

Küresel Rekabette Türkiye Açısından Dönüm Noktası: Sanayi 4.0¹

Mehmet Fatih YALÇIN (<https://orcid.org/0000-0002-5003-2524>), Department of Economics, Dokuz Eylül University, Turkey; e-mail: fatihyalcin013@gmail.com

Industry 4.0, Turning Point in the Global Competition in Terms of Turkey²

Abstract

Rapid developments in technology in the World accelerated the industrial 4.0 revolution. This revolution that is developing on the basis of information technologies, so that economic environment brings radical changes. The impact on this revolution on scale economies and global competition increases the importance of the revolution. In this study; technological developments and industry 4.0 describe the possible effects it will have on Turkey.

Keywords : Industry 4.0, Technology, Digitization, Added Value, Innovation.

JEL Classification Codes : O14, O25, O31, O32.

Öz

Teknolojide yaşanan hızlı gelişmeler dünyayı, Sanayi 4.0 devriminin eşiğine getirmiştir. Bilişim teknolojileri temelinde gelişen bu devrim, ekonomik alanda köklü değişiklikleri beraberinde getirmektedir. Bu devrimin, ölçek ekonomileri ve küresel rekabet üzerinde yaratacağı etkiler, yaşanan devrimin önemini artırmaktadır. Bu çalışmada; yaşanan teknolojik gelişmelerin ve Sanayi 4.0'ın Türkiye üzerinde yaratacağı olası etkileri değerlendirilecektir.

Anahtar Sözcükler : Sanayi 4.0, Teknoloji, Dijitalleşme, Katma Değer, İnovasyon.

¹ Bu makale, Dokuz Eylül Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi İktisat Bölümü tarafından düzenlenen "Prof.Dr. Mehmet Sadık ACAR Bilimsel Araştırma ve Lisansüstü Tez Yarışması-2017"de birincilik ödülüne layık görülmüştür.

² This paper had won the "First Place" in "Prof.Dr. Mehmet Sadık ACAR Scientific Research and Thesis Competition-2017" organized by Dokuz Eylül University, Faculty of Economics and Administrative Sciences, Department of Economics.

1. Giriş

Geçmiş yüzyıllarda insanlığın bilgi ve tecrübelerini geliştirerek gelecek nesillere aktarmasıyla oluşan bilgi birikimi sonucunda ekonomik ve sosyal alanlarda önemli değişimler yaşanmıştır. İlk olarak M.Ö 10.000'li yıllarda toprağın ilkel araçlarla işlenmesi ve tarımsal üretime geçişle birlikte tarım devrimi gerçekleşmiştir. Gerçekleşen bu devrim sadece tarım ürünlerinin üretiminde değil aynı zamanda yaşam standartlarında, nüfus üzerinde, iş bölümünün ortaya çıkmasında ve trampanın gelişmesinde önemli etkilerde bulunmuştur (Küçükkalay, 2014: 40). Yaşanan bu gelişmeler tarım devriminden sonraki en büyük ikinci devrim olan sanayi devrim(leri)inin temellerini oluşturmuştur.

Sanayi devrimleri yaşanan teknolojik gelişmeler ve etkileri itibarıyla 4 aşamada incelenmektedir. 18. Yüzyılın sonlarında İngiltere'de, buhar gücüyle çalışan makinelerin fabrikalarda kullanılmasıyla 1. sanayi devrimi, 20. Yüzyılın başında elektrik enerjisinin kullanılmasıyla seri üretimin başlaması 2. sanayi devrimi, 1970'lerden itibaren elektronik ve bilgi teknolojilerinin kullanılmasıyla sanayide otomasyonun yaygınlaşması 3. sanayi devrimi olarak nitelendirilmektedir (TÜSİAD, 2016: 19). Yaşanan bu devrimlerin teknolojik ve sosyal alanda yarattığı büyük etkiler bir sonraki devrimi hazırlamıştır. Özellikle 3. sanayi devriminde yaşanan gelişmeler bugünkü gelişmelerin temeli niteliğindedir. 3. sanayi devrimiyle ortaya çıkan kişisel bilgisayar, yazılım ve internet başlangıç aşamasında olduğumuz 4. sanayi devrimin en önemli yapı taşlarını oluşturmaktadır.

