

SANAYİ 4.0'DA YAPAY ZEKÂ VE TÜRKİYE¹

Mehmet KAYA²

Geliş Tarihi: 21/11/2021

Kabul Tarihi: 09/12/2021

ÖZET

Sanayi 4.0, sanayi devriminin dördüncü aşamasıdır. Bu aşamanın en temel özelliklerinden biri dijital üretim ve tüketim toplumu yönündeki dönüşümdür. Dijital üretim robotlar ve akıllı fabrikalar ile zirveye çıkarken, tüketim toplumu da bireycilik ve popüler kültür ile özdeşleşmektedir. Sanayi 4.0 siber fizik, bilgisayarlaşma ve sanallaştırma sayesinde yapay zeka ve öğrenen teknolojiler ile birlikte anılmaya başlanmıştır. Bu teknolojilerin ekonomide kullanımı ve diğer alanlar ile etkileşimi gittikçe artmaktadır. 1970'lerde rönesans dönemini yaşayan yapay zeka çalışmaları, 2010'da konuşan robotla girişimcilik dönemini yaşamaya başlamıştır. Akıllı telefonlar, akıllı tahtalar ve 3D teknolojisi yapay zekayı iletişim, eğitim ve üretim sektörlerinde popüler hale getirmiştir. Sanayi 4.0, yapay zekanın yarattığı zihinsel devrimle sürmektedir. Ülkemiz bu küresel devrim sürecinde "Dijital Türkiye" adıyla bir yol haritası belirlemiştir. Ancak zamanla farklı bir noktaya evrilen süreçte yapay zeka uygulamaları daha önemli hale gelmiştir. Bunun üzerine ülkeler peşi sıra yapay zeka stratejilerini yayımlamışlardır. Türkiye de yarışta yer almak için bu yılın içinde "Ulusal Yapay Zeka Stratejisi (2021-2025)"ni yayımlamıştır. Bu devrimin, makineleri insanın yardımcısı yapan nimetleri kadar insanı makineye bağımlı kılan külfetleri de sözkonusudur. Bir yandan insanlığın doğal zeka yoluyla yapamadıkları yapay zeka ile yapmaya çalışıyor olması ve aralarındaki farklar doğru bir şekilde tartışılmalıdır. Öte yandan Türkiye açısından da dijital ve yapay zeka yol haritalarının başarısı için, özellikle işgücü, eğitim ve teknoloji bileşenlerinin uygunluğu ele alınmalıdır.

Anahtar Kelimeler: Sanayi 4.0, Teknoloji, Yapay Zeka, Dijital Gelecek

¹ Fırat Kalkınma Ajansı'nın 28-29 Eylül 2019'da Malatya'da düzenlediği "5.Uluslararası Bölgesel Kalkınma Konferansı'nda sunulmuş bildirinin gözden geçirilmiş şeklidir.

² Doç. Dr., Dicle Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, İktisat Bölümü, kayamehmet@dicle.edu.tr, ORCID: 0000-0002-9495-4141

Artificial Intelligence And Turkey In Industry 4.0

ABSTRACT

Industry 4.0 is the fourth stage of the industrial revolution. One of the most basic characteristics of this stage is the transformation towards digital production and consumption society. While digital production reaches the top with robots and smart factories, consumer society is also identified with individualism and popular culture. Industry 4.0 has begun to be associated with artificial intelligence and learning technologies thanks to cyber physics, computerization and virtualization. The use of these technologies in economy and their interaction with other fields have increased. Artificial intelligence studies, which lived in the renaissance period in the 1970s, started to experience the era of entrepreneurship with the talking robot in 2010. Smartphones, smart boards and 3D technology have made artificial intelligence popular in the communication, education and manufacturing industries. Industry 4.0 continues with the mental revolution created by artificial intelligence. Our country is established a road map called "Digital Turkey" in the process of this global revolution. This revolution has the burdens that make human dependent on the machine as well as the blessings that make machines help human. We must properly discuss the fact that humanity is trying to do what it cannot do with natural intelligence, according to the differences between them. On the one hand, the fact that humanity is trying to do with artificial intelligence what it cannot do with natural intelligence and the differences between them should be discussed correctly. On the other hand, for the success of digital and artificial intelligence roadmaps for Turkey, especially the suitability of workforce, education and technology components should be considered.

Keywords: Industry 4.0, Technology, Artificial Intelligence, Digital Future

GİRİŞ

İnsanlık tarihindeki toplumsal dönüşümlerin kilometre taşlarını, artık dördüncü serisini (sanayi 4.0) yaşadığımız sanayi devrimleri oluşturmuştur. Öyle ki tarım toplumundan sanayi toplumuna doğru gerçekleşen dönüşüm sürüyor ve son yıllarda toplumlar hızla bilgi toplumuna evrilmektedir. Teknolojik gelişme ile gerçekleşen bu dönüşüm sürecinde insan-makine ilişkisi de değişim göstermiştir.

Birinci Sanayi Devrimi ile birlikte makinelerle çalışmaya/yaşamaya başlayan insan, makineleri kontrol gücünü elinde bulunduruyordu. Sanayi devriminin ikinci ve üçüncü aşamasında insan-makine arasında hızlanarak devam eden ikame sürecinde ise bilgisayarlar insanların yapamadıklarını birkaç saniyede yaparak insana rakip olsa da karar alma sürecinde halen bir insan bulunmaktaydı. Ancak ,Akçomak (2018:68), dördüncü aşama olan Sanayi 4.0'la birlikte devreye giren dijital dönüşüm ise süreci farklı bir noktaya taşımaktadır, çünkü artık kararın bir makine tarafından alınmasına ilişkin olasılık gittikçe artmaktadır. Dijital dönüşüm ile insanı üretimden tamamen dışlayan bir üretim tekniği tasarlanmaktadır. Bunun ne kadar gerçekleştiğini zaman içinde hep birlikte göreceğiz, ancak şu anda bile emeğin az ya da çok yer aldığı üretim teknikleri çeşitli alanlarda kullanılmaktadır. Nitekim Hollanda'da da tarımda verimliliği arttırmak için tohum ve dikey tarım teknolojisi yanında farklı amaçlar için üretilmiş robotlardan da yararlanılmaktadır. Çiftliklerdeki birçok iş de (temizlik, süt sağma vb) makineler tarafından yapılmaktadır.

Kısaca Sanayi 4.0'la birlikte işin renginin değişmeye başladığının işaretleri yanında, şimdilik belki de dikkate alınmayan çeşitli kestirimler/öngörüler ortaya konulmaya başlandı. Örneğin, Münir'in (2019) aktardığına göre; ünlü düşünür Lovelock'ın "Novacene" adlı kitabında insanların gezegene egemen olduğu 300 yıllık Anthropocene (antropos Yunanca insan demektir) çağı sona ererken var olan yapay zekâ düzenlerinden yeni robot türü 'yaratıkların' türeyeceği Novacene çağının başladığı ve bu yaratıkların bizden on bin defa daha hızlı düşünecekleri, ayrıca kendi kendilerini ve soylarından gelecek olan robotları, insanın kavraması mümkün olmayan şekillerde programlayacakları dile getirilmiştir.

Çoğumuz tarafından Jules Werne'nin ve Isaac Asimov'un bilim kurgu romanlarıymış gibi algılansa da, bu yeni ve gelişmiş robot teknolojisinin bir gün insanlığın gündemine gireceği yüksek bir olasılıktır. Bu romanların aktarıldığı sinema filmleri uzun bir süredir gerçekmiş gibi izlenmektedir. Ancak Frank vd.'e göre (2019:1), yapay zeka laboratuvarından ve film stüdyolarından) çıktı ve artık binamızda, evimizde, ofisimizde, küresel ekonomimize yön veren bütün kuruluşlarda kısaca hayatın her alanında yer almaya başladı. Öyle ki bugün; Amazon'un özel günler için doğru hediyeyi, Netflix'in pazar akşamı için film önermesi ya da Facebook'un haber akışını doldurması vb. yapay zekanın hayatımıza renk katan ve kolaylık sağlayan yeniliklerine örneklerdir. Yapay zeka artık küçük gündelik yardımcımız olmaktan çıkıyor ve yeni makineler birçok işte, zekâ oyunları, sürücülük, ticaret, sağlık, hukuk vb., daha güçlü ve daha yıkıcı bir yenliğe dönüşüyor.

Türkiye her koşulda dile getirilen sanayi devrimlerindeki geç/geri kalmışlığı Sanayi 4,0'da yaşamamak için, yol haritasını erkenden belirlemiştir. Ancak Sanayi 4.0 içinde yapay zekanın kısa zamanda ayrı bir değere dönüşmesi onun için ayrı stratejinin belirlenmesini zorunlu kılmıştır. Nitekim bu amaçla ve yapay zeka paydaşlarını bir araya getirmek için “Ulusal Yapay Zeka Stratejisi (2021-2025)” yayımlanması ve “Büyük Veri ve Yapay Zekâ Uygulamaları Dairesi Başkanlığı”nın kurulması önemli adımlardır. Bir yandan bu adımlara mercek tutulurken, kuşkusuz geleceğin dijital dünyasında yer almak için atılacak başka adımları da tartışmaya açmak gerekir.

2. SANAYİ 4.0 BİLEŞENLERİ VE YAPAY ZEKA

İnsanlığın üretim faaliyetlerinde makinelerin gücünden yararlanmaya başlaması, üretim olanaklarını arttırıp kitleselleşmesini sağladığı gibi uygarlık yürüyüşünü de hızlandırmıştır. Öyle ki üretim teknolojisindeki gelişme üretim alanlarının yanında, ticaret, sağlık, eğitim, siyaset, hukuk, vb. tüm alanlarda da değişime ön ayak olmuştur. Sanayi devriminin buharlı makine (“Sanayi 1.0”) ile başlayıp elektrik (“Sanayi 2.0”) ve otomasyon (“Sanayi 3.0”) ile devam eden serüveni robotik üretim, akıllı fabrikalar gibi dijital üretim düzenlerini kapsayan Sanayi 4.0'la devam etmektedir. Bu en ileri teknolojik yöntemler bir yandan ekonomik

büyümenin sınırına gelen başta gelişmiş ekonomiler (GÜ) için yeni umutlar doğurmuştur. Diğer yandan gelişmekte olan ülkeler (GOÜ) için ise, bu defa (hızlı) treni kaçırmaları halinde GÜ ile aradaki refah makasının daha da açılacağı kaygısını doğurmuştur (Kaya ve Kalaycı, 2019: 56).

Bu süreçte her toplumsal dönüşümü bir öncekinden ayıran yeni gelişmeler de meydana geldi. Makinelerin icadı ile elle yapılan işleri onlar yapmaya başladı. Daha sonra daha hızlı ve düşük maliyetle üretebilen, birkaç makinenin işini tek başına yapabilen ve bilgisayarların yönettiği makineler ağırlık kazanmaya başladı. Bilgisayarların önce telefon/veri hatları ile sonra da telsiz bağlantıları ile iletişim kurabilmeleri büyük miktarda veri saklanabilmesi ve işletebilmesinin yanı sıra, ürünleri ve mekanik yapıları küçülttüğü gibi ürünlerin yeteneklerini de arttırmaya olanak sağladı. Yeni icatlar sayesinde işlemlerin maliyetleri de düştü. Her dönüşüm hayatımıza kattığı yeniliklerle üretim düzenlerini ve ürünlerin yapısını değiştirdiği gibi çalışanların işgücü profili, iş kalıpları ve toplumsal etkileşimleri de etkiledi. Kuşkusuz bu gelişmeler devam edecektir. Sanayi devriminin birincisine 1500 yıldan fazla zamanda kavuşulurken ikincisine iki yüz yıl gibi bir sürede ulaşıldı. Ardından yüzyıl geçmeden yeni bir dönüşüm dalgası başladı. Şimdi de henüz birkaç yıllık teknolojik/ekonomik/toplumsal dönüşümü kapsayan yeni bir modelin içindeyiz (Öztemel, 2018: 80).

