

Sanayi 4.0 Yolunda Türkiye¹

Sıla GENÇ (https://orcid.org/0000-0003-3489-2572), Department of Economics, Dokuz Eylül University, Turkey; e-mail: silagence@gmail.com

Turkey's Proceed on Industry 4.0²

Abstract

At the present time, the concept of industrial 4.0 has a global significance in terms of competitiveness and economic growth and this is expected to be an anchor in the Turkey's industry transformation. It is necessary to take stable and considerable steps for transformation. In this study; it will be mentioned the development of industrial revolutions thereafter the effects of the fourth industrial revolution to Turkey's economy will be evaluated an offered suggestion.

Keywords : Digital Transformation, Cyber-Physical Systems (CPS), Internet of Things (IoT), Industry 4.0.

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

Öz

Günümüzde Sanayi 4.0 kavramı rekabet gücü ve ekonomik büyüme açısından küresel bir önem taşımakta ve Türkiye'nin sanayi dönüşümünde bir çıpa olacağı beklenmektedir. Dönüşüm için istikrarlı ve büyük adımların atılması gerekmektedir. Bu çalışmada; sanayi devrimlerinin gelişimine değinilecek ardından dördüncü sanayi devriminin Türkiye ekonomisi açısından etkileri değerlendirilerek öneriler sunulacaktır.

Anahtar Sözcükler : Dijital Dönüşüm, Siber Fiziksel Sistemler (SFS), Nesnelerin İnterneti (Nİ), Sanayi 4.0.

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 ikincilik ödülüne layık görülmüştür.

² This paper had won the "Second 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

Sanayi Devrimleri, 18. yüzyıldan günümüze tarihin önemli dönüm noktaları olmuştur. Her yeni devrim, iş yapış şekillerini ve yaşam temellerini değiştirmekte ve ülkelerin gelişmişlik düzeylerini belirlemektedir. Teknolojik gelişmelerin hızının getirdiği son devrim Sanayi 4.0, günümüzde sağlayacağı ekonomik ve sosyal faydalar nedeniyle tüm dünyayı etkileyecektir. Sanayi sektörü birçok ülke için ekonomik büyümenin merkezindedir. Son yirmi yılda üretim hatları işgücü maliyetlerinin düşüklüğünden dolayı gelişmiş ülkelerden Çin ve Hindistan gibi hızla büyüyen ekonomilere doğru kaymıştır.

Pek çok Avrupa ülkesinde sanayinin GSYH içindeki payı %10 ila 15 gerilemiştir. 2006-2011 yılları arasında Avrupa’daki 27 ülkenin toplam sanayi üretimi verileri 550’den 620’ye çıkarken aynı süreçte Çin üretimini 170’den 580’e çıkarınca batı dünyası önem almak için çalışmalara başlamıştır. Yaptığı çalışmalarla ön plana çıkan Almanya, entegre bir sistem önerisiyle ürünün pazara çıkış hızı artırılırsa, esnek üretim modeli uygulanabilirse ve verimlilik artırılırsa Çin’in önüne geçilebileceğini vurgulamıştır. Pazara çıkış hızı için, yatırımların her adımının bilgisayar ortamında simülasyonu yapılarak zaman tasarrufu sağlanması, esnek üretim için kişisel taleplere karşılık verebilecek farklı ürün üretilmesi, verimlilik için ise Çin’den daha ucuza üretebilmek adına üretim maliyetini en çok artıran emek (kas) unsurunu sistemden çekme kararı alınması gerektiği belirtilmiştir. Kas gücü üretimden çekilince maliyetler ve üretim hataları azalacak; verimlilik artacaktır. Bu entegre sistem önerisiyle birlikte dördüncü sanayi devrimi hayata geçmiştir (MTSO, 2017).