Sanayi 4.0'ın Türkiye özelinde yaratacağı fırsatlar ve tehditlerin incelendiği bu makalenin ikinci bölümünde, Sanayi 4.0'ın tanımı ile Sanayi 4.0'ı tetikleyen teknolojik gelişmelerin ekonomik etkileri üzerinde durulacaktır. Üçüncü bölümde, Sanayi 4.0'ın sağlayacağı avantajların Türkiye açısından yaratacağı fırsatlar ve mevcut durum analizlerinden yola çıkarak gelecekteki olası tehditler incelenecektir. Sonuç ve önerilere ise çalışmanın dördüncü ve son bölümünde yer verilmiştir.

2. Sanayi 4.0'ı Tetikleyen Gelişmelerin Ekonomik Etkileri

İlk olarak 2011 yılında Hannover Fuarında dile getirilen Endüstri 4.0 (Sanayi 4.0) kavramı; Üretim sürecinde makinelerin, bilgisayarların, sensörlerin ve diğer entegre bilgisayarların birbiriyle iletişim halinde bulunarak bilgi alışverişinde bulunmasını ve büyük ölçüde insanlardan bağımsız olarak kendi kendilerini koordine ve optimize ederek üretimin yapılmasını ifade etmektedir (Ege, 2014: 27). Bu bilgiler ışığında Sanayi4.0 ile mümkün olan değer zincirlerinin entegrasyonu; verimlilik artışını, hızlı ve esnek üretimi, yüksek kaliteli ürünlerin elde edilmesini beraberinde getirmektedir.

Sanayi 4.0'ı tetikleyen ve gelecekteki sanayi üretimini şekillendirecek olan 9 temel teknolojik gelişme vardır. Bunlar; büyük veri ve analiz, akıllı robotlar, simülasyon, yatay/dikey entegrasyon, nesnelerin interneti, siber güvenlik, bulut teknolojisi, eklemeli üretim ve zenginleştirilmiş gerçekliktir (TÜSİAD, 2016: 25). Bu teknolojik gelişmelerin ışığında yükselen Sanayi 4.0, üretim kanunlarını değiştirebilme gücünü barındırmaktadır. Endüstriyel toplum kısa dönemde azalan verimlerin, uzun dönemde ölçek ekonomilerinin

toplumu iken; teknolojik gelişmelerle ortaya çıkan toplum artan verimlerin, artan getirinin ve alan ekonomilerinin yaygınlık kazandığı toplum olacaktır (Acar, 2000: 92).

Bilişim teknolojilerinde yaşanan gelişmeler ışığında ortaya çıkan Sanayi 4.0'ın en önemli bileşeni olan nesnelere interneti; nesnelere ve cihazların fiziksel olarak birbirlerine ve fonksiyonel olarak internete bağlanmasını ifade etmektedir (Siemens, 2016: 11). Sensörler yardımıyla nesnelere birbirlerine bağlandığı bu sistem, imalat sanayinde köklü değişikliklere yol açacak niteliktedir. Bu köklü değişikliklere nesnelere interneti, akıllı robotlar ve simülasyon teknolojisinin üretimde sağladığı esneklik, verimlilik ve maliyet avantajı ortam hazırlamaktadır. EBSO'ya göre nesnelere sensörler yardımıyla birbirleriyle bağlantı halinde oldukları dijital bir üretim tesisinde üretim ve üretim sürecinin mobil cihazlarla kontrol edilebilir olması üretim kontrolünü pratikleştirecektir. Yine ürünlere yerleştirilen sensörler ve akıllı etiketler ile tedarik zinciri akıllı hale gelecek ve ürünlerin ne kadarının tüketicilere ulaştığı fabrika yönetimine bilgi verebilecektir. Bu durum firmaların üretim, satış ve stok yönetiminde daha rasyonel kararlar almasını sağlayacaktır (EBSO, 2015: 13-15). Böylelikle mevcut durum analizi yapılarak firmaların doğru strateji oluşturmaları sağlanmaktadır.

3. Sanayi devrimiyle seri üretimin yaygınlık kazanması; zamanla değişen tüketici davranışlarına cevap vermekte zorluklar yaşanmaktadır. Sensör teknolojisinde yaşanan gelişmeler akıllı robotların değişen tüketici davranışlarına hızla uyum sağlaması ve aynı üretim hattında farklı ürünlerin üretilmesini mümkün kılmaktadır. Ürünler üzerinde yer alan sensörler akıllı robotlar tarafından algılanıp nasıl bir işlemden geçirileceğini bilmekte ve işlemlerini bu doğrultuda gerçekleştirmektedir. Böylelikle akıllı robotlar sayesinde aynı üretim bandında farklılaştırılmış ürünlerin üretimi sağlanmakta ve firmaya üretimde esneklik kazandırmaktadır (Alçın, 2016: 26-27).