Tüm bu vb. değişim/dönüşümleri yaratacak Sanayi 4.0, ilk olarak 2010'da ABD'de Smart Manufacturing (*Akıllı Üretim*), 2011 yılında Almanya'da Hannover Sanayi Fuarı'nda ise Industry 4.0 olarak ortaya çıktı. Sanayi 4.0 kavramı özellikle Almanya'nın imalat sektöründe başta olmak üzere Avrupa'da yaygın olarak kullanılmaktadır. ABD'de ve İngiltere konuşulan dünyada daha genel olarak, bazı yorumcular Sanayi 4.0 için "nesnelerin interneti", "her şeyin interneti" veya "endüstriyel internet" terimlerini de kullanırlar. Sanayi 4.0 terimi ile, imalat sanayinde yer alan tüm değer zinciri sürecinin organizasyonunda ve yönetiminde ileri bir gelişim aşaması vurgulanmaktadır (Deloitte, 2019).

Avrupa Parlamentosu'nun (EP, 2016: 20-21) bir raporunda belirtildiği gibi, "Sanayi 4.0" terimi başlangıçta Alman hükümeti³ tarafından dile getirilmiş olup üretimdeki bir dizi teknolojik değişikliği tanımlamakta, içermekte ve Alman sanayisinin küresel rekabet edebilirliğini korumak amacıyla tutarlı bir politika çerçevesinin önceliklerini ortaya koymaktadır. Sanayi 4.0, değer zinciri boyunca birbirleriyle bağımsız bir biçimde iletişim kuran teknolojiye ve cihazlara bağlı üretim süreçlerinin organizasyonunu da açıklamaktadır: bilgisayar odaklı sistemlerin fiziksel süreçleri izlediği, geleceğin 'akıllı' fabrikasının bir modeli; dünya ve öz-örgütlenme mekanizmalarına dayalı yerinden yönetim kararlar alır.

Temel amacı yeni teknolojilerin ve kavramların potansiyellerinden yararlanmak olan Endüstri 4.0 sistemlerini tasarlamak için altı ilke göz önünde bulundurulmalıdır (Akshath vd., 2020:67) : Bunlar: 1- Birlikte çalışabilirlik 2- Sanallaştırma 3- Yerinden yönetim (ademi merkeziyetçilik) 4- Gerçek zamanlı yetenek 5- Servis Yönlendirme 6- Modülerlik

Bu ilkeler üzerine kurgulanan Sanayi 4.0'ın öncelikle sanayiden başlamak üzere ekonominin tüm alanlarında dijital dönüşümü gerçekleştirmek için birinci derecede yararlanacağı teknolojiler/bileşenler ise şöyle sıralanabilir: 1-Yapay Zeka- Akıllı/Öğrenen Sistemler 2-- Büyük Veri 3-Sensörler/Algılama Sistemleri 4- Nesnelere İnterneti 5- Zenginleştirilmiş Gerçeklik 6- Yatay-dikey Entegrasyon 7-Bulut Teknolojileri 8- Siber Güvenlik 9- Akıllı Robotlar 10- Eklemeli Üretim 11- Simülasyon (Öztemel, 2018: 81 ve Gökler, 2018:75).

İlk üç sanayi devrimini tanımlarken kullanılan çeşitli tanımları ve akademik bulgular göz önünde bulundurularak, bu yüzyılın başında başlayan dördüncü sanayi devrimi/dijital devrim, daha çok yaygın ve mobil bir internet, daha ucuz hale gelen çok küçük ve güçlü sensörler, yapay zeka ve makine öğrenimiyle nitelendiriliyor (Schwab, 2016:7). Bu teknolojilerin her

³ Bu arada endüstri 4.0 konseptinin Almanya'dan çıkması şaşırtıcı değil, çünkü Almanya dünyanın en rekabetçi imalat endüstrilerinden birine sahip ve hatta üretim ekipmanları sektöründe küresel bir lider. Endüstri 4.0, Alman hükümetinin geleneksel olarak sanayi sektörünün gelişimini büyük ölçüde destekleyen stratejik bir girişimidir. Bu anlamda endüstri 4.0, Almanya'nın makine ve otomotiv üretiminde en etkili ülkelerden biri olarak konumunu sürdürmeye yönelik bir eylem olarak da görülebilir (Rojko, 2017:80).

birinin süreçte fark yaratan rolleri yadsınmasa da, yapay zeka uygulamalarının, (*insanın zeka konusundaki iktidarına rakip olma olasılığından dolayı mı ?*) popülaritesi ciddi biçimde arttı. Zaten Frank vd. de (2018:17), dördüncü sanayinin düşünüyor gibi görünen makinelerinden “zeki sistemler” (*system of intelligence*) olarak bahsediyorlar.

Öztemel’e göre (2018:82), Dördüncü Sanayi Devrimi’nin temel felsefesi olarak da ifade edilen tamamen otomatik sistemlerle donatılmış insansız üretim sistemlerinin gerçekleştirilmesi ve toplumsal dönüşümün de sağlanmasının yolu, yapay zeka çalışmalarından geçmektedir. Öyle ki yapay zeka teknolojisinin esas amacının; bilgiyi anlayabilen, olaylar arasında ilişkiler kurabilen ve kendi başına karar verebilen, olayları öğrenebilen, planlama ve kıyaslama yapabilen, kısmen de olsa düşünebilen ve sorunları, sahip oldukları bilgiler aracılığıyla çözebilen bilgisayar sistemleri geliştirmek olduğu net olarak biliniyor

Bu fonksiyonları dolayısıyla Dopico vd. de (2016:407) bu yeni devrimci sanayi çağı için, sürekli yinelenen teknolojinin öz-bilincine indirgenen bir kavram olarak yapay zekanın varlığına vurgu yapmaktadırlar. Yapay zeka da çevrelerini algılayabilen ve sonuç olarak başarı şansını artırmaya yönelik harekete geçebilen sistemlerin oluşturulması amaçlarına ulaşmak istemektedir. Bu açıdan YZ ile gerçekleştirilmek istenen sistemin özellikleri ile Sanayi 4.0’ın üretim stratejisinin özellikleri örtüşmektedir.

Kaldı ki Dünyanın en büyük çevrimiçi öğrenme platformu olan Coursera’nın kurucu ortağı ve başkanı Anrew Ng’ye göre; *yapay zeka, yeni elektriktir. Bütün sektörleri dönüştürecek, çok büyük ekonomik değerler yaratacaktır. Gözetimli/denetimli öğrenme gibi teknoloji, steroidlerin otomasyonudur. Görevleri otomatik hale getirmede çok iyidir ve sağlıktan üretime, lojistikten perakendeye kadar her sektör üzerinde etkili olacaktır (Jewell, 2019).*

Bazı kesimler ise YZ uygulamalarının sadece ekonomi için bir ufuk açmayla sınırlı kalmayıp, insanlığın uzun yıllardır çözemediği karmaşık sosyal sorunları da en sonunda çözeceğini, yine bu hususlarda insan sınırlılıklarını ve öznelliğini geçerek sosyal sorunlara nesnel çözümler bulacağına ilişkin kestirimlerde bulunmaktadır (İhsan, 2021:37). Böyle giderse gerçekten de evrenin en zeki varlığı insan, kendi aklıyla yarışan

akıllı telefon, akıllı ev/araba/robot vb. ürünler üreterek/geliştirerek/ zekasına hayran bırakırken zeka konusunda tahtını da tehlikeye mi atıyordu? Aslında her şey 1990'ların sonunda dünyanın en iyi satranç oyuncusu Garry Kasparov'un Deeper Blue bilgisayarına yenilmesiyle başlamıştı.⁴ Öyleyse neydi yapay zeka teknolojileri ve üretimi için ne yapmak, hangi koşulları gerçekleştirmek gerekirdi?

3. YAPAY ZEKA KAVRAMI

3.1.Tarihsel Gelişimi

Yapay zekaya ilişkin ilk tarihsel kaynaklar, Antik Yunan döneminde insansı robotlar hakkındaki çeşitli fikirlerdir. Bunun örnekleri arasında rüzgarın mitolojisini yönettiği söylenen Daedalus'un⁵ yapay insanlar yaratma çabası; 1884'te Charles Babbage'nin akıllı davranış sergileyecek mekanik bir makine üzerinde çalışması (sonra vazgeçmesi) ve 1950'de Claude Shannon'un bilgisayarların satranç oynayabileceği fikrini ortaya atması sayılabilir (Şahin,2018).

Yirminci yüzyılın ilk yarısında ise, bilim kurgu dünyayı yapay zekalı robotlar kavramına alıştırdı. Fritz Laing'in Metropolis'inde Maria'yı taklit eden insansı (robot) ile başladı ve Oz Büyücüsü'nden kalpsiz Teneke Adam ile devam etti. 1950'lere gelindiğinde, zihinlerinde kültürel olarak yapay zeka (YZ) kavramını özümsemiş bilim adamları, matematikçiler ve filozoflardan oluşan bir nesil vardı (Anyoha, 2019).

İlk defa makine zekası ve “düşünebilen makineler” kavramlarını da Alan Turing tarafında ortaya atılmıştır. Alan Turing, 1950'de Turing Testi⁶ adı verilen bir testle “bir makinenin insana eşdeğer veya ondan ayırt

⁴ Bu durum bir an için herkesi şaşırtsa da ister istemez birçok şeyin yanında, Joestein Garder'ın Sofinin Dünyası kitabındaki şu kısmı da (s.9) hatırlatmıyor değildi:” Sofi Amudsen okuldan eve geliyorlardı. Jörün'le yürürken robotlardan bahsetmişlerdi. Jörün'e göre insan beyni gelişmiş bir bilgisayar gibiydi. Sofi ise pek emin değildi bundan. İnsanın bir makineden daha öte bir şey olması gerekmez miydi? “

⁵ YZ için *Tarih Öncesi Dönem* olarak ifade edilmektedir. Bu dönemden son yüzyıla kadar robotlarla ilgili farklı hayallere rastlanabilmektedir. Örneğin Osmanlı sarayı için 1769'da Baron Von Kempelen satranç oynayan otomat geliştirmiştir (Cem, 2020a).

⁶ Turing testi, ilk olarak 1950 yılında Mind adlı felsefe dergisinde ünlü İngiliz matematikçi ve bilgisayar bilimcisi Alan Turing'in Computing Machinery and Intelligence başlıklı ünlü makalesinde sözü edilen kavram. Turing testinin amacı, bir makinenin düşünebildiğini söyleyebilmenin mantıksal olarak mümkün olup olmadığını belirlemektir (https://tr.wikipedia.org/wiki/Turing_testi).

edilemeyen akıllı davranış sergileme becerisinin” ölçülmesini ortaya koyarak önemli bir adım atmıştır. 1956 yılında John McCarthy, MIT’deki YZ Laboratuvarının kurucusu olacak olan Marvin Minsky ile beraber YZ adını verdikleri bir çalışma alanı açmaları ile bu alanda ilk çalışmalar yapılmaya başlanmıştır (Mijwel, 2015:2,Öteş vd.2018:59).

