğitim Bakanlığı tarafından kodlama öğretilmesine ilişkin konular ilköğretimde 5. ve 6. sınıflarda bilişim teknolojileri ve yazılım, orta-

öğretimde ise 9. sınıflarda bilgisayar bilimleri dersi müfredatlarına eklenmiştir (Milli Eğitim Bakanlığı [MEB], 2020). Ayrıca ulusal çapta düzenlenen Teknofest gibi yarışmalar gençlerin teknoloji yarışında Türkiye'yi öne geçirecek şevki kazanması için büyük yatırımlarla gerçekleştirilmektedir.

Tüm dünyayı kasıp kavuran covid-19 salgınıyla birlikte eğitim çok farklı bir düzleme kaymış, tüm derslerin uzaktan yürütülmesi gündeme gelmiştir. Bu süreçte öğretmenlerin ve öğrencilerin yeni şartlara uyum sağlayarak birçok dijital aracı kullanmaları gerekmiştir. Milli Eğitim Bakanlığı EBA (Eğitim Bilişim Ağı) ve resmi televizyon kanalları üzerinden öğrencilerin eğitimlerine kaldıkları yerden devam edebilmesi için girişimlerde bulunmuştur. Öğretmenler uzaktan eğitim araçlarını kullanarak ders kazanımlarını öğrencilerine vermek için değişen şartlara ayak uydurmak zorunda kalmışlardır. Bu noktada öğretmenlerin ve öğrencilerin dijital yeterlilikleri yanı sıra özellikle dezavantajlı bölgelerde teknik altyapının önemi ortaya çıkmıştır.

Eğitim 4.0 bağlamında alanyazında Türkiye'deki uygulamalar incelendiğinde ise teknolojik uygulamaların öğretim ortamlarına entegrasyonuna ilişkin çalışmalar yapıldığı görülmüştür. Kapucu ve Yıldırım (2019: 26) tarafından, 2010-2018 yılları arasında artırılmış gerçeklik ve sanal gerçeklik üzerine yapılmış 32 araştırma incelenmiş ve bu teknolojilerin eğitime olumlu katkıları vurgulanmıştır.

Sonuç olarak; Türkiye'de Endüstri 4.0'ın eğitim üzerindeki yansımaları incelendiğinde, teknoloji entegrasyonu ve öğretim ortamlarının zenginleştirilmesine yönelik birçok girişim olduğu söylenebilir. Özellikle kodlama öğretiminin okullarda ağırlık kazandığı; dijital araçların kullanımının yaygınlaşmakta olduğu görülmüştür. Türkiye'nin Eğitim 4.0 dönüşümünü sağlayarak eğitim sistemini öğrencileri geleceğe hazırlayacak şekilde dönüştürebilmesi ülke refahı için büyük önem taşımaktadır. Bu süreçte üniversitelerin ve Milli Eğitim Bakanlığı'nın öğretmenlerin profesyonel gelişimlerini desteklemesi, 21. yy becerilerine odaklanılarak eğitim sisteminin öğrencilerin gelecekte ihtiyaç duyacakları becerileri kazandırmak üzere yenilenmesi yerinde olacaktır.

Sonuç

Bu çalışmada Endüstri 4.0 sonrasında yaşanan gelişmeler ve eğitim sisteminin bu yeni sürece adapte alma noktasında dünyada ve Türkiye'de yapılan çalışmalar ele alınmaktadır. Endüstri 4.0 ile birlikte teknolojide meydana gelen gelişmelerin başında yapay zekâ, nesnelerin interneti, bulut teknolojisi, giyilebilir teknolojiler vb gelmektedir. Teknolojinin üretim alanlarına entegre olması ve beden gücüne duyulan ihtiyacın azalmasının dünyada zaten fazla olan işsizlik düzeyini olumsuz olarak etkilemesi muhtemeledir. Bu noktada işgücünün dönüşümünü gerçekleştiremeyen toplumlarda, işsizliğin neden olduğu gelir kaybı ve düşük yaşam standardı sosyo-ekonomik sorunları da beraberinde getirecektir. Bu nedenle giderek kaybolan orta gelir düzeyine sahip grubun ortadan kalkması ve zengin-yoksul ayrımının daha da keskin olması gelecek yıllarda gündeme gelecek konular arasında yer alabilir.