Firmaların yeni üretim tesisleri açması veya mevcut tesisin üretim hacminin artırılması sürecinde çeşitli risklerle karşılaşmaktadır. Örneğin, kurulacak olan tesisin en iyi çalışma sistemi veya verimlilik düzeyinin ne olacağı firmalar açısından önem teşkil etmektedir. Simülasyon teknolojisi, fabrika fiziki olarak kurulmadan önce ne kadar verimli çalışacağı ve en iyi çalışma sisteminin kurulması için ne gibi önlemlerin alınması gerektiğini analiz etmektedir (SIEMENS, 2016: 13). Sanal ortamda; fabrika, üretim süreci ve makinaların da simüle edilmesiyle hataların veya eksikliklerin üretim öncesinde giderilmesiyle firmaların, zaman ve maddi kayıplarını azaltmaktadır. Zenginleştirilmiş gerçeklik teknolojisi de örneğin; çalışanların tamir edeceği sistemde, yedek parçanın nasıl değiştirilmesi gerektiği konusundaki bilgilerin zenginleştirilmiş gözlüklerle görüş alanına aktarılmasını sağlamaktadır (TÜSİAD, 2016: 30). Böylelikle üretim sürecinde meydana gelebilecek sorunlara kısa sürede müdahale edilip, üretim sürecinin aksaması önlenebilecektir.

Nesnelere interneti yalnızca üretim bandında yer alan nesnelere değil diğer cihaz ve araçların da internete bağlı olmasını sağlamaktadır. 2020 yılında 50 milyardan fazla nesnenin/cihazın internete bağlı olacağı öngörülmektedir (Klaus, 2017: 151). Özellikle sensör teknolojisinin gelişmesi ve akıllı şehir uygulamalarının hız kazanmasıyla sensörler

aracılığıyla elde edilen verilerin doğru bir şekilde analizi büyük önem arz etmektedir. Cihazlardan elde edilen bilgilerin gün geçtikçe artacak olması, bu verilerden gerçek, yararlı ve güvenilir olanların ayıklanmasını kolaylaştıracak unsur büyük veri ve analizidir (EBSO, 2015: 19). Akıllı şehir çalışmalarında, sokak aydınlatmalarından çöp konteynırlarına, trafik ışıklarından park sulama sistemine kadar sensörler kullanılabilir. Sensörlerden elde edilen veriler doğrultusunda doğru ve stratejik kararların alınması kolaylaşacak ve kaynakların etkin kullanımı ile birlikte sürdürülebilir kalkınma sağlanabilecektir. EBSO'ya göre büyük veri ve analizin şirketler tarafından kullanılması, yüksek rekabet ortamında firmalara büyük avantajlar sağlayacaktır. Elde edilen verilerin doğru bir şekilde analiz edilmesi firmaların; risklerini daha iyi yönetmelerine, stratejik kararlarını doğru bir biçimde almalarına ve inovasyon çalışmalarına olanak sağladığından firmalar için önem taşımaktadır. Örneğin büyük verinin ABD'deki ortalama bir perakende firmasının faaliyet kâr marjını %60 oranında artırabileceği ve yine büyük veri kullanımıyla ABD'de sağlık harcamalarının %8 oranında azaltılabileceği öngörülmektedir (EBSO, 2015: 19).

Günümüzde verilerin boyut ve sayılarında meydana gelen artışlar ve bu artışların giderek büyümesi, verilerin güvenli bir şekilde depolanmasını ve erişilebilirliğini gerekli kılmıştır. Sahip olunan tüm uygulama, program ve verilerin sanal bir sunucuda (Bulutta) depolanması ve gerektiğinde internet üzerinden erişimine imkan veren hizmete bulut teknolojisi adı verilmektedir (EBSO, 2015: 23). Bu teknolojik gelişmeyle üretimde ve yönetimde önemli bir unsur olan verilerin depolanması konusunda kullanıcılara büyük bir kolaylık sağlanmaktadır.