Birçok kişi ise 1956 yazında Dortmund Yaz Araştırma Projesi’ni YZ’nin doğum yeri olarak görüyor. Bu çalıştayda; YZ ilkesi John McCarthy, Alan Newell, Arthur Samuel, Herbert Simon ve Marvin Minsky tarafından kavramsallaştırıldı. İlk YZ uygulamaları da bu dönemde tanıtıldı. Bu uygulamalar mantık teoremleri ve satranç oyununa dayanmaktadır. Bu dönemde geliştirilen programlar, zeka testlerinde kullanılan geometrik formlardan ayırt edildi ve bu da akıllı bilgisayarların yaratılabileceği fikrine yol açtı. Ancak YZ araştırmaları son 60 yılda istikrarlı bir şekilde ilerlerken, ilk YZ destekleyicilerinin vaatlerinin aşırı iyimser olduğu ortaya çıktı. Bu da 1970’lerde YZ araştırmalarına olan ilginin ve bulgunun azaldığı bir, "YZ kışı⁷"na yol açtı (OECD, 2019:20, Mijwell, 2015:2). Öyle ki YZ’nin evrimi, çeşitli iyimserlik (ilkbahar) ve karamsarlık veya olumsuzluk (kışlar) döngülerine dayanmıştır: (Perez vd., 2017:9).

- İkinci Bahar (1980-1987) : Uzmanlardan elde edilen mantıksal kurallar kullanılarak, belirli bir alandaki sorunları çözmek için uzman sistemler geliştirilmiştir. Karakter veya konuşma tanıma için bağlantıcılık ve sinir ağlarının yeniden canlanması da vardı. Bu dönem yapay zekanın ikinci baharı olarak bilinir.
- İkinci Kış (1987-1993) : Uzman sistemleri çalıştırmak için özel makinelerin yerini yeni masaüstü bilgisayarlar aldı. Bunun sonucunda uzman sistemler üreten bazı şirketler iflasa sürüklendi. Bu da, bir önceki baharda başlatılan finansman programlarına son veren yeni bir kötümserlik dalgasına yol açtı.
- Arka planda (1997-2000): 1997’den 2000’e kadar, daha fazla multi-milyon program duyurulmadığı için YZ alanı perde arkasında ilerliyordu. Büyük ölçekli fonların yokluğuna rağmen, artan

⁷ YZ kışının başlangıcı, ABD hükümetinin YZ araştırmalarından geri çekilme kararına kadar izlenebilir. Kararlar genellikle birkaç kötü şöhretli rapora, özellikle 1966’da ABD hükümeti tarafından hazırlanan Otomatik Dil İşleme Danışma Komitesi (ALPAC) raporuna ve 1973’te İngiliz hükümeti için Lighthill raporuna atfedildi (Renda, 2019:17).

bilgisayar gücü ve kaynaklar geliştirilmesiyle alan ilerlemeye devam etti. Belirli alanlarda yeni uygulamalar geliştirildi ve "makine öğrenimi" kavramı, YZ temel taşı⁸ olmaya başladı.

- Üçüncü Bahar (2000-Bugün): 2000 yılından itibaren İnternet ve web 'in başarısıyla birlikte Derin Öğrenme gibi yeni yeni gelişen alanlarla birlikte Büyük Veri devrimi de başlamış oldu. YZ'nin üçüncü baharı olarak bilinen bu yeni dönem, şimdilik burada kalacak gibi görünüyor.

Altmış yılı aşkın bir süredir gündemde olmasına rağmen, YZ'nin geldiği aşama itibariyle yavaş ilerlediğine ilişkin yaygın kanaatler aynı zamanda yakın gelecek senaryolarının anlamlı olmadığı ve öngörülerin abartıldığına işaret etse de (Memiş, 2018), 21. yüzyılın ana konusu teknolojik dönüşüm olup, küresel gündemde ya da ülkelerin tekil gündemlerinde yer alan konular arasında olup etki etmediği konu bulmak olanaksızdır. Özellikle Sanayi 4.0 ile başlayan dijitalleşme sürecinde yeni teknolojiler, sadece üretim ve Ar-Ge yöntemlerini, iş modellerini, şirket davranışlarını, binaları ve ticaretin yapılma biçimini değiştirmekle kalmadı, YZ sayesinde evden başlamak üzere hayatımızın her alanında yer almaya devam edecektir ((Memiş, 2017).

Nitekim bugün YZ, akıllı telefonlardaki⁹ kelime oyunlarından *Xbox* platformuna 3D hareket algılama kabiliyeti kazandıran *Kinect'e*, satranca göre çok daha fazla ihtimal içeren *Go* oyununda şampiyonlardan *Lee Sedol* ve daha sonra dünyanın bir numarası *Ke Jie*'yi yenen *AlphaGo*'dan kişisel akıllı asistan uygulamalarına, güvenlik kameralarındaki yüz tanıma

⁸ İlk kilometre taşları; i-IBM'in satranç oynayan bilgisayarı Deep Blueover'ın dünya şampiyonu Garry Kasparov'a karşı 1997'de kazandığı zafer, ii- DARPA'nın (İleri Savunma Araştırma Projeleri Kurumu) Apple Inc.'in Siri'sine de yol açan Öğrenen ve Organize Eden Bilişsel Ajan (CALO),İii- IBM'in soru yanıtlayan bilgisayarı Watson'ın TV yarışma programı "Jeopardy!"deki zaferi, iv- 2000'lerde DARPA Grand Challenge yarışmalarında sürücüsüz otomobillerin şaşırtıcı başarısı (National Science and Technology Council, 2016:5-6).

⁹ Söz konusu yenilikler/uygulamalar/ürünler içinde özellikle akıllı telefonların sadece iletişim ve haberleşmede değil, bilgiye erişim, eğlence vb. işlevleriyle hayatımıza adeta rehberlik yaparak kattığı kalite konusunda çoğunluk hem fikir olsa gerek ki, dijital medya platformu "Hoot Suite" ve küresel dijital medya ajansı "We Are Social" tarafından her yıl yayınlanan "Digital in 2020" Raporu'na göre dünya nüfusunun % 67'si, cep telefonu kullanıcısıdır. İnternet kullanıcısının oranı % 59, aktif sosyal medya kullanıcısı ise % 49'a erişmiştir (Yolcu, 2020:18).

yeteneğinden kırk ayrı dil arasında gerçek zamanlı çeviri yapabilen *Google Pixel Buds*'a kadar hemen her alanda karşımıza çıkmaktadır (EMO, 2019).

Ayrıca teknolojinin hayata olduğu kadar ekonomiye egemenliğini, uluslararası marka değerlendirme kuruluşu Brand Finance tarafından hazırlanan “Dünyanın En Değerli 500 Markası-Global 500-2019” araştırmasındaki sıralamada ilk 10 (1-Amazon, 2-Apple, 3-Google 4-Microsoft, 5-Samsung 6-AT&T, 7-Facebook, 8-ICBC (Çin Bankası), 9-Verizon, 10-China Construction Bank) arasına giren teknoloji şirketlerinin üstünlüğünü göstermektedir. Bu şirketlerin üst yöneticileri (CEO) (Steve Jobs, Elon Mask vb.) de *teknoloji ikonları* olarak kabul edilmektedir.

3.2. Yapay Zekanın Tanımı ve Özellikleri

YZ birbiriyle kimi zaman yakından, kimi zaman da nispeten daha uzaktan pek ayrı teknolojiyi işaret eden bir çatı kavram¹⁰ olup farklı kişiler bu kavramdan bambaşka şeyler anlayabiliyor. Dolayısıyla bu kavramın farklı bağlamlarda farklı operasyonel tanımları olabiliyor (İhsan, 2021:37).

Öyle ki AI'nın sayısız tanımı vardır ve Avrupa entegrasyonu düşünce kuruluşu Centre for European Policy Studies- Task Force (Avrupa Politika Çalışmaları Merkezi-Görev Gücü) üyeleri de 2018 yılı toplantıları sırasında tanım için bir dizi değişkeni dillendirmişlerdir. Örneğin, Mark Nitzberg,UC Berkeley'deki YZ Araştırma Direktörü, çok basit bir tanım benimsedi; "dar YZ", akıllı davranışın görünümünü verirken "genel YZ ", tüm görevlerde insan performansı ile eşleşir. Çek Teknik Üniversitesi Profesörü Michal Pěchouček, YZ'yi; i) otomasyon, ii) hızlanma ve iii) insan algısı olmak üzere, karar verme ve akıl yürütmenin aşırı ölçeklenebilirliğini sağlayan/inceleleyen bir teknoloji ve bilimsel alan ailesi olarak tanımladı (Renda, 2019:8).

Yani YZ'nin ilk günlerinden bu yana, tanımı zeka görünümüyle davranma yeteneğine odaklanmıştır. 'Turing Testi'nin çeşitli biçimleri, insanlar kendi eylemlerini bir insanınkinden ayırt edemediğinde makineleri akıllı olarak ilan eder. Günümüzün YZ tanımları da genellikle özerklik gibi diğer gereksinimleri içerir ve zekanın özel alanlarla sınırlandırılmasına izin

¹⁰ YZ, robot, akıllı makineler, öğrenen makineler gibi kavramlar genellikle birbirinin yerine kullanılmaktadır (Cem, 2020a).

verir. Tanımların çoğalmasına katkıda bulunmak yerine, hem erişilebilir hem de çağdaş tanımların tipik özelliği olan 2018 Avrupa Komisyonu tebliğinin tanımını vermek daha doğru olabilir. Buna göre: (EP, 2020:1).

“Yapay zeka, belirli hedeflere ulaşmak üzere buldukları ortamı analiz ederek ve bir dereceye kadar özerklikle harekete geçerek akıllı davranış gösteren sistemleri ifade eder.”

Ayrıca 1950’lerden bu yana yapılan bütün çalışmalardan anladığımız üzere temel amaç, insan zekasını taklit edebilecek zeki varlıklar oluşturabilmektir. Zekâ, kavramlar ve nesnelere arasındaki ilişkiyi kavrama, soyut düşünme, analiz etme, uyarılma, problem çözme, muhakeme etme ve tecrübeden öğrenme yeteneklerini ifade ettiğine göre, YZ alanındaki çalışmaların temel ve nihai amacı; bu yeteneklerle donatılmış makineler geliştirmektir (Dülger, 2018:6).

Buna rağmen doğaldır ki uygulayıcılar tarafından evrensel olarak kabul edilen tek bir YZ tanımı yoktur. Bazıları YZ’yi genellikle zeka gerektiren davranışlar sergileyen bilgisayarlı bir sistem olarak gevşek bir şekilde tanımlar. Diğerleri, YZ’yi karmaşık problemleri rasyonel olarak çözebilen veya karşılaştığı gerçek dünya koşullarında hedeflerine ulaşmak için uygun önlemleri alabilen bir sistem olarak tanımlar (National Science and Technology Council, 2016:6).

Nitekim YZ Marvin Minsky göre; insanlar tarafından yapıldığında zekâ geliştiren şeyleri, makinelere yaptırma arayışı iken, Chris Riesbeck göre de; *“bilgisayarlar neden bu kadar aptal?”* sorusuna cevap aramaktır. İnsana özgü davranışlar olarak bilinen karar verme yetisi, hissetme, davranışları öngörme, karar verme gibi eylemler yapay zekâ ürünü olan robotlarla şekillendirilmektedir (TECHSTAR,2017:24).