İlk kez 2011 yılında Almanya’da dünyanın en büyük fuarı Hannover Messe Fuarı’nda kullanılan yüksek teknolojiyi ve yenilikçiliği temel alan “Sanayi 4.0” kavramı giderek daha çok dikkat çekip önem kazanmaktadır. Fuardaki Alman uzman ekip yeni bir sanayi devrimi çağı yaşandığı görüşlerini bildirmiş ardından Alman hükümeti bu görüşleri bir devlet stratejisine dönüştürmüştür. Bu strateji ile Almanya’nın amacı bilgi ve iletişim teknolojileri ile üretim zincirinin büyük bir bölümünün anılan ülkelere kaymasının önüne geçerek dünyanın akıllı fabrikası haline gelmektir.

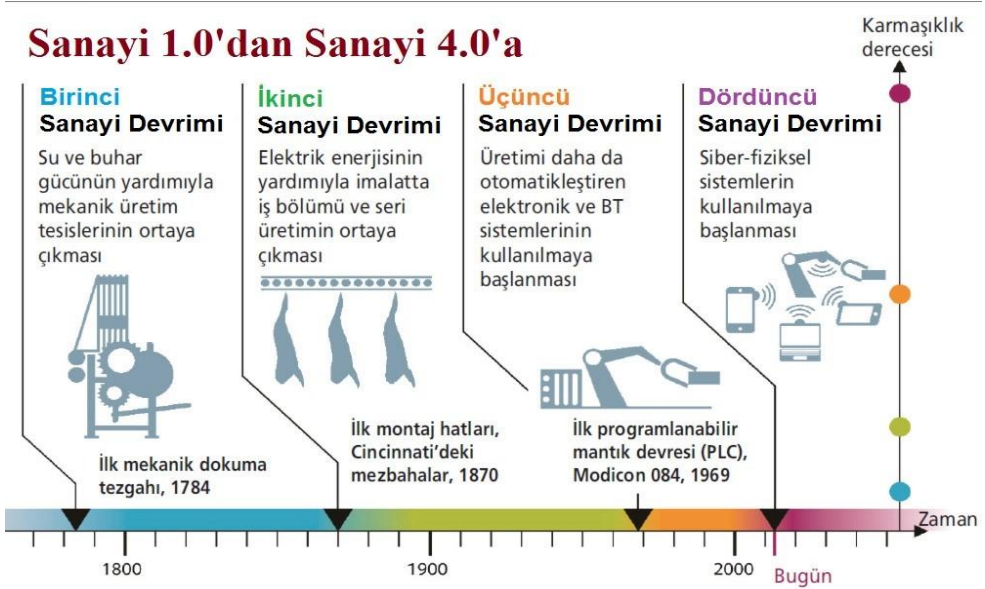
Ülkelerin gelişmişlik seviyelerini doğrudan etkileyecek olan sanayideki bu dönüşüm gerçekleştiğinde ülkelere önemli rekabet üstünlüğü sağlayacağı gibi örneğin Türkiye’nin bu dönüşümü kaçırmaması durumunda üretimdeki lojistik avantajı ve düşük işgücü maliyetinden doğan avantajlarının geçersiz olacağı öngörülmektedir (TÜBİTAK, 2016: 1). Çalışmanın izleyen bölümlerinde sanayi devrimlerinin gelişimi özetlenecek, Sanayi 4.0’ın Türkiye ekonomisi açısından değerlendirmelerinde ve genel değerlendirmelerde bulunulacaktır.

2. Sanayi Devrimlerinin Gelişimi

Bilişim teknolojilerindeki gelişmelerin sanayi firmaları tarafından yenilikçi bir şekilde kullanılması, üretim süreçlerini, üretim ve değer zincirini, hane halkı davranışlarını ve talebi değiştirirken bu süreç birden bire gelişmemiştir. Tarihin farklı dönemlerinde yaşanan gelişmeler farklı sanayi kollarının ve diğer sektörlerin gelişmesine katkı sağlamıştır.

Her yeni sanayi devriminin ardında bir öncekinin sonuçları yatmaktadır. Sanayi 4.0'ı anlayabilmek için öncelikle üretim süreçlerinin geçmişten günümüze değişimi aşağıdaki grafikte incelenebilir.

Şekil: 1
Sanayi 1.0'dan Sanayi 4.0'a



Kaynak: Capital, 2013.