Eklemlerli üretim; fiziksel nesnelere üç boyutlu dijital çizimlerle ya da modellerle tabaka tabaka basılmasını ifade etmektedir (Klaus, 2017: 172). Üretim bilgilerinin dijital ortama aktarılmasıyla istenilen zamanda istenildiği kadar ürün üretilmesine olanak sağlayan bu teknolojik gelişme, stoklama sorununu ortadan kaldırarak firmaların stoklama maliyetlerini de sorun olmaktan çıkarmaktadır (EBSO, 2015: 10). Eklemlerli üretim yalnızca imalat sektöründe değil sağlık sektöründe de kullanılabilir. Öyle ki eklemeli üretimle biyo-organik maddeler, yapay damarlar, insan dokuları hatta böbrekler bile üretilebilmektedir. Tasarımların hızlı bir şekilde üretime dönüşmesine olanak sağlayan eklemeli üretim sektörü her sene %25-30 kadar büyümektedir ve hâlihazırda 4 milyar dolarlık market hacmine sahiptir (EBSO, 2015: 10-11).

Sanayi 4.0'ın temel bileşenlerinden olan birbirine bağlı yapıların sağladığı sürekli akış ile üretim sürecindeki değişikliklere ve sorunlara hızla karşılık verilebilmekte, kaynak verimliliği artmakta ve küresel tedarik zincirinde optimizasyon sağlanmaktadır. Bu akışı sağlayabilmek için hammadde tedarikinden, tasarıma, üretime, pazarlamaya ve sevkiyata kadar her noktada Yatay/Dikey Entegrasyonun sağlanması gerekmektedir (Siemens, 2016: 10).

Bilişim teknolojilerindeki hızlı gelişmeler Sanayi 4.0'ın ortaya çıkmasında ve gelişimini sürdürmesinde büyük bir öneme sahiptir. Yeni sanayi devrimini tetikleyen teknolojik gelişmelerin internet tabanlı olmasından dolayı siber saldırılar büyük bir tehdit oluşturmaktadır. Tüm bu teknolojik gelişmelerle Sanayi 4.0'ın gerek firma özelinde gerekse

ulusal düzeyde farklı konularda çeşitli fırsatlar sunacağı ve tehdit unsuru oluşturabileceği söylenebilir.

3. Türkiye Açısından Fırsatlar ve Tehditler

Sanayi 4.0'ı tetikleyen 9 teknolojik gelişmenin sağlayacağı daha hızlı, esnek, düşük maliyetli ve verimliliği gittikçe artan üretim süreçlerinin, firmaların ve ulusal ekonomilerin verimlilik, büyüme, yatırım ve istihdam performanslarında farklı ölçülerde etki yaratması beklenmektedir. TÜSİAD'a göre başarılı bir şekilde uygulanan Sanayi 4.0'ın üretim sektörlerinin verimliliğinde 50 milyar TL'lik bir fayda yaratacağı ve toplam üretim maliyetleri de göz önüne alındığında %4-7 arasında verimlilik artışının yaşanacağı öngörülmektedir. Esnek üretim ve küresel değer zincirlerine entegrasyon ile elde edilecek rekabet avantajının, sanayi üretiminde yıllık %3'e varan bir artış yaratacağı beklenmektedir. Sanayi üretimindeki bu artışın Türkiye'nin GSYİH'sı üzerinde %1 ve üzeri ek bir büyümeye olanak tanıyacağı ve 150-200 milyar TL seviyesinde ek gelir yaratacağı tahmin edilmektedir. Bu teknolojilerin üretim sürecine entegrasyonu amacıyla günümüz fiyat ve ekonomik büyüklüğü baz alındığında önümüzdeki 10 yıllık sürede 10-15 milyar TL (üreticilerin gelirlerinin %1-1.5'i) yatırım yapılması gerektiği öngörülmektedir (TÜSİAD, 2016: 14).