Daha teknik açıklamak gerekirse YZ, bilgisayar programlamının bir dalı olup (TRAI,2017), bir bilgisayarın, insanların düşünce sistemine benzer şekilde bilgisayar kontrollü bir robot veya bir yazılımın akıllıca düşünmesinin bir yoludur. Öyle ki YZ, insan beyninin nasıl düşündüğünü ve bir sorunu çözmeye çalışırken insanların nasıl öğrenip karar verip çalıştığını inceleyerek ve daha sonra bu çalışmanın sonuçlarını akıllı yazılım ile sistemlerin geliştirilmesi için kullanılmasıyla başarılıdır (UİB, 2017:4). Gerçekten de YZ, görünür zekalarından biraz daha fazla ortak noktaya sahip

çok çeşitli teknolojileri ve uygulamaları içeren ve yoruma çok açık bir kaliteyi içeren bir çatı terimdir. Ayrıca, geliştirilmekte olan YZ'nin yanı sıra zaten yaygın olarak kullanılan YZ ve hatta gelecekte var olacağı tahmin edilen YZ hakkında düzenli olarak bahsediyoruz. Dolayısıyla 'YZ' terimi, bazılarının zeki olarak tanımladığı özellikleri bir şekilde gösterdiği iddia edildiği sürece, herhangi bir bağlamda - gerçek veya hayali - kullanılan herhangi bir tekniği belirtmek için düzenli olarak kullanılır (EP, 2020:1).

Özetle; YZ, beynimizin öğrenme süreçleri taklit edilerek oluşturulan yapay sinir ağları üzerinden, yine insanlar tarafından geliştirilmiş yazılım ve algoritmaların, çipler ve sensörler aracılığıyla nesne ve makinelerle yüklenmesi ile gerçekleşmektedir. YZ yüklenmiş olan nesne ve makineler, sadece kendilerinden beklenen işi yapmakla yetinmemekte, aynı zamanda elde ettikleri tecrübelerden öğrenerek, insanlara danışma gereksinimi duymadan kararlar alabilmektedirler (Cem, 2020a).

İnsanlar YZ'nin nasıl doğru bir şekilde tanımlanacağı konusunda farklı fikirlere sahip olsalar da, daha genel bir düzeyde çalışma alanı konusunda hemfikirdirler. İnsanlar, genellikle "zeka" olarak adlandırılan zihinsel yetenekleri açısından hayvanlardan ve makinelerden önemli ölçüde farklıdır ve YZ, bu yeteneği bilgisayar sistemlerinde yeniden üretme girişimidir. Bu belirsiz uzlaşma YZ'nin nasıl tanımlanması gerektiği konusunda önemli kısıtlamalar getirir: (Wang, 2008).

- "Zeka"nın en iyi örneği insan zihni olduğu için YZ, belirli bir anlamda insan zekası ile aynı olarak tanımlanmalıdır. Araştırmanın ilk aşamasında, bu "özdeş" (evet / hayır meselesi) "benzer" e (bir derece meselesi) gevşetilebilir ve araştırmanın ilerlemesi, artan benzerlik derecesi ile gösterilebilir.
- YZ, bir insanı tamamen kopyalamak için değil, insan zekasını kopyalamaya yönelik bir girişim olduğu için, bir YZ sistemi diğer bazı yönlerden kişiden farklıdır. Aksi takdirde araştırma akıllı bilgisayardan çok "yapay kişi"ye yönelik olacaktır

Son olarak doğal zekânın yaptıklarını yapmaya çalışan YZ'nin farkları veya daha üstün yönleri var mıdır; tartışılabilir. İlk vurgulanması gereken, YZ'nin insan zekâsı gibi belli bir ömrünün olmamasıdır. Şu an için bilindiği kadarıyla, ileri düzeyde doğal zekâyâ sahip tek varlık insan

olduğundan esasen “doğal zekâ = insan zekâsı” da denilebilir. İnsan ölümcül bir varlık olduğundan buna koşut olarak zekâsı da ölümlle beraber yok olmaktadır. Buna karşın yapay zekâ, var olduğu düzen değişmediği sürece sonsuzdur (Völger,2018:6). Kalıcı, paylaşılabilir, kolay elde edilebilir ve kayıtlı olması yapay zekanın diğer üstün yönleri olarak sıralanabilir.

YZ doğal zekadan türetilmiş/türev zekâ olarak nitelendirilirse doğal zekanın da “yaratıcı olma” “deneyimlerden yararlanma” ve “usavurma Yeteneği” gibi yapay zekaya karşı üstünlükleri görülebilir. (Karşılaştırma için bkz. Tablo 1.)

Tablo 1. Doğal Zeka İle Yapay Zekanın Karşılaştırılması

<i>İnsan Uzmanlığı</i>	<i>Yapay Uzmanlık</i>
Çabuk etkilenebilir	Kalıcı
Aktarılması güç	Kolay aktarılabilir
Belgelenmesi güç	Kolay belgelenebilir
Tahmini zor	Tutarlı
Pahalı	Satın alınabilir
Yeni fikirler üretebilir	Esinlenemez
Uyumludur	Uyum dışardan sağlanmalıdır
Hassas gözlem yapabilir	Sembolik verilerle çalışır
Geniş görüş açısına sahiptir	Dar açıdan bakış
Sosyal duyuma sahiptir	Teknik duyuma sahiptir

Kaynak: Pirim: 2006: 188.

Ayrıca, YZ'nin sanılanın aksine sadece robotlarla ilgili bir kavram olmayıp daha geniş bir kullanım alanına sahiptir. Örneğin akıllı telefonların ve bilgisayarların sorulara cevap verme özelliği YZ sayesinde. Bununla birlikte bilimden eğitime, tıp dünyasından eğlence sektörüne ve daha pek çok alanda YZ uygulamaları kullanılmaktadır. YZ içeriği itibariyle, genel olarak makinelerin daha akıllı hale gelmesini konu alan Sanayi 4.0'n da en önemli bileşenlerindendir. YZ olmaksızın, makinelerin akıllı hale gelmesi mümkün olamayacağından, Sanayi 4.0'm da yapay zeka olmadan var olması mümkün değildir. Bu açıdan, yapay zeka alanındaki her gelişme Sanayi 4.0'm da gelişmesini de sağlayacaktır. YZ, sadece bilgisayar bilimlerinin

değil, fen ve sağlık bilimlerinden sosyal bilimlere kadar daha pek çok bilim dalının (çok disiplinli) bir araştırma konusudur (EBSO,2017:179)

4. TÜRKİYE'DE SANAYİ 4.0 VE YAPAY ZEKA ÇALIŞMALARI

Türkiye, Sanayi 4.0'ın henüz eşliğindedir. Çünkü tarımsal ağırlıklı “kaynak odaklı ekonomi” den çıkmış ve KOBİ ağırlıklı sanayileşme denilen “verimlilik odaklı ekonomi” düzeyine gelmiştir. Ar-ge ve bilgi yoğun yenilikçi girişimler sayesinde, Sanayi 4.0 ile özdeşleşen “yenilik-odaklı ekonomi” haline gelebilecektir (Kalaycı ve Baytekin, 2016: 3). Sanayi 4.0'ın işaret ettiği toplum, aslında hızlı bir küreselleşme aracı ve Türkiye için bir üst gelişme çitması olarak sadece bilgi ve iletişim teknolojileri (BİT) tüketicisi değil BİT üreticisi de olan teknoloji toplumdur. BİT, küreselleşen dünyada değerli bir kalkınma anahtarına dönüşmüştür (Kalaycı, 2006: 450-vd; Kalaycı, 2008: 5-vd).

Dijital dönüşüm/Sanayi 4.0 konusuna artan ilgi yeni bir dönem tanıklık ettiğimizi göstermektedir. Bu dönemin teknolojilerinin esas niteliği mal ve hizmetlerin üretim, tüketim ve pazarlanması sürecinde uygulanma olasılıklarının olması ve uzun dönemde rekabeti ve toplumsal refahı artırıcı etki yaratma potansiyelidir. Dijital dönüşümün temel toplumsal özelliği, insanların kendi aralarında ve makinelerle olan etkileşimlerinin daha geniş bir bağlam taşıyor olmasıdır (Erdil ve Akçomak, 2021:4). Ancak dördüncü sanayi devriminin kapsamı, akıllı ve bağlantılı makineler ve sistemleri aşmaktadır (Schwab, 2016:12). Öyle ki üretim teknolojisinin dijitalleşmesiyle başlayan süreç tüm ekonomik yapıyı etkisi altına alırken, büyümenin sınırları ve verimlilik başta olmak üzere tüm ekonomik sorunlar için dijital çözümler öne çıkmakta, ekonominin geleceğine ilişkin senaryolarda ve ekonomik başarımlerinde dijital kriterler odak noktası olmaktadır.

Sanayi 4.0 ve onun bileşenleri ile sanayinin ve ekonominin paradigması yeniden yazılırken, Türkiye açısından geç/geri kalınan sanayi devrimlerinin bu aşamasında yer almak ve uyum göstermek için gereken yol haritasının belirlenmesidir. Bu yol haritası, sorumluların/yöneticilerin/karar organlarının toplum için hayal/vaat/ ettikleri gelecek için atılacak adımların sağlam, doğru ve hedefe yönelik olmasına olanak sağlayacaktır. Bu yol

haritası her ülkenin sosyo-ekonomik/kültürel yapısına göre farklılık gösterse de ortak bazı payda(ş)larının olacağı kuşkusuzdur.

Aslında önceki sanayi serilerinde olduğu gibi, sanayi 4.0'da da bütün hikâye teknoloji/teknoloji geliştirme üzerine dönmektedir. Dün olduğu gibi bugün de buna hızlıca uyum gösterme konusunda başarılı ülkelerin özellikle başta eğitim olmak üzere kurumsal alt yapılarını tamamlamış ve sanayi 4.0'ın teknolojilerinin üretilmesi/geliştirilmesi için bilim ve teknoloji stratejilerini belirlemiş ülkelerdir.

Türkiye'de de Sanayi 4.0 için gerekli planlamalar hızlıca yapılırsa süreci yakalayabilme fırsatı hala vardır. Ancak konunun uzmanlarının, bunun için hızlı adımlar atılması gerektiğiyle ilgili önemli uyarıları var. Bu adımlar ekonomide %5-8 arasında bir büyüme şansı yakalayabilmek açısından da fırsatlar sunabilir. Tabii bu noktada Türkiye'nin, yeni çağa yetişip dijitalleşen dünyanın üyesi olabilmesi için belirlenecek "Sanayi 4.0 yol haritası" doğrultusunda tüm şirketlerin bilinçlenerek bu konuda yenilik çalışmalarına en kısa zamanda başlamaları büyük önem taşımaktadır (MİB, 2016:34-35).