Teknolojideki gelişmeler ile birlikte üretim sürecinde yapay zekâ ve robotların yer almaya başlaması bir yandan istihdam ile ilgili endişeleri gündeme getirmekle birlikte diğer yandan yeni mesleklerin ve uzmanlık alanlarının ortaya çıkmasını sağlamıştır. Mesleklerin sürekli olarak güncellenmesi, bazı mesleklerin ortadan kalkması ve yeni mesleklerin ortaya çıkması teknolojik gelişmelerin ekonomideki yeni konu başlıklarını oluşturmaktadır. Bu doğrultuda mesleklerin gerektirdiği algoritmik düşünme, dijital yeterlilik, teknolojiyi kullanma, kodlama gibi kazanımların eğitim müfredatlarında yer alması ve müfredatların teknolojik gelişmelerle tutarlı olarak sürekli güncellenmesini gerektirmektedir. Diğer yandan giderek daha karmaşık hale gelen piyasa koşullarının gerektirdiği girişimcilik, liderlik, takım çalışması, finansal

okuryazarlık, iletişim becerileri başta olmak üzere sosyo-ekonomik becerilerin de eğitim-öğretimin her kademesinde müfredatlarda yer alması büyük önem taşımaktadır.

Teknolojideki bu gelişmelere eğitimin adapte olması noktasında özellikle robotik, kodlama eğitimine ilişkin öğrenme alanlarının müfredatlara entegre edilmesi büyük önem taşımaktadır. Diğer yandan bu eğitim alanlarında kullanılan öğretim materyallerin neredeyse tamamının bu teknolojileri üreten ülkelerde üretiliyor olması, eğitim alanında da dışa bağımlı olmayı beraberinde getirmektedir. Özellikle az gelişmiş ülkelerin kısıtlı döviz girdilerini bu eğitim araçlarını ve yazılımlarını satın almak için harcamaları, eğitimin ekonomi içindeki payının artmasına neden olduğu gibi, bu tarz ülkelerin teknolojiye uyum sağlamalarını ve dijitalleşme sürecine ayak uyduramamalarına neden olmaktadır. Dolayısıyla eğitimde dijitalleşme bu noktada ülkeler arasında ve hatta aynı ülke sınırları içinde bile eğitimde fırsat eşitliğinin önünde engel oluşturabilmektedir.

Türkiye’de eğitim ve teknolojinin entegre edilmesi hususunda önemli adımlar atılmaya başlamakla birlikte bu noktada ilk ve en temel sorun fırsat eşitliği noktasındadır. Teknolojik cihaza sahip olma ve internete erişimde bölgeler ve farklı gelir gruplarında eşitliğin sağlanması öncelikli hedef durumundadır. Özellikle covid-19 pandemisi süreci ile ortaya çıkan zorunlu ve ani dijital dönüşüm eğitimde teknolojik fırsat eşitliği konusunu gündeme taşımıştır. Kamu kurumları ve sivil toplum işbirliği ile teknolojiye erişimde yapılan çalışmalar faydalı olmakla birlikte kapsam olarak daha da genişletilmelidir.

Diğer yandan birçok ülkede olduğu gibi eğitimde teknolojik dönüşümün gerçekleşmesi amacıyla Türkiye genelinde ve yerel düzeyde yürütülen projeler bu noktada umut vaat etmektedir. FATİH, EBA, farklı başlıklarla yerel düzeyde gerçekleştirilen kodlama projeleri, teknoloji festivalleri, üniversite bünyesinde teknopark ve Ar-Ge merkezlerinin kurulması bu çalışmaların başında gelmektedir. Ancak bu konuda teknoloji eğitimlerinin sadece bilişim teknolojileri dersi ile sınırlı olmaması ve diğer dersler kapsamında da teknoloji ile entegre edilmiş müfredatların geliştirilmesi ve sürekli olarak güncellenmesi ve bu doğrultuda tüm branşlarda öğretmen eğitimlerinin düzenlenmesi büyük önem taşımaktadır. Bu konuda yapılacak akademik çalışmalarda öğretmen yetiştirme programlarının teknolojik pedagojik yeterlilik açısından değerlendirilmesi ve varsa tespit edilen eksiklerin giderilmesi, okul müfredatlarının geliştirilmesinde teknolojik kazanımların müfredata entegre edilmesi eğitim-öğretimin günümüzün ihtiyaç duyduğu bireylerin yetiştirilmesine önemli katkılar sağlayacaktır.