Yeni sanayi devriminin gerisinde kalmamak amacıyla Almanya, Fransa, Japonya, ABD ve İngiltere yol haritalarını ve stratejilerini bu doğrultuda hazırlamışlardır (TÜBİTAK, 2016: 2). Ülkemizde de TÜBİTAK'ın 2016 yılında hazırladığı "Yeni Sanayi Devrimi: Akıllı Üretim Sistemleri Teknoloji Yol Haritası" ile küresel ölçekte yaygınlaşan yeni sanayi devrimine hazırlık yapılmaktadır. Yüksek orta gelirli ekonomiler arasında yer alan Türkiye'nin yüksek gelirli ekonomiler arasına girebilmesi için katma değeri yüksek olan ürünleri üretmesi gerekmektedir. Bu bağlamda Sanayi 4.0'a geçiş çalışmaları bulunan Türkiye'nin yüksek teknoloji ürünlerin üretimi/tasarımı amacıyla teknopark ve Ar-Ge merkezlerini yaygınlaştırması gerekmektedir. TGBD'ye göre Mevcut durumda 49 teknopark faal durumdayken 14 teknopark ise geliştirme aşamasındadır. Aralık 2015 itibariyle teknoparklardaki firmaların %39'u yazılım, %19'u bilgisayar ve iletişim teknolojileri, %7'si elektronik ve %5'i makine ve teçhizat imalatı çalışmalarını sürdürmektedir. Teknoparklardaki çalışmalar neticesinde 2014 yılı sonu itibariyle yaklaşık 2,4 milyar ABD doları ihracat gerçekleştirilmiştir (TGBD, 2017a). Rekabet gücüne sahip olmak ve bu gücün sürdürülebilirliğini sağlamak, teknolojiye yatırım yapmakla mümkün olabilir. Bu nedenle küresel rekabette dezavantajlı konuma düşmemek ve orta gelir tuzağından kurtulmak amacıyla Sanayi 4.0'a uyum çalışmalarına hız kazandırılması uygun olacaktır. Böylece yaygın teknopark ve artan Ar-Ge merkezleri ve çalışanlarıyla ekonomik büyümenin temelini katma değeri yüksek, yüksek teknoloji ürünlerine dayandırılması da olanaklı hale gelecektir.

2015 yılında 63,3 milyar dolar dış ticaret açığı veren Türkiye, net ithalatçı konumundadır (TİM, 2016: 120). Türkiye'nin kronik sorunlarından olan dış ticaret açığının azaltılması/kapatılması; katma değeri yüksek, yüksek teknoloji ürünlerin üretilmesi ve ihracatı ile mümkün olacaktır. 2015 yılı imalat sanayi ihracatı içerisinde en yüksek payı

düşük teknoloji ürünler alırken (%35), en düşük payı %3,7 ile yüksek teknoloji ürünler almaktadır ve yüksek teknoloji ürünlerin imalat sanayi ithalatı içerisindeki payı ise %15,7 düzeyindedir (TİM, 2016: 41-85). Böyle bir durumda mevcut dış ticaret açığının azaltılmasında/kapatılmasında; Sanayi 4.0 ile daha da yaygınlaşması beklenen teknopark ve Ar-Ge merkezlerinde üretilen yüksek teknoloji ürünlerin/hizmetlerin ve Sanayi 4.0'ın sağlayacağı daha hızlı, esnek, düşük maliyetli ve verimliliği artan üretim süreçlerinin büyük bir katkısı olacaktır.

Az gelişmiş (AG) ve gelişmekte olan ülkelerde (GOÜ) en sık karşılaşılan sorunlardan birisi yüksek cari açık ve düşük tasarruf oranıdır. Finansal piyasaların gelişmesi ve 2001 yılından sonra ortaya çıkan küresel likidite bolluğu, gelişmekte olan ülkelerin cari açıklarını ve düşük iç tasarruflarını finanse etmede önemli bir kaynak teşkil etmiştir. Ülkelerin yüksek faiz düzeyi belirleyerek portföy yatırımları şeklinde sermaye girişlerini özendiren politikaları bir takım riskleri de bünyesinde barındırmaktadır. Ani duruş; ülke ekonomisine ilişkin içsel veya küresel likidite koşulları ve bulaşıcılık etkisi gibi dışsal nedenlerle uluslararası sermaye girişlerinin ani durması/çıkması olarak tanımlanmaktadır (Önder, 2007: 8). Ani duruş; ulusal paranın değer kaybı, faizlerin yükselişi ve ulusal gelirden daralma gibi bir takım makro sorunlara yol açabilmektedir. IMF'nin 2017 yılında Türkiye'ye ilişkin yeni "Gözden Geçirme Raporu" nda; milli gelirin %30'una varan dış finansman ihtiyacına dikkat çekilmiş ve sermaye akımlarındaki ani duruşun, borçlanma maliyetlerinde ve döviz kurunda eş zamanlı artışa neden olacağı belirtilmiştir (TİM, 2017). Aynı raporda, Türkiye'de ani duruş riskinin olduğu da vurgulanmıştır. Bu bağlamda ani duruş riskinin ve dış finansmana olan bağımlılığın azaltılması için yurtiçi tasarruf oranı ile ihracat gelirinin artırılması gerekmektedir. Sanayi 4.0'ın sağlayacağı yüksek katma değerli üretim süreciyle ulusal gelirden ve hanehalkı gelirinde meydana gelecek artış, yurtiçi tasarruflarının artışını tetikleyerek dış finansmana olan bağımlılığı azaltabilecektir. Üretilen yüksek katma değerli ürünlerin ihracatı da cari açık üzerinde pozitif etki yaratacaktır.