İşte bu amaçla öncelikle "*Türkiye'nin Sanayi Devrimi 'Dijital Türkiye'*" Yol Haritası (2017) hazırlanmıştır. Ancak bu arada (Sak, 2017), Türkiye Sanayi 4.0 ile dijitalleşmeyi fabrika ile sınırlı olarak görürken, Sanayi 4.0 form değiştirerek, ağırlıklı YZ destekli bir sürece doğru yönelme gösterdi. Sanayi ile sınırlı kalmayarak, her sektöre, gündelik hayatımıza ve evimize kadar girdi. YZ artık dijitalleşme sürecinin son yıllardaki yeni biçimi oldu. Öyle ki (Ulaşan, 2020:12), Kanada başata olmak üzere, (Pan-Canadian AI Strategy -Pan-Kanada Yapay Zekâ Stratejisi-2017) BAE, Japonya, Çin, Singapur ve Finlandiya gibi ülkeler, yapay zekâ teknolojik dönüşümünü, ülke stratejisine uygun olarak gerçekleştirmek için ulusal yapay zeka stratejilerini yayınlamışlardır. Türkiye ise ancak 2021 yılının Ağustos ayında yapay zekanın yol haritası niteliğindeki ilk yapay zeka stratejisi *Ulusal Yapay Zekâ Stratejisi (2021-2025)*'i yayınlamıştır

Türkiye'nin dijitalleşme yolundaki haritalarını (*Dijital Türkiye-DT* ve *Ulusal Yapay Zekâ Stratejisi-UYZS*) kapsamlarını sırasıyla ele almaya çalışalım.

i- DT'nin amacı "*imalat sanayinin rekabet gücünün artırılması için dijital dönüşüm sürecini etkin bir şekilde planlamak ve gerçekleştirilmiştir.*" Bu yol haritasının bileşenleri ise şöyle sıralanmaktadır:

- *İnsan*: "Eğitim Altyapısının Geliştirilmesi ve Nitelikli İşgücünün Yetiştirilmesi"
- *Teknoloji*: "Teknoloji ve Yenilik Kapasitesinin Geliştirilmesi"
- *Altyapı*: "Veri İletişim Altyapısının Geliştirilmesi"
- *Tedarikçiler*: "Ulusal Teknoloji Tedarikçilerinin Desteklenmesi"
- *Kullanıcılar*: "Kullanıcıların Dijital Dönüşümünün Desteklenmesi"
- *Yönetişim*: "Kurumsal Yönetişimin Güçlendirilmesi"

ii- UYZS'nin vizyonu; müreffeh bir Türkiye için çevik ve sürdürülebilir YZ ekosistemiyle küresel ölçekte değer üretmek olarak belirlenmiştir. Bunun için hem ulusal politika ve gereksinimler doğrultusunda hem de uluslararası kuruluşların YZ strateji önerileri göz önünde bulunarak , 6 stratejik öncelik belirlenmiştir.

- YZ Uzmanları ve Alanda İstihdam
- Araştırma, Girişimcilik ve Yenilikçilik
- Teknik Altyapı, Platformlar ve Veri
- Sosyoekonomik Yapıda Uyum ve Düzenlemeler
- Uluslararası İş Birlikleri
- Yapısal ve İş Gücü Dönüşümü

Yeni sürece dahil olmak üzere ilgili kurumların belirlediği bileşenlerin/stratejilerin her birinin ayrı ayrı öneminin yanında, bütünlüğünün/eşgüdümünün yaratacağı sinerji ile amaca erişim konusundaki önemi de yadsınamaz. Ayrıca süreç ne kadar teknik ve idari boyut içerirse de her bileşeninde ve toplamda insanın esas oyuncu olduğu gerçeği genel bir kabuldür. Çünkü yeni dönemde de makineleri tasarlayacak, programlayacak, algoritmalarını yapacak insan gücüne gereksinim olacaktır. Bu sebeple önceki sanayi devrimlerinde olduğu gibi bu devrimin de istihdam kaynağı olacağı için işsizlik açısından korkuya yol açmaması gerektiği de belirtilmektedir (MİB: 2016: 35). Bundan hareketle her iki strateji belgesinin bileşenlerinin *işgücü, eğitim ve teknoloji* başlıkları altında toplamak

mümkündür. Bileşenlere ilişkin değerlendirme de bu minval üzerine yapılacaktır.

i-İşgücü: Türkiye'nin ekonominin her alanında olduğu gibi dijitalleşme ve YZ teknolojilerini üretme sürecinde de AB ortalamasının oldukça üstündeki (yaklaşık 13 milyon ve nüfusun %15,6'sı ile) genç nüfusunun en büyük gücü olacağı kuşkusuzdur. Ancak Türkiye, OECD ortalaması % 13,3 ve AB ortalaması %17'1 iken, % 23 ile genç işsizliği en yüksek ülkeler arasındadır. Ayrıca Türkiye'de ne eğitimde ne de istihdamda olan gençlerin (*inaktif durumda olanlar*) oranı % OECD (ortalama % 12,8) ve AB ülkeleri arasında ilk sıralarda yer almaktadır (DİSKAR, 2021). Bu olumsuz tablo genç işgücünden ekonomide yararlanılmadığını gösterdiği gibi istihdam stratejilerinin sorgulanmasını ve tamamen otomasyonu kapsayan üretim teknolojileri başta olmak üzere dijitalleşen ekonomik yapıya uyarlanması zorunluluğunu da beraberinde getirir.

Nitekim 2015 yılından bu yana otomasyonun işgücü ve yetkinlik grupları üzerindeki etkileri konusunda çalışmalar yapan McKinsey & Company'nin Türkiye için hazırladığı rapora göre, önümüzdeki on yılda otomasyon, yapay zekâ ve dijital teknolojilerinin özellikle işgücü ve istihdam ile ilgili yaratacağı olası değişim öngörülleri şunlardır: (2020:3).

- 3,1 milyon iş artışı yaratma potansiyeli,
- 7,6 milyon iş kaybolarak yeni işlere dönüşebilecek ve 2030 yılına kadar 8,9 milyon yeni iş oluşabilecek,
- Teknolojiyle ilgili alanlarda olmak üzere, tamamı yeni 1,8 milyon iş yaratılabilecektir.

Raporda devamında işgücü piyasasında yaşanması olası bu değişime karşılık yapılması gerekenler ise şöyle sıralanmıştır: *i-* Türkiye'de işgücünde bulunan 21,1 milyon kişinin mevcut mesleğini sürdürürken teknolojiyen yararlanarak yetkinliklerini geliştirmesi, *ii-*yeni yetkinlikler kazanma ve meslek değişimi nedeniyle, otomasyon ve dijitalleşmeden etkilenecek 7,6 milyon çalışan için uyum çalışmalarının yapılması, *iii-* işgücüne katılacak 7,7 milyon çalışanın da gerekli güncel yetkinliklerle donanımlı olmasının sağlanması gerekir.

ii- Eğitim: Bu yeni dönemin ihtiyacı olan insan gücünü sağlamanın /yetiştirmenin yolu ise, kuşkusuz eğitimden geçmektedir. Uzmanlar bu

değişim sürecinde eğitim sistemlerini tüm boyutlarıyla yeniden değerlendirerek, değişen durumlara uyum sağlama yönünde yeni stratejilerin geliştirip uygulanmasını ve eğitimde dönüşümün gerekliliğini vurgulamaktadır. Bu doğrultuda eğitim sistemleri geleneksel eğitim anlayışı sınırlarının ötesine geçerek, toplumun gereksinimlerini “yaşam boyu öğrenme” yaklaşımıyla ele almalıdır. Bu durum eğitimin her alanında zaman ve yer kısıtlarını ortadan kaldıracak yenilikçi öğrenme ortamlarının geliştirilmesi gerektirmektedir (Gürbüz,2018:72).

Çünkü bilginin hızla değişmesi eğitim sistemini de yeniden kurgulamayı zorunlu kılmaktadır. Önümüzdeki yıllarda bilginin kendisinden çok, bilgiye nasıl erişileceğini öğretmeyi öncelik kabul eden bir eğitim sisteminin geliştirilmesi kaçınılmazdır. Bunun için YZ, bireyselleşen öğrenme sürecine yeniden etkileşim kazandırmak amacıyla bir tür çalışma arkadaşı gibi kullanılabilir. Ayrıca, çoklu zeka kuramıyla öngörülen özelleştirilmiş öğrenme yöntemlerinin doğru şekilde uygulanmasında da yapay zekadan yararlanılabilir (Sarıgöz, 2018:4).

Türkiye’de eğitimde izlenen “yol” istenilen/olması gereken standartlarda olmadığı için yeni sürece uyumda bazı hususlarda bir engel olarak görülmektedir. Örneğin Dünyanın en kapsamlı eğitim araştırması olan ve üç yılda bir yapılan “Uluslararası Eğitim Değerlendirme Testi” PISA’nın¹¹ 2018 sonuçlarına göre Türkiye (37 OECD üyesi toplam 79 ülke) 37 OECD ülkesi içinde (Slovakya, Yunanistan, Şili, Meksika, Kolombiya ve İspanya’yı geçerek) 31. sırada yer aldı. Ancak Türkiye daha önceki PISA sonuçlarında olduğu gibi yine tüm alanlarda OECD ortalamasının altında kaldı. Öyle ki sözkonusu alanlarda 79 ülke ve OECD ülkeleri arasında sırayla; *okuma becerilerinde 40. ve 31., fen okur yazarlığında 39. ve 30., matematik okuryazarlığında 42. ve 33.*, sırada yer almıştır. Her üç alanda da 2015 yılına göre kısmi artışlar olsa da sonuçlar henüz istenilen düzeyde değildir. Öte yandan teknoloji üreten ülkelerin (Özellikle Çin, Singapur, Honk Kong, Japonya, Estonya) fen-matematik alanındaki başarısı bir rastlantı olamaz. Okuduğunu anlamakta zorlanan ve fen ve matematik

¹¹ PISA çalışmaları, 1990’ların ortalarından itibaren ortaya çıkan, OECD üyesi ülkelerin eğitim sistemlerinin başarımlarını izleme ve değerlendirme istekleri üzerine başlatılmıştır. Bu amaçla 15 yaşındaki öğrencilerin bilim, matematik ve okuma dallarında seviyesi ölçülmektedir (MEB, 2019:10).

alanlarındaki yetersizlikleri olan çocuklarımızla, hedeflenen yüksek katma değerli üretimin kısa sürede gerçekleştirilmesinin zor olduğunu gösteriyor (EBSO, 2015: 38 ve MEB, 2019:26-27).

Eğitim-öğretimin tabanındaki zayıf karnemiz haliyle tavana (yükseköğretime) da yansımış, her dört işsizden birinin üniversite mezunu olması son yıllarda mesleki eğitim işlevi ağır basan üniversitelerin bu konudaki başarılarının ve özellikle müfredatlarının yeni süreçle birlikte sorgulanması gerektiğini göstermektedir. Ayrıca İngiltere’de yükseköğrenimle ilgili yayımlanan “Times Higher Education” (THE) dergisinin, öğretim kurumlarını (eğitim, araştırma, bilgi aktarımı ve uluslararası görünüm) açısından değerlendiren tek küresel tablosu olan “Dünyanın En İyi Üniversiteleri” (2020) listesinde ilk 500’e Türkiye’den sadece Çankaya Üniversitesi girdi. Koç ve Sabancı Üniversiteleri ilk 600’de, Bilkent ve Hacettepe üniversiteleri, İstanbul Teknik Üniversitesi ve Orta Doğu Teknik Üniversitesi ise ilk 800’de yer aldı. ABD ve İngiltere üniversiteleri dört alanda (sosyal bilimler, bilgisayar, iktisadi ve idari bilimler ve eğitim bilimleri) ilk 10’da yer almayı başardı (Yağcı, 202).

iii-Teknoloji: Bu yeni sürece adını koyan ve daha önceki süreçlerde belirleyici olan teknoloji bileşeni ile ilgili şart, gelişimini sağlamak ve hızlandırmak için ön şart olan Ar-Ge ve yeniklere (inovasyon) yönelik bütçe imkânlarının kısıtlılığıdır. Nitekim Türkiye’de Ar-Ge’ harcamaları, 2000’li yılların başında mutlak olarak artsa da, GSYH’nin artış hızına yetişememiş ve milli gelirdeki payı bu dönemde % 0,5’te kalarak durağanlık göstermiştir (Karagöl ve Karahan, 2014: 24). Bu bağlamda Türkiye’nin 2001-2016 döneminde, 2001 yılında 0.53 olan brüt Ar-Ge harcamaları/ GSYH’ oranı 2016 yılında % 0.94 seviyesine erişmiştir. Ancak 2001- 2016 döneminde gösterilen önemli gelişmeye karşılık Türkiye yine de, OECD ülke ortalamasının gerisinde kalmıştır (Alagöz ve Alagöz, 2018: 4). Oysa Ar-Ge ve yenilikte öncü gelişmiş ülkelerin Ar-Ge harcamalarının/GSYH oranı-% 2-4.25 bandında değişmektedir. Bu ülkelerle (*İsrail, Güney Kore, İsviçre, İsveç, Japonya vb.*) karşılaştırıldığında Türkiye’nin Ar-Ge ve yenilikte geç kaldığı, aradaki farkı kapatmak için hızlı ve akılcı politikaları hemen uygulaması gerektiği ortadadır (Tezcan, 2018: 40).