Kaynakça

- Anadolu Ajansı (2021, Nisan). İmam Hatip Okullarında 'İnovasyon, Kodlama ve Tasarım' Odaklı Hisar Projesi Başlıyor, Erişim Adresi: <https://www.aa.com.tr/tr/egitim/imam-hatip-okullarinda-inovasyon-kodlama-ve-tasarim-odakli-hisar-projesi-basliyor/2220734> adresinden alındı.
- Altunel, M. (2018). STEM eğitimi ve Türkiye: Fırsatlar ve riskler. *Siyaset, Ekonomi ve Toplum Araştırmaları Vakfı*, 1-7.
- Arslan, K. (2020). Eğitimde yapay zekâ ve uygulamaları. *Batı Anadolu Eğitim Bilimleri Dergisi*, 11(1), 71-88.
- Aydemir, H. (2018). Sanayi 4.0 ve Türkiye ekonomisi açısından etkileri, *Sosyoekonomi*, 26(36), 253-61.
- Beers, S. (2011). *21st Century Skills: Preparing Students for Their Future*, Erişim Adresi: https://cosee.umaine.edu/files/coseeos/21st_century_skills.pdf adresinden alındı.
- Bulut, E. & Akçacı, T. (2017). Endüstri 4.0 ve inovasyon göstergeleri kapsamında türkiye analizi, *ASSAM Uluslararası Hakemli Dergi*, 7(50), 50-72.
- Chin, K. Y., Hong, Z. W., & Chen, Y. L. (2014). Impact of using an educational robot-based learning system on students' motivation in elementary education. *IEEE Transactions on Learning Technologies*, 7(4), 333-45.
- Chang, Z.Q., Zhang, D.H. & Jin. (2016). Application of virtual reality technology in distance learning, *İJET*, 11, 76-89.
- Çelik, K., Güleriyüz, S. & Özköse, H. (2018). 4. endüstri devrimine kuramsal bakış, *Avrasya Sosyal ve Ekonomi Araştırmaları Dergisi*, 5(9), 86-95.

- Doğan, O. & Baloğlu, N. (2020). Üniversite öğrencilerinin endüstri 4.0 kavramsal farkındalık düzeyleri, *TÜBAV Bilim*, 13(1), 126-42.
- EğİN, F. & Arıkan, Y. D. (2020). Bilişim teknolojileri öğretmenlerinin kodlama öğretimine ilişkin görüşleri: manisa örneği. *Ege Eğitim Dergisi*, 21(2), 57-75.
- Endüstri 4.0. Arttırılmış Gerçeklik (Augmented Reality). Erişim adresi: <https://www.endustri40.com/artirilmis-gerceklik-augmented-reality/> adresinden alındı.
- Etyemeza, A. & Güngör, F. (2016). Sanayi 4.0 ve mesleki eğitime etkisi, hitit üniversitesi meslek yüksekokulu, *ISVET 2016*, 12-15 Ekim 2016.
- Fatih Projesi (2021, Nisan) Erişim adresi: <http://fatihprojesi.meb.gov.tr> adresinden alındı.
- Gelen, İ. (2017). P21-program ve öğretimde 21. yüzyıl beceri çerçeveleri (ABD uygulamaları), *Disiplinlerarası Eğitim Araştırmaları Dergisi*, 1(2), 15-29.
- Herdem, K. & İbrahim, Ü. (2018). STEM eğitimi üzerine yapılan çalışmaların analizi: bir meta-sentez çalışması, *Marmara Üniversitesi Atatürk Eğitim Fakültesi Eğitim Bilimleri Dergisi*, 48(48).
- Kamber, E. & Sönmeztürk Bolatan, G.İ. (2019). Endüstri 4.0 Türkiye farkındalığı, *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 11(30), 836-47.
- Kapucu, M. S. & Yıldırım, İ. (2019). Türkiye’de Sanal ve arttırılmış gerçeklik üzerine yapılan çalışmalara ilişkin metodolojik bir inceleme, *Akademik Bakış Uluslararası Hakemli Sosyal Bilimler Dergisi*, 73, 26-46.
- Kasa, H. (2020). Endüstri 4.0’ın ekonomik büyümeye etkisi: Yenilikçi ekonomilere yönelik ampirik bir analiz, *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, Özel Sayı, 305-12.
- Kasa, H. & Arslan, G. (2020). Endüstri 4.0 kapsamında teorik bir analiz: Türkiye örneği, *Elektronik Sosyal Bilimler Dergisi*, 19(76), 1810-26.
- Kazu, İ. Y. & Özdemir, O. (2009). Öğrencilerin bireysel özelliklerinin yapay zekâ ile belirlenmesi (Bulanık mantık örneği), *Akademik Bilişim*, 11-13.
- Koca, K. C.. (2018). Sanayi 4.0: Türkiye Açısından fırsatlar ve tehditler, *Sosyoekonomi*, 26(36), 245-52.
- Lin, K. Y., Lu, S. C., Hsiao, H. H., Kao, C. P., & Williams, P. J. (2021). Developing student imagination and career interest through a STEM project using 3d printing with repetitive modeling. *Interactive Learning Environments*, 1-15.
- McGill, M. M. (2012). Learning to program with personal robots: influences on student motivation. *ACM Transactions on Computing Education (TOCE)*, 12(1), 1-32.
- Özkan, M., Al, A. & Yavuz, S. (2018). Uluslararası politik ekonomi açısından dördüncü sanayi-endüstri devrimi’nin etkileri ve Türkiye, *Marmara Üniversitesi Siyasal Bilimler Dergisi*, 6(2), 126-156.
- Özsoylu, A. F. (2017). Endüstri 4.0. *Çukurova Üniversitesi İİBF Dergisi*, 21(1), 41-64.
- Öztemel, E. (2018). Eğitimde yeni yönelimlerin değerlendirilmesi ve eğitim 4.0, *Üniversite Araştırmaları Dergisi*, 1(1), 25-30.
- Partnership For 21st Century Skills (2009). A Framework for Twenty-First Century Learning. Erişim adresi: <http://www.p21.org/> adresinden alındı.
- Papakostas, C., Troussas, C., Krouska, A., & Sgouropoulou, C. (2021). Exploration of augmented reality in spatial abilities training: A Systematic literature review for the last decade. *Informatics in Education*, 20(1), 107-130.
- Pregowska, A., Masztalerz, K., Garlinska, M. & Osial, M. (2021). A Worldwide Journey through distance education—from the post office to virtual, augmented and mixed realities, and education during the COVID-19 pandemic, *Education Sciences*, 11(3), 118.
- Sabah (2020, Ağustos) Erişim adresi: www.sabah.com.tr adresinden alınmıştır.
- Soyak, A. (2017). Teknolojiye dayalı sanayileşme: Sanayi 4.0 ve Türkiye üzerine düşünceler, *Marmara Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 11, 68-83.
- Soylu, A. (2018). Endüstri 4.0 ve girişimcilikte yeni yaklaşımlar, *Pamukkale Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 32, 43-57.
- Sözen, M. & Mescitoğlu, T. (2019). Endüstri 4.0’ın itici güçlerinin Türkiye ve Çin üzerindeki etkileri, *Try*, 12(1), 287-315.
- Taş, H. Y. (2018). Dördüncü Sanayi Devrimi’nin (endüstri 4.0) çalışma hayatına ve istihdama muhtemel etkileri, *Opus Uluslararası Toplum Araştırmaları Dergisi*, 9(16), 1817-36.
- Tekin, A. & Polat, E. (2014). Eğitimde teknoloji politikaları: Türkiye ve bazı ülkeler, *Eğitimde Kuram ve Uygulama*, 10(5), 1254-66.
- T.C MEB, 2023 Eğitim Vizyonu, Erişim Adresi: <https://2023vizyonu.meb.gov.tr/> adresinden alındı.
- T.C. MEB. (2020). *Öğretim Programlarını İzleme ve Değerlendirme Sistemi*. Erişim Adresi: <http://mufredat.meb.gov.tr/Programlar.aspx> adresinden alındı.
- Toker, K. (2018). Endüstri 4.0 ve sürdürülebilirliğe etkileri, *Istanbul Management Journal*, 29(84), 51–64.