Sanayi 4.0'a uyum çabalarını hızlandırma ve sürdürülebilirliğini sağlama konusunda Ar-Ge ve teknoparkların önemi büyüktür. Ancak bu merkezlerin belirli bölgelerde yoğunlaşması da ciddi sorunlara yol açabilecektir. Kalkınma Bakanlığının 2011 yılında hazırladığı "İllerin ve Bölgelerin Sosyo-Ekonomik Gelişmişlik Sıralaması Araştırması" raporunda; yüksek gelişmişlik grubunda 8 il, düşük gelişmişlik grubunda ise 15 il bulunmaktadır (Kalkınma Bakanlığı, 2013: 51). Teknoparkların 2 grup nezdinde dağılımına baktığımızda yüksek gelişmişlik grubunda yer alan illerde toplam 23 teknopark varken (sadece Muğla'da bulunmamakta), düşük gelişmişlik grubunda yer alan illerde sadece Van'da 1 teknopark bulunmaktadır (TGBD, 2017b). Bu bağlamda Sanayi 4.0'a bölgesel düzeyde geçiş; bölgeler arasındaki sosyo-ekonomik gelişmişlik seviyesindeki farkın büyümesine, sanayileşme sürecinde ortaya çıkan dual yapının yerini üçlü yapıya bırakmasına ve bölgesel düalizm sorununun daha da ciddi boyutlara ulaşmasına neden olabilecektir.

Türkiye'de kadınların işgücüne katılım oranı düşük olmakla birlikte yeni sanayi devrimi, bu oranı kadınların aleyhine bozabileceği riskini barındırmaktadır. Aynı zamanda küresel ölçekte; bilgisayar bilimleri, matematik ve mühendislik gibi yeni sanayi devrimin

yapı taşı niteliğindeki alanlarda erkeklerin ağırlığı devam ettiği için uzman teknik becerilere olan talebin artması toplumsal cinsiyet eşitsizliğini daha da artırabilecektir (Klaus, 2017: 52). TÜİK' in yayınladığı "Bilgi Toplumu İstatistikleri, 2004-2016" çalışmasında, 2016 yılındaki kadınların ve erkeklerin sırasıyla; bilgisayar kullanımı %64,1-%45,9, internet kullanımı %70,5-%51,9'dur. Bilişim teknolojileri kullanımındaki bu dengesizliğin giderilememesi Sanayi 4.0 çerçevesinde değerlendirildiğinde; bilişim teknolojilerine hâkim işgücüne olan talebin artmasıyla kadınların işgücüne katılımının daha da azalmasına neden olarak toplumsal cinsiyet uçurumunu derinleştirecektir.

Nitelikli işgücü maliyetinin yüksek olduğu ülkeler, maliyet baskısından kurtulmak amacıyla üretimde otomasyonu arttırmaya yönelerek, yüksek nitelikli işgücüne talep yaratacaklardır (TÜSİAD, 2016: 19). Bu durum Türkiye gibi GOÜ'ler için tehdit unsuru oluşturmaktadır. Başta Almanya olmak üzere gelişmiş ülkeler, üretimde Sanayi 4.0'ı yaygınlaştırmak amacıyla büyük çaba göstermektedirler. Eğer Türkiye; Sanayi 4.0'a uyum çabalarında hızlı hareket etmez ise gelişmiş ülkelerde nitelikli işgücüne olan talebin artması, Türkiye'deki yüksek nitelikli işgücünün istihdam edilmekte zorlanması ve/veya gerekli çalışma koşullarının sağlanamamasından dolayı beyin göçü sorununu gündeme getirecektir. Yaşanabilecek olası bir beyin göçü; devrimler arasındaki zaman farkının giderek azalmasından dolayı Sanayi 4.0'dan sonraki devrimleri kaçırma/yakalayamama riskini, bu risk ise yüksek katma değerli ürünlerin/hizmetlerin üretilmemesi ve yeni devrimlerle gelecek olan verimlilik, maliyet avantajlarından faydalanılamaması sonucunda küresel rekabette gerilere düşülmesine neden olabilecektir. Küresel rekabetteki gerileme ise ekonomik ve sosyal sorunların ciddi boyutlara ulaşmasına neden olacaktır.