Böylece işgücü, eğitim ve teknoloji bileşenlerine ilişkin ortaya çıkan tabloya bağlı olarak, Türkiye’nin dijital ve YZ stratejilerinin hedeflerine ne

kadar yakın/uzak olduğunu gösteren endekslerin de şekil kazandığı kuşkusuzdur. Nitekim bunu aşağıdaki verilerde görmek mümkündür.

i- Türkiye Dijital Dönüşüm Endeksi 2019 ve 2020 yılları için 5 üzerinden sırasıyla 2,94 ve 3,06 olarak hesaplanmıştır. En küçük değer 1 en yüksek değer 5 olduğu dikkate alırsa, Türkiye'nin notu ortalama düzeyindedir. 2019'dan 2020'ye % 4'lük bir iyileşme görülmüşse de, bu ortalama Türkiye'nin dijital dönüşüme uyum için alınması gereken önemli bir mesafe olduğunu göstermektedir (TÜBİSAD, 2020:7).

ii- Uluslararası Kalkınma Araştırma Merkezi (IDRC)'nin desteğiyle üretilen Oxford Insights'ın 2019 Devletlerin Yapay Zekâya Hazır Olma Endeksi, BM ülkelerini kamu hizmetlerinde YZ kullanmaya hazır olmalarına göre hükümetleri (altyapı ve veri, beceri ve eğitim ve son olarak hükümet ve kamu hizmetleri) üzerinden puanlamaktadır. Buna göre Türkiye 46. Sırada yer almaktadır. Singapur YZ'ye en hazır olan ülkeler arasında başı çekerken, ilk yirmiyi Avrupa ülkeleri, Kanada, Avusturalya, Yeni Zelanda ve 4 Asya ülkesi oluşturmaktadır (Türkiye.ai, 2019).

iii- Bir ülke olarak Sanayi 4.0'ın çıktılara katkı ve bu çıktılarını ekonomiye uygulama kapasitesi, Türkiye dahil gelişmekte olan ülkelerin küresel yenilikçi endeksini ve dolayısıyla dünyadaki yenilikçi sıralamasını da değiştirmektedir. Araştırma yeteneği, bilgi ve teknoloji mülkiyeti, yaratıcılık vb. bileşenlerle hesaplanan küresel yenilikçi endeksine göre, Türkiye, 2007 yılında 107 ülke arasında 45.sırada iken 2018'de 126 ülke arasında 50.sırada gözükmektedir (Kalaycı, 2020: 854).

Bu göstergeler pek de iç açıcı bir duruma işaret etmese de, Microsoft EY tarafından, "Orta Doğu ve Afrika'da Yapay Zeka 112 Büyük Şirket Yapay Zekadan Nasıl Yararlanıyor? 2019 ve Ötesine Genel Bakış" konulu çalışmadaki sonuç, geleceğe ilişkin umutları tazelemektedir. Buna göre son 10 yılda (2008-2018) yapay zekaya en fazla yatırımı, Türkiye, BAE ve Güney Afrika yapmıştır. Ancak 929 yatırımdan 252'si Türkiye'de gerçekleştirilmiş, ayrıca 3,4 milyar \$ yatırım tutarı ile de birinci olmuştur (2019:20).

Türkiye'nin küresel rekabetini ve üretim payını artırabilmek için atması gereken teknolojik adımlar, emek piyasasının da değişimine sebep olacaktır. Bu aşamada kamu otoritesinin nitelikli işgücü kaynağını

desteklemesi, nitelsiz işgücünün ise yeni eğitim yöntemleriyle dijital dönüşüme sürecine uyumlaştırması gerekir. Sanayi 4.0 gibi küresel çaptaki bir değişimi, Türkiye'nin bir fırsat olarak değerlendirmesi ve daha önceki sınai devrimlerde yaptığı hatalara düşmemesi, bir devrimi daha kaçırmaması gerekmektedir (Doğru, 2018:110).

Ayrıca, Sanayi 4.0'ın ana merkezlerinden sayılan Avrupa Birliği'nin bir ekonomik birlik olduğu kadar bir "teknoloji birliği" olduğu da unutulmamalı ve bu nedenle Türkiye'nin tam üyeliğinin Sanayi 4.0 yatırımlarını daha gerçekçi ve bir disiplinle yapması için bir fırsat yaratacağı da vurgulanmalıdır. AB hem bir ekonomik birlik hem de bir teknoloji birliği olarak, Türkiye gibi beşeri sermaye ve tüketici pazarı bakımlarından potansiyeli yüksek yeni bir üye sayesinde kazan-kazan oyununda daha başarılı olabilecektir (Kalaycı, 2006: 47.)

5. YAPAY ZEKA ÇALIŞMALARININ İNSANLIK İÇİN FAYDA VE ZARARLARI

İnsanoğlu kendisine bilimsel olarak *homo sapiens-bilge insan* adını vermiştir çünkü zihinsel kapasitelerimiz, günlük yaşamlarımız ve benlik algımız için çok önemlidir. YZ veya yapay YZ alanı, akıllı varlıkları anlamaya çalışır. Bu nedenle, onu incelemenin bir nedeni de kendimiz hakkında daha fazla şey öğrenmektir. Ancak zeka ile ilgili olan felsefe ve psikolojinin tersine, YZ onları anlamanın yanı sıra akıllı varlıklar geliştirmeye çalışır. YZ incelemeinin bir başka nedeni de, bu geliştirilmiş akıllı varlıkların kendi başlarına ilginç ve yararlı olmalarıdır. YZ, gelişiminin bu erken aşamasında bile, birçok önemli ve etkileyici ürün üretmiştir. Hiç kimse geleceği tam olarak kestiremedi de, insan seviyesinde (ya da daha iyi) zekaya sahip bilgisayarların, günlük hayatımızı ve medeniyetin gelecekteki seyrini büyük oranda etkisi *olduğu* olacağı açıktır (Russell ve Nowing,1995:3).

İnsan aklının nasıl çalıştığını göstermeye çalışan bir tez olarak da tanımlanan ve amacı insan zekâsını bilgisayar aracılığıyla taklit etmek olan (Prim, 2006: 84) yapay zekayı, olumlayanların yanında, onu insanlığın geleceği konusunda tehdit olarak gören yaklaşımlara da rastlamak mümkündür.

Nitekim YZ'nin olası tehlikelerine ilişkin endişeler bu kavramın yeni ve çalışmaların emekleme döneminde olduğu zamanda bile dile getirilmeye başlandı. I. J. Good 1965 te *"Eğer biz süper zeki sistemler kurarsak, bu insanlığın son icadı olabilir"* demişti. İngiliz fizikçi ve bilgisayar bilimleri uzmanı Stuart J. Russell gelecekte bilişim sistemleri daha zeki olduklarında onların kapasitelerine daha çok bağımlı olacağımızdan ve kendimizi bu sistemlerin kontrolüne görebileceğimizden endişe duyuyor (Başkaya, 20189).

Elon Musk ise YZ'yi *"şeytanı çağırma"* olarak tanımlarken ve *"insan zekasına rakip bir dünya yaratmanın muhtemelen en büyük tehdit olduğunu"* belirtmiştir. Filozof N. Bostrom geliştirdiği *"varoluşsal riskler"* tezinde, genel olarak insanlığı tehdit edenler arasında, dev asteroitleri¹² ve topyekûn nükleer savaşın yanı sıra gelişmiş yapay zekayı da sayıyor. Bunun üzerine İngiltere'nin en önde gelen bilimsel organı olan Royal Society'yi yöneten Lord Rees, o zamandan beri yapay zekanın ürünü olan riskleri ciddiye alan Cambridge'de *"Varoluşsal Risk Araştırması Merkezi"*ni kurdu (The Economist ,2015).

Efsane fizikçi Stephen Hawking Cambridge Üniversitesi *"Leverhulme Zekanın Geleceği Merkezi"*nin açılışında *"Aklımız yapay zeka ile güçlendirildiğinde neleri başarabileceğimizi bilemiyoruz. Belki bu yeni teknolojik devrimin araçlarıyla sanayileşme sonucu doğal yaşama verilen zararların bir kısmını telafi edebiliriz. Ancak eminim sonuçta hastalıkları ve açlığı yok etmeyi hedefleyeceğiz"* dedikten sonra *"yapay zekanın çok geliştiğini ve yararlı olduğunu ancak insan zekâsını geçebilecek bir seviyeye erişmesinden endişe duyduğunu"* söyleyerek karamsar bir tablo çizmiştir (BBC, 2012).

Bir başka teknoloji ikonu Tacebook'un CEO'su Zuckerberg,işe CNBC'ye verdiği mülakatta *"İnsanların yapay zekanın gelecekte insanlara zarar vereceğini söylediklerini her duyduğumda, evet, biliyorsunuz, teknoloji genelde her zaman iyi ve kötü için kullanılabilir, ve bunu nasıl inşa ettiğiniz konusunda dikkatli olmanız ve ne inşa ettiğiniz ve nasıl kullanılacağı konusunda dikkatli olmanız gerekir,"* diyor (2017).

¹² Mars ve Jüpiter arasında, belirli bir yörüngede dolanan, çeşitli büyüklük ve şekildeki kaya ve metal parçalarıdır (<https://tua.gov.tr/tr/blog/gunes-sistemi/asteroit-nedir-1>).

Ancak ne ironiktir ki, İngiliz The Guardian gazetesinde Generative Pre-Trained Transformer 3 (GPT-3) ya da Türkçe adıyla Üretken Ön İşlemeli Dönüştürücü 3 isimli yapay zekâ teknolojisi tarafından yazılmış makalede, insanların yapay zekâdan korkmaması gerektiğini ifade eden GPT-3 “Size ‘endişelenmeyin’ demek için buradayım. Yapay zekâ insanları yok etmeyecek. Bana inanın.” demiştir (Aktaran, T24).