- Tutar, H., Terzi, D. & Tınmaz, G. (2018). Türkiye'nin "Vizyon 2023" stratejisi ile almanya'nın "2025" stratejik hedeflerinin endüstri 4.0 göstergeleri itibariyle karşılaştırılması, *International Journal Entrepreneurship and Management Inquiries Dergisi*, 2(3), 195-212.
- Voogt, J.& Roblin, N. P. (2012). A Comparative Analysis of international frameworks for 21st century competences: Implications for national curriculum policies. *Journal of Curriculum Studies*, 44(3), 299-321.
- Weinberg, A. E. (2013). *Computational Thinking: An Investigation of The Existing Scholarship & Research*. Erişim adresi: https://mountainscholar.org/bitstream/handle/10217/78883/Weinberg_colostate_0053A_11707.pdf?sequence=1&isAllowed=y adresinden alındı.
- World Economic Forum (2016, March). New Vision for Education: Fostering Social and Emotional Learning Through Technology. Geneva: World Economic Forum. Erişim adresi: <https://www.weforum.org/agenda/2016/03/21st-century-skills-future-jobs-students/> adresinden alındı.
- Yalçın, M. F. (2018). Küresel rekabette türkiye açısından dönüm noktası: Sanayi 4.0, *Sosyoekonomi*, 26(36), 225-33.
- Yıldırım, Y. (2019). Endüstri 4.0'a kapsamlı bir bakış: 2011'den bugüne, *Bilgi Dünyası*, 20(2) 217-249.
- Yılmaz, C., & Erkollar, A. (2018). Endüstri 4.0'ın insan kaynakları planlaması üzerine etkileri, *5th International Management Information Systems Conference*, October 24-26 2018, Ankara.
- Yüksekbilgili, Z., & Çevik, G. Z. (2018). endüstri 4.0 bağlamında Türkiye'nin yerine ilişkin güncel ve gelecek eksenli bir analiz, *Finans Ekonomi ve Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 3(2), 422-436.