Yeni nesil teknolojilerin internet tabanlı olması nedeniyle siber saldırılar, gerek ülkeler gerekse firmalar açısından büyük bir tehdit oluşturmaktadır. Kurumların; üretim, Ar-Ge, ticari/ulusal sırlar vs. gibi önemli bilgilerinin siber saldırılar neticesinde ele geçirilmesi veya yok edilmesi itibar kaybına ve maddi kayıplara neden olabilmektedir. Örnek olarak; "Kuzeydoğu Kesintisi 2003" olarak tarihe geçen ve 50 milyon kişiyi etkileyen, 6 milyar dolar zarara yol açan elektrik kesintisinin nedenlerinden birinin enerji yönetim sisteminde kullanılan yazılımdaki böcek (bug) olduğu anlaşılmıştır (Karabacak, 2011: 3). Ayrıca 2015 yılında küresel ölçekteki siber saldırıların 3 trilyon dolar zarara neden olduğu bilinmekte, 2021 yılında ise bu zararın 6 trilyon dolara ulaşması beklenmektedir (EMO, 2016: 33). Ortaya çıkan bu tablodan Sanayi 4.0 için siber güvenlik önlemlerinin kritik bir öneme sahip olduğu anlaşılmaktadır. Sanayi 4.0'a geçiş tam olarak sağlansa bile siber güvenlik önlemlerindeki eksiklikler, sistemin tümünü tehdit eden bir unsur olacaktır.

Üretimde emeğin yerine hızla gelişen teknolojinin ikame edilmesi teknolojik işsizliği ortaya çıkarmaktadır. EBSO'ya göre konuyu olumlu yönde değerlendirenler; bu durumun kısa vadede kısmen işsizliğe yol açacağını ancak uzun vadede işgücünün niteliğini artıracığını ve yüksek düzeyde eğitim almış bireylerin istihdam edilmesi sayesinde istihdam yapısının niteliğinin artacağını savunmaktadırlar. Olumsuz yönde değerlendirenler ise; mevcut durumda herkesin benzer nitelikte ve eşit düzeyde eğitim almasının mümkün olmamasından dolayı ve nüfus artışının da etkisiyle işsizliğin artacağını belirtmektedirler. Ancak olumsuz değerlendirmelere karşın Sanayi 4.0'ın %6-10 düzeyinde istihdam artışı

sağlayacağı tahmin edilmektedir (EBSO, 2015: 25-28). Yeni sanayi devriminde talep edilen iş gücü profili; kas gücünden ziyade zihinsel faaliyetlere yöneldiğinden istihdam ve eğitim programlarının bu doğrultuda revize edilememesi işsizlik oranlarında artışa neden olacaktır. Mavi yakalıların yerini akıllı robotlara bırakması gibi beyaz yakalıların da yerini yapay zekâya bırakması, önlem alınmadığı takdirde ciddi sosyo-ekonomik sorunlara yol açabilecektir.

4. Sonuç ve Öneriler

Geçmişte yaşanan her devrim, insanların, sosyal ve ekonomik rollerini değiştirmiştir. Yaşanan devrimlerin gerekli koşullarını tesis eden ülkeler avantajlı konuma geçerek ekonomik alanda üstünlük sağlayabilmişlerdir. Devrimlerin gerekli koşullarını tesis edemeyen ülkeler ise ekonomik üstünlük sağlayamaması ve pazar konumuna düşmüşlerdir. Yaşanan yeni sanayi devriminde kullanılan teknolojiler maliyetleri azaltıcı, verimliliği artırıcı etkilerinin yanı sıra; özellikle dijitalleşmeyle firmaların sifıra yakın marjinal maliyetle üretim yapmasına imkân sağladığından diğer devrimlerden daha büyük etki yaratacaktır.

Sanayi 4.0 Türkiye özelinde incelendiğinde; devlet kurumlarının ve büyük firmaların çalışmalarını bu doğrultuda oluşturduklarını, dolayısıyla yeni devriminin gerekli koşullarını tesis etmeye başladıklarını söyleyebiliriz. Türkiye'nin Sanayi 4.0'ı başarılı bir şekilde uygulaması; kronik sorunlarıyla mücadelede ve küresel rekabet gücünde büyük bir avantaj elde etmesini sağlayacaktır. Kurulan teknopark ve Ar-Ge merkezlerindeki inovatif çalışmalar, elde edilen avantajların sürdürülebilirliğini sağlamada büyük bir öneme sahiptir. Ancak Sanayi 4.0 uygulamalarının belirli bölgelerde yoğunlaşması da ciddi sosyo-ekonomik sorunları beraberinde getirecektir. Bu nedenle mevcut çalışmaların ülke geneline yayılması sağlanarak bölgeler arasındaki farklılıkların tehdit unsuru oluşturması önlenmelidir.