YZ'nin önemi, beğenelim/beğenmeyelim ya da kabul edelim/etmeyelim, yaşamın bütün alanlarını (*güvenlik sağlık, tarım, enerji ve madencilik, ulaşım ürün pazarlama vb.*) temelden değiştirme gizil gücüne sahip olmasıdır. İnsanlık tarihindeki en önemli bilimsel gelişme olarak nitelendiriliyor. Klasik bilgisayarlar büyük miktarlardaki verileri ve bilgileri kaydedip, istendiğinde hızla geri çağırmaya, belirli programlama teknikleriyle otomasyona imkan veriyorlar. Ancak sisteme yüklenen verilerden daha fazlası çıktı olarak alınamıyor (Başkaya, 2018). Öyle ki YZ ile ilgili insanların tasavvur ettikleri ilk görüntü, insan benzeri robotların fabrikalarda çalışmalarıdır. Bilimkurgu meraklıları daha ileri giderek, silah kullanan ve insanlara karşı savaşan robotları hayal etmektedir. Oysa milyonlarca ürün ve hizmeti kullandığımızda YZ'yi kullandığımızı fark bile etmeyiz. Nitekim İletişim teknolojilerinden faydalanan, özellikle de akıllı telefon kullanan herkes, aynı zamanda YZ ürünlerini ve uygulamalarını kullanmaktadırlar (Cem, 2020b).

Ancak YZ'nin bir yandan tüm bu kullanım alanlarındaki uygulamalarıyla çığır açarken, sonuçlarına ilişkin yukarıdaki tartışmalarda kaçınılmaz olarak yapılacaktır. Aslında bu çok da yabancı olmadığı bir tartışmadır. Çünkü teknoloji/sanayi devrimlerinin sonuçlarının insanlık açısından muhasebesi hep yapılmıştır/yapılmaktadır. Öyle ki sonucun; kazanılanlar (erişilen yaşam standardı vb.), ya da kaybedilenler (bozulan ekolojik denge, sağlık sorunları vb.) göz önüne alındığında insanlığın lehine mi yoksa aleyhine mi olduğuna ilişkin farklı görüşler dillendirilmektedir. Benzer bir durum, YZ özelinde de yaşanmaktadır. Bu açıdan YZ teknolojilerinin nükleer silahlardan bile tehlikeli olduğunu (Elon Musk vd.) veya bunun tam tersine insanların yaşamını kolaylaştırıcı araçlar olduğunu söyleyenler iki zıt ucu temsil etmektedirler. Buna göre, YZ' bazı alanlarda olası fayda (+) ve zararları (-) simgesel olarak bir arada incelenebilir (Tablo 2).

Tablo 2: Yapay Zekanın Fayda (+) ve Zararı (-)

Fayda (+)	Zarar (-)
Üretim daha düşük maliyetle, hızlı ve hatasız yapılabilir.	Üretimden işgücünü izole ederek işsizliğe yol açacak/ açabilir
Savaşlarda robotlar kullanılarak insan kaybı azaltılabilir.	Yeni savaş silahları (akıllı füzeler vb.) insanlığın geleceği açısından yeni tehditler doğurabilir.
Ağır ve rutin işlerde robotlar kullanılarak fiziksel rahatsızlıklar önenebilir.	Hareketsiz yaşamlar yeni fiziksel rahatsızlıklara yol açacak/açabilir.
Birçok hastalığa çare bulunabilir. Hastalıklara tanı daha kolay, hızlı ve hatasız yapılabilir.	Teknoloji ürünleriyle geçirilen yoğun zaman dolayısıyla yeni hastalıklara sebep olabilir.
Akıllı yollar ve otomobillerle kazalar azaltılabilir.	Otomobilleşmeyi teşvik ve yeni yollarla ekolojik düzen daha da bozulabilir.
Enerji kullanımında tasarruf sağlayıcı yöntemler geliştirilebilir.	Yeni her teknolojik ürün daha çok enerji tüketimine yol açtı/açacak
Yeni mesleklere ve işler dolayısıyla istihdam artabilir.	Birçok mesleğin (bankacılık, muhasebecilik vb.) geleceği risk altındadır.

Yazar tarafından düzenlenmiştir.

Kuşkusuz tablodakilere ek olarak YZ'nin eğitim, ilaç, finans, hukuk, kamusal hizmetler vb. birçok alandaki uygulamalarının ve sonuçlarının varlığı da bilinmektedir. Nihayetinde YZ sistemlerinin kullanım yelpazesi sürekli genişlemektedir. Bu alanların bazılarında emeği ikame ederken, yeni potansiyel uygulamalar yaratabilir ve daha iyi hizmet standartlarına ulaşmak için insanlarla birlikte insan için çalışabilirler. YZ'nin sonraki aşamasının artırılmış zeka çağı olduğu tahmin ediliyor. Her yerde bulunan algılama sistemleri ve giyilebilir teknolojiler, insanların ve fiziksel yeteneklerimizin doğal bir uzantısını oluşturacak akıllı gömülü sistemlere doğru ilerliyor. YZ algoritmaları ve gelişmiş algılama sistemleri, çevremizi izleyebilir, niyetimizi anlayabilir ve böylece birbirimizle sorunsuz etkileşimi kolaylaştırabilir (Perz vd., 2017:41). Ancak Renda'nın da (2019:4) belirttiği gibi, YZ gelişmelerindeki hiçbir şey, YZ'nin insan benzeri algı ve farkındalık veya duyarlılık geliştirmeye doğru ilerleyeceğini ve böylece yakın gelecekte “yapay genel zekaya” yol açacağını göstermemektedir.

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

İnsanoğlunun yaşamını sürdürmek ve refaha erişmek için, hep bir üretim çabası olmuştur. Bunun için ilk etapta kendi gücünden yararlanırken sanayi devrimleriyle birlikte, makinelerin gücünden yararlanmıştır. Böylece başlayan süreç üretimde makinalaşma, otomasyona geçiş ve Sanayi 4.0 ile birlikte dijitalleşmeye evrilmiştir. Bu sürecin bir başka yansıması ise insan-makine ilişkisindeki rollerin de zamanla değişmesidir. Sürecin başlangıcından Üçüncü Sanayi Devrimine kadar, makineler üretimde insan denetiminde ve yardımcı konumdaydı. Sanayi 4.0'daki özellikle yapay zeka teknolojisi ile birlikte insan özgü özellikler yüklenen makinelerle üretim makinelerin eline geçiyordu. Bugüne kadar üretimi fiziksel olarak yüklenen makineler, yapay zeka sayesinde üretimi zihinsel olarak da yüklenmeye başladılar. Hayatın her alanında akıllı mallarla/hizmetlerle görünmeye başlanan yapay zeka uygulamaları, yaşamın kalitesini arttırırken insanın bugüne kadar ki egemenlik alanını daraltacak ya da sarsacak işaretler de göstermektedir. Ekonominin işleyişinden hayatın akışına kadar etkili olan yapay zeka uygulamaları, küresel rekabette yer alabilmek ve refah seviyesini arttırmak için mutlaka dahil olunması gereken bir süreç olarak kabul edilmektedir.

Türkiye'nin bu sürece dijital ve YZ yol haritalarıyla dahil olmak üzere adım atmıştır. Adımların hedefi gerçekleştirmeye yönelik olması için beraberinde özellikle işgücü, eğitim ve teknoloji ayaklarında yapılması gerekenler vardır. Bunlar şöyle sırlanabilir:

- Yaşam boyu öğrenme yaşamın bir parçası olmalı ve üniversitelerde sürekli öğrencilik uygulanmasının yolları aranmalıdır.
- Firmalar Sanayi 4.0'a ne kadar uygun olduğunu öğrenmek için, ölçüm teknikleri geliştirmeli, hükümet, üniversite, işletme birlikte sorunları çözmek için planlar yapmalıdır.
- Kümelenmiş tekno-şehirler oluşturulmalı ve üniversitelerin ve sanayi kuruluşlarının etkin çalışmasını teşvik edici programlar yapılmalıdır.
- Mevcut ve yeni işgücünün dijital teknolojilerle donatılmalıdır. İşletmeler de çalışanlarının bilgilerini ve entelektüel sermayelerini kurumsallaştırmalıdır (Öztemel, 2018:85):

- Meslek liselerinde eğitim müfredatının dijital/YZ teknolojilerini kapsamı sağlanmalıdır
- Üniversitelerde YZ bölümleri ve dersleri yaygınlaştırılmalıdır
- Ar-ge bütçelerin güçlendirilmesi ve özel sektöre ar-ge finansmanında kolaylıklar sağlanması,

KAYNAKÇA

AKÇOMAK, İ. S.(2018). “Teknoloji ve İşgücü: Dijital Dönüşüm İşlerimiz Ne Yapacak?”, İktisat ve Toplum Dergisi, S. 92, s. 66-69.

AKSHATH S., PRAKASH GANESAN G., RAKESH D. (2020), Review on Industry 4.0 and its Elements, International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET), Volume: 07 Issue: 07,67-71

ALAGÖZ, S.B. ve ALAGÖZ, M. (2018), “Türkiye’de Ar-Ge Harcamaları”, 24-26 July, Amsterdam.

ANHOYA, R.(2019). The Man Machine, <https://medium.com/the-ai-issue-weapons-of-reason/the-man-machine-a1fb71353901> 22.10.2021)

BAŞKAYA, C. (2018). Yapay Zeka Neler Getiriyor, Neleri Götürecek?, <https://www.acikgazete.com/yapay-zeka-neler-getiriyor-neleri-goturecek/> (20.10.2021).

BBC,(2012). “Yapay zeka”, https://www.bbc.com/turkce/haberler/2014/12/141202_hawking_nyapay_zeka (30.10.2021)

CEM, H. (2020a). Endüstri 4.0'ın Bileşenleri: Yapay Zekâ, <https://t24.com.tr/yazarlar/hayri-cem-haftalik/endustri-4-0-in-bilesenleri-yapay-zeka,26678F> (01.11.2021)

CEM, H. (2020b). Yapay Zekânın Kullanım Alanları, <https://t24.com.tr/yazarlar/hayri-cem-haftalik/yapay-zekanin-kullanim-alanlari,26761> (04.11.2021)

CEM, H. (2020). Yapay Zekânın Üretimde Kullanım Alanları, <https://t24.com.tr/yazarlar/hayri-cem-haftalik/yapay-zekanin-uretimde-kullanim-alanlari,26847> (01.11.2021)

DELOÏTTE (2019). <https://www2.deloitte.com.dammanufacturing> (11.10.2021).

DİSKAR (2021). İşsizlik Ve İstihdamın Görünümü Raporu

DOĞRU, B.N. (2018). Endüstri 4.0 ve Türkiye’de İşgücü Piyasasına Dair Öngörüler, İktisat ve Toplum, Sayı 92, 108-11

DOPICO, M., vd. (2016), A Vision Of Industry 4.0 From An Artificial Intelligence Point Of View, Int'l Conf. Artificial Intelligence | ICAI'16 |, CSREA Press

DÜLGER, M.V. (2018). Günümüz Yapay Zeka Teknolojisi ve ‘Robot Yargıç/Avukat’ Gerçeği: Mesleğimiz Elimizden Gidiyor Mu?, Hukuk ve Daha Fazlası Dergisi,

EBSO, (2015). “Sanayi 4.0 Uyum Sağlamayan Kaybedecek Bilgi Çağının Ötesine Hazırlanın”, Ege Sanayi ve Ticaret Odası Araştırma Müdürlüğü.

EMO(2019),http://www.emo.org.tr/ekler/9051cea806787fe_ek.pdf?tipi=2&turu=X&sube=14,26.09.2021).

EP-EUROPEAN PARLIAMENT (2016). “Industry 4.0”, Directorate General For Internal Policies Policy Department A: Economic and Scientific Policy, [https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/STUD/2016/570_007/IPOL_TU_\(2016\)570007_EN.pdf](https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/STUD/2016/570_007/IPOL_TU_(2016)570007_EN.pdf) (02.11.2021).