İlk sanayi devrimi olan Sanayi 1.0, buharın keşfi ve makinelerde kullanılması ile 18. yüzyılın sonunda tarım ekonomisinden sanayi ekonomisine geçilmesi şeklinde gerçekleşmiştir. Üretim el ve beden emeğinden makine gücüne doğru bir evrim geçirmiştir. 1874'te İngiltere'de James Watt'ın buhar makinesini keşfi ve makinenin patentini alması ile sanayi devrimi işlevsellik kazanmıştır. Mekanik enerjiye geçiş ile çıktı artmış buharlı gemilerin yaygınlaşması ile artan üretimin kıtalar arası ticareti mümkün olmuştur. İmalat sanayi gelişirken tarım ve hizmetler sektöründeki üretim de artış göstermiştir (Snooks'tan aktaran Kabaklarlı, 2016: 34). Üretim yapısının değişimi toplumsal yapıyı da değiştirmiştir. Gelişmelerin sonucunda ortalama yaşam süresi uzamış ve nüfusta artış gözlenmiştir. Sanayileşmenin yarattığı katma değer ve ürün artışı kişi başı geliri artırmıştır. 1850 İngilteresinde toplam işçilerin yalnızca %6'sı mekanik üretim gerektiren tekstil atölyelerinde çalışmıştır (Charles, 2002). Yaşanacak sanayi devrimleri ile mekaniğin üretimdeki payı artacaktır.

Sanayi 2.0'ın temelleri önceki devrimin üretimi mekanikleştirmesinin ardından 20.yy'ın başlarında atılmıştır. İngiltere'nin birinci sanayi devrimi ile kazandığı üstünlük, bilgi ve know-how'ın diğer ülkelere sıçraması teknolojik ilerlemeyi getirmiştir. Bu devrim

“teknoloji devrimi” olarak da bilinir. Elektriğin fabrikalarda kullanılması, ham petrolün enerji kaynağı olarak kömürün yerini alması ve seri üretim ile montaj hattı gibi yeni teknikler Sanayi 2.0’ın öne çıkan özellikleridir. Buhar gücünden daha güçlü olan elektrik teknolojisi üretim hatlarında kullanılmıştır. Böylece üretim büyük ölçüde artmış ve dünya Fordist seri üretim ile tanışmıştır (EBSO, 2015: 5). Öyle ki Henry Ford’un seri üretimi otomobil üretiminde uygulaması, otomobili dünyada yaygın hale getirmiştir. Seri üretim verimlilik artışı sağlamış, reel ücretler artmış ve orta sınıf doğmuş bunun sonucunda refah yayılmıştır. Seri üretim ile otomobil fiyatlarının düşmesi sonucunda ise Amerika’da esnek üretime başlanmıştır. Bu başlangıç beraberinde otomasyon ve teknoloji ağırlıklı üretimin yapıldığı ve bilgisayar destekli entegre sistemlerin kurulduğu üçüncü sanayi devrimine geçişi getirmiştir.

Sanayi 3.0, bilgisayar üretime dâhil olduğu için “dijital devrim” olarak da bilinmektedir. Sanayi toplumundan bilgi toplumuna geçişi tanımlayan bir dönemdir. Mekanik elektrikle çalışan hesap makinelerinden yola çıkılarak bilgisayarların geliştirilmesi sonrasında bilgisayar sistemi içinde makinelerin birbirine bağlanmasını sağlayacak bir ağ arayışı internet tarihinin başlangıcı sayılmaktadır (Ziewitz & Brown, 2013). Bilgisayarların işlem gücünün hızla artması “akıllı makineleri” doğururken, robotik sanayinin ani ve çabuk atılım göstermesi, ilk kez üretimde insan gücünün azalmasına ve robot makinelerin insanların yerine üretimde daha fazla kullanılmasına neden olmuştur. Elektronik ve bilgisayar desteğinin makine sektörüne entegre olması üretim sistemlerinin otomatikleşmesini doğurmuş ve elektronik, bilgi ve iletişim teknolojilerinin gelişimi üretimin otomasyonunu sağlamıştır. Otomasyonun çok hızlı gelişmesini açıklayan Moore yasasına göre mikroçiplerin sayısı iki yılda bir kendisinin iki katı kadar artarken entegre sistemde kullanılan birim maliyetler düşecektir (Aydın, 2016). Üçüncü sanayi devrimi ile birlikte üstel bir büyüme gerçekleşmektedir. Mikroçiplerin geliştirilmesi gündelik yaşamdaki pek çok bilişimsel yeniliğin başlangıcı olarak görülmektedir. İnternetin gelişmesi, fiber optik ağlar ve üretimde sağlanan otomasyon gibi gelişmeler dördüncü sanayi devriminin öne çıkan akıllı üretim ve nesnelerin interneti teknolojilerinin gelişmesinde büyük rol oynamaktadır (Kabaklarlı, 2016: 39).