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 benimsetilmesi gerekmektedir.

Kaynaklar

- Acar, S. (2000), “Bilgi Çağı Ekonomisine Teorik Bir Yaklaşım”, *Dokuz Eylül Üniversitesi İktisadi İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 15(1), 87-101.
- Alçın, S. (2016), “Üretimde Yeni Bir İzlek: Sanayi 4.0”, *Journal of Life Economics Dergisi*, (8), 19-30.
- EBSO Ege Bölgesi Sanayi Odası (2015), *Sanayi 4.0*, <http://www.ebo.org.tr/ebsoimedia/documents/sanayi-40_88510761.pdf>, 01.05.2017.
- Ege, B. (2014), “4. Endüstri Devrimi Kapıda mı?”, *Bilim Teknik Dergisi*, (Mayıs), 26-29.

- EMO Elektrik Mühendisleri Odası (2016), "Endüstri 4.0 Fırsat mı, Tehdit mi?", *Elektrik Mühendisliği Dergisi*, Aralık, (459), 30-37.
- Karabacak, B. (2011), "Kritik Altyapılara Yönelik Siber Tehditler ve Türkiye İçin Siber Güvenlik Önerileri", *Siber Güvenlik Çalıştayı*, Bilgi Güvenliği Derneği, 29 Eylül 2011.
- Küçükkalay, A.M. (2014), *Dünya İktisat Tarihi*, 1. Baskı, Beta Yayınları, İstanbul.
- Önder, Y. (2007), "Dalgalanma Korkusu ve Türkiye Örneği", T.C. Merkez Bankası *Uzmanlık Yeterlilik Tezi*.
- Schwab, K. (2017), *Dördüncü Sanayi Devrimi*, Çev. Z. Dicleli, Optimist Yayınları, İstanbul.
- Siemens (2016), *Endüstri 4.0 Yolunda*,
<http://cdn.endustri40.com/file/ab05aaa7695b45c5a6477b6fc06f3645/End%C3%BCstri_4.0_Yolunda.pdf>, 15.04.2017.
- T.C. Kalkınma Bakanlığı (2013), *İllerin ve Bölgelerin Sosyo-Ekonomik Gelişmişlik Sıralaması Araştırması*,
<http://www.ab.gov.tr/files/ardb/evt/2_turkiye_ab_iliskileri/2_2_adaylik_sureci/2_2_8_diger/tckb_sege_2013.pdf>, 10.05.2017.
- TGBD Teknoloji Geliştirme Bölgeleri Derneği (2017a),
<<http://www.tgbd.org.tr/WebContent/WebContent/4707>>, 05.05.2017.
- TGBD Teknoloji Geliştirme Bölgeleri Derneği, (2017b), <<http://www.tgbd.org.tr/5242>>05.05.2017.
- TİM Türkiye İhracatçılar Meclisi (2017), <<http://www.tim.org.tr/tr/inpressdt-87fe9f23-cab0-46de-a222-103d3b6a8c5e.html?tags=%C4%B0hracat%20Haberleri>>, 02.05.2017.
- TİM Türkiye İhracatçılar Meclisi (2016), *Ekonomi ve Dış Ticaret Raporu 2016*,
<http://www.tim.org.tr/files/downloads/Raporlar/Tim_Ekonomi_Raporu_2016.pdf>, 03.05.2017.
- TÜBİTAK (2016), *Yeni Sanayi Devrimi Akıllı Üretim Sistemleri Yol Haritası*,
<http://www.tubitak.gov.tr/sites/default/files/akilli_uretim_sistemleri_tyh_v27aralik2016.pdf>, 28.04.2016.
- TÜSİAD (2016), *Türkiye'nin Küresel Rekabetçiliği İçin Bir Gereklilik Olarak Sanayi 4.0*,
<<http://www.tusiad.org/indir/2016/sanayi-40.pdf>>, 24.04.2017.

Yalçın, M.F. (2018), "Küresel Rekabette Türkiye Açısından Dönüm Noktası: Sanayi 4.0", *Sosyoekonomi*, Vol. 26(36), 225-233.