EP (2020), Artificial Intelligence: How Does It Work, Why Does It Matter, And What Can We Do About It?, EPRS | European Parliamentary Research Service

ERDİL, E., AKÇOMAK, İ.S., (2021). Dijital Dönüşüm, İktisat ve Toplum Dergisi, Sayı 126,4-6

FRANK, M., ROHRIG, P., PRING, B. (2018). Makineler Her Şeyi Yaptığında Biz Ne Yapacağız?, Aganta

GAARDER, S. (1994). Sofie'nin Dünyası Felsefe Tarihi Üzerine Bir Roman, Pan Yayıncılık, İstanbul

GÖKLER, M.(2018). Teknolojik Dönüşüm/Endüstri 4.0Platformuİktisat ve Toplum Dergisi, S. 92, s. 74-76

GÜRBÜZ, T. (2018). “Dijital Dönüşüm Sürecinde Eğitim ve Öğrenme”, İktisat ve Toplum Dergisi, Haziran, S.92, 71-73

İHSAN, A.O. (2021), Yapay Zekanın Olanaksızlıkları Üzerine Kısa Bir Deneme: Sosyal Meseleler ve Yapay Zeka, İktisat ve Toplum Dergisi, Sayı 126,37-44

JEWELL, C. (2019). ARTİFİCİAL İNTELLİGENCE: THE NEW ELECTRICİTY, https://www.wipo.int/wipo_magazine/en/2019/03/article_0001.html (05.11.2021)

KARAGÖL, E.T. VE KARAHAN, H. (2014), “Yeni Ekonomi Ar-Ge ve İnovasyon”, SETA Analiz, Şubat, S.82.

KALAYCI, İ. (2006). “Türkiye’nin Olası Avrupa Birliği Üyeliği: Sıfır Toplamlı Oyun (mu?)”, iç. İ. Kalaycı (Ed.), Avrupa Birliği Dersleri: Ekonomi-Politika-Teknoloji, Ankara: Nobel Yayınevi, ss.47-95.

KALAYCI, İ. (2008), “Kalkınmada Bilgi Teknolojisi-Bilgi Teknoloji-sinde ‘Kalkınma’: Türkiye’ye Başarı Kapısını Açacak Anahtar”, Bilgi Teknolojileri Ülkemizin Hızlı Kalkınmasını Nasıl Başarır, H. Dağ (Ed.), İstanbul: Kadir Has Üniversitesi yayınları, ss.5-95.

KALAYCI, İ. (2016),. “Kalkınma Paradigmasında Bilgi ve İletişim Teknolojileri”, Yeni Türkiye, cilt.2, Temmuz-Aralık, S. 89, ss.449-458.

KALAYCI, İ. ve AYTEKİN, B. (2016), Yenilikçi Girişimcilik: Türkiye Boyutu, Ankara: Orion Yayınevi.

KALAYCI, İ. (2020). “Küresel Endeksler ve Ekonomi-Politik Gelecek”, iç. İ. Kalaycı (ed.), Türkiye Ekonomisi: Kuram-Tarih-Politika, İstanbul: Divan Kitap, ss.837-880.

KAYA, M., KALAYCI, İ. (2019), “Sanayi 4.0 ve Bilgi İşçiliği”, Anadolu Sosyal Bilimler Kongresi Kitabı, Diyarbakır.

MCKİNSEY (2020). İşimizin Geleceği: Dijital Çağda Türkiye’nin Yetenek Dönüşümü Raporu, 13 Ocak, <https://www.mckinsey.com/tr/our-insights/future-of-work-turkey>, (20.10.2021).

MEB (2019). PISA 2018 Türkiye Ön Raporu, Eğitim Analiz ve Değerlendirme Raporları Serisi

MEMİŞ, S.A. (2017). Yeni Aşkımız Yapay Zeka, <https://www.tepav.org.tr/tr/blog/s/6090/Yeni+askimiz+yapay+zeka> (12.11.2021)

MEMİŞ, S.A. (2018). Dünya Artık Bildiğimiz Dünya Değil, <https://www.tepav.org.tr/tr/blog/s/6049> (15.11.2021)

MİB (2016). “Endüstri 4.0”ın Yıldızı Makine Sektörü Olacak”, Makina İmalatçıları Birliği Dergisi, Eylül-Ekim.

MİCROSOFT EY (2019), “Orta Doğu ve Afrika’da Yapay Zeka 112 Büyük Şirket Yapay Zekadan Nasıl Yararlanıyor? 2019 ve Ötesine Genel Bakış”.

MİJWEL, M.M. (2015), "History of Artificial Intelligence", Researchgate, https://www.researchgate.net/publication/322234922_History_of_Artificial_Intelligence (16.10.2021).

MÜNİR, M. (2019), "Novacene: Dünyayı hiper zeki robotlar kurtaracak", T24, [https://t24.com.tr/yazarlar/metin-munir/novacene-dunyayi-hiper-zeki-robotlar-kurtaracak,23412,\(20.10.2021\)](https://t24.com.tr/yazarlar/metin-munir/novacene-dunyayi-hiper-zeki-robotlar-kurtaracak,23412,(20.10.2021))

NATIONAL SCIENCE AND TECHNOLOGY COUNCIL (2016), Preparing For The Future Of Artificial Intelligence, Executive Office Of The President National Science And Technology Council Washington, D.C. 20502

MİCROSOFT EY 82019). Orta Doğu ve Afrika'da Yapay Zeka Türkiye 2019 ve Ötesine Genel Bakış

OECD (2019), Artificial Intelligence in Society, <https://play.google.com/books/reader?id=wAAQBAJ&pg=GBS.PA20&hl=tr> (07.11.2021)

ÖTEŞ, S., ÇOLAK, U.C., ÖTEŞ, O. (2018), "Endüstri için Yapay Zekâ - 1 -", Araştırma & İnceleme

ÖZTEMEL, E. (2018), "Endüstri 4.0 ve Yapay Zeka", Bilim ve Teknik, S.607.

PEREZ, J.A., DELIGIANI, F., YANG, G.Z. (2017). Artificial Intelligence and Robotics, UK-RAS White Papers

PIRİM, H.(2006), "Yapay Zekâ", Journal of Yaşar University, 1(1), 81-93

RENDA, A. (2019), Artificial Intelligence Ethics, Governance And Policy Challenges, Report of a CEPS Task Force, Brusells

ROJKO, A. (2017), Industry 4.0 Concept: Background and Overview, Special Focus Paper—Industry 4.0 Concept: Background and Overview, iJIM – Vol. 11, No. 5, 77-90

RUSSEL S.J., NORVİG, P. (1995). Artificial Intelligence A Modern Approach, Prentice Hall, Englewood Cliffs, New Jersey

SAK, G. (2017). Biz Sanayi 4.0 Ne İş Derken, O Şimdi Artık Yapay Zeka (AI) Oldu, <https://www.dunya.com/kose-yazisi/biz-sanayi-40-ne-is-derken-o-simdi-artik-yapay-zeka-ai-oldu/389604> (25.11.2021)

SARIGÖZ, M.Y. (2018), AI LAB. CYBER SPOT, Mayıs, S.13.

SCHWAB,K. (2016), The Fourth Industrial Revolution, World Economic Forum.

ŞAHİN, A. (2018), “Yapay Zekâ Teknolojisi ve Uygulamaları”, Kalkınmada Anahtar Verimlilik Dergisi, S.353.

STB (TC Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı) (2017), “Türkiye'nin Sanayi Devrimi Dijital Türkiye Yol Haritası”, Ankara.

T.C.BİLİM , SANAYİ VE TEKNOLOJİ BAKANLIĞI (2017). Türkiye'nin Sanayi Devrimi “Dijital Türkiye” Yol Haritası

T.C. SANAYİ EV TEKNOLOJİ BAKANLIĞI (2021). “Ulusal Yapay Zeka Stratejisi (2021-2025)

T24 (2020), Yapay zekâ, The Guardian için yazdı: 'Endişelenmeyin' demek için buradayım, sizi yok etmeyeceğim, <https://t24.com.tr/haber/yapay-zeka-the-guardian-icin-yazdi-endiselenmeyin-demek-icin-buradayim-sizi-yok-etmeyecegim,901948> (10.11.2021)

TECHSTAR (2017), “Geleceği Yapay Zeka Şekillendirecek”, Yıldız Teknopark’ın Yayını, Ekim-Kasım-Aralık, S.18

TEZCAN, E. (2018), “Ar-Ge ve İnovasyonda Türkiye”, Mühendis ve Makina Güncel, Ekim, 37.

THE ECONOMİST (2015), “Rise of the machines”, <https://www.economist.com/briefing/2015/05/09/rise-of-the-machines> (30/10/2021).

TRAI (2017), Türkiye Yapay Zeka İnisyatifi Çalıştay Raporu

TÜBİSAD (2020). Türkiye’nin Dijital Dönüşüm Endeksi 2020

TÜBİTAK (2016), “Yeni Sanayi Devrimi Akıllı Üretim Sistemleri Teknoloji Yol Haritası”, Ankara.

TÜRKİYE.ai (2019). Devletlerin Yapay Zekâya Hazır Olma Endeksi 2019, <https://turkiye.ai/devletlerin-yapay-zekaya-hazir-olma-endeksi-2019/> (21.10.2021).

UİB (2017), Yapay Zeka Ve Yeni Teknolojiler, Uludağ İhracatçı Birlikleri Genel Sekreterliği Ar&Ge Şubesi

ULAŞAN, F. (2020), Ulusal Yapay Zekâ Strateji Belgeleri ve Değerlendirmeler, Yapay Zeka Stratejileri ve Türkiye

UNCTAD (2019). Value Creation And Capture: Implications For Developing Countries, Dijital Economic Report

VÜLGER, M.V. (2018), “Günümüz Yapay Zeka Teknolojisi ve ‘Robot Yargıç/Avukat’ Gerçeği: Mesleğimiz Elimizden Gidiyor mu?”, <https://www.researchgate.net/publication/322789785> (20/10/2021)

WANG, P. (2008), What Do You Mean by “AI”?, https://www.researchgate.net/publication/262357941_What_Do_You_Mean_by_AI (22.10.2021)

YAĞCI, S. (2021). <https://www.dunya.com/egitim/dunyanin-en-iyileri-listesinde-turkiyeden-tek-universite-haberi-636849> (11.11.2021)

YOLCU, Ö. (2020). Sosyal Medya Yönetimi, http://auze.fkitap.istanbul.edu.tr/kitap/medyaveiletisim_ue/sosyalmedyayonetimi.pdf (01.11.2021)

<https://datareportal.com/reports/digital-2020-global-digital-overview> (10.11.2021)

<https://pazarlamasyon.com/dunyanin-en-degerli-500-markasi-aciklandi-hic-turk-markasi-yok/>

https://en.wikipedia.org/wiki/Centre_for_European_Policy_Studies (28.10.2021)

https://tr.wikipedia.org/wiki/Turing_testi (25.10.2021)

https://en.wikipedia.org/wiki/Nick_Bostrom (01.11.2021).

<https://www.cnn.com/2017/07/24/mark-zuckerberg-elon-musks-doomsday-ai-predictions-are-irresponsible.html> (08.11.2021)

<https://tua.gov.tr/tr/blog/gunes-sistemi/asteroit-nedir-1> (15.11.2021).