Sanayi 4.0, bilgi ve iletişim teknolojilerindeki gelişmelerle üretim sistemlerinin dijital dönüşümünü ifade etmektedir. Üretim zincirinin her aşamasının dijitalleşmesi ve makina-insan- altyapı etkileşiminin sağlanması ile ‘Akıllı Üretim Sistemleri’nin geliştirilmesi hedeflenmektedir (TÜBİTAK, 2016: 1). Bu süreç teknoloji gömülü sistemlerden siber fiziksel sistemlere geçileceğinin sinyallerini vermektedir. Son sanayi devrimi ile firmalar makinaları ve depolama sistemleri arasında üretim çevresinin imkânları dâhilinde küresel ağlar kurabilmektedir.

3. Dördüncü Sanayi Devrimi

Sanayi 4.0 kavramı, tedarik zincirlerinin üretim aşamasındaki her parçasının kendi içinde otomasyonunun ötesinde birbirleriyle entegre biçimde çalışması ve akıllı üretim adı verilen, makinelerin birbirleriyle ve tedarikçilerle, müşterilerle iletişimi, merkezileşmiş üretim biçiminin terk edilerek esnek üretime geçilmesi şeklinde tanımlanmaktadır

(Kabaklarlı, 2016: 13). Otomasyon hızlı büyüyen ve gelişmekte olan ülkelerin emek yoğun ürün ve hizmet üretmedeki rekabet üstünlüğünü aniden ortadan kaldıracaktır. Firmalar bazında çeşitli sektörlerde yakalanacak verimlilik artışları ile ulusal seviyede rekabet gücü yakalanabilecektir. Bu sebeple dünyadaki gelişmiş ülkeler ile başlıca bilgi ve iletişim teknoloji şirketleri dördüncü sanayi devriminin gerektirdiği uygulamaları hızla geliştirmeye başlamıştır.

Sanayi 4.0 teknolojinin siber fiziksel sistemlere (SFS) geçişi ve nesnelerin interneti öncülüğündeki bir devrimdir. Akıllı fabrikalar, üç boyutlu baskı (3D Printing), yapay zekâ, nesnelerin interneti, büyük veri ve bulut sistemleri devrimin entegre sistemleridir. SFS, birbirleriyle internet üzerinden haberleşen nesnelerin oluşturduğu ağ ve gerçek dünyadaki nesnelerin bilgisayarda simülasyonu ile oluşturulan sanal ortamdan oluşmaktadır. Görevi sensörler ve yazılımlar yardımıyla fiziksel dünyayı sanal bilgi işlem dünyasıyla bağlamaktır. Bu sistem yeni devrimin bel kemiğidir ve evlerden makinelere, arabalara, tıbbi cihazlara kadar uyarlanabilmektedir. Akıllı fabrikalar, web tabanlı hizmetlerde kendi bulut depolama birimini kullanarak milyonlarca cihaz ve makineyi birbiriyle iletişime geçirebilmektedir. Akıllı fabrikalarda oluşan arızalar anında ve yerinde tespit edilebilmekte ve sistem tam kapasite ile sorunsuz çalışmaktadır (Ghafory, 2016). Nesnelerin interneti ise dijital ağa sahip olan pek çok elektronik eşyanın sanal kimlik kazanması ile çevreleriyle fiziksel ve sosyal iletişiminde olmalarıdır.

Yapay zekâ, nesnelerin interneti ile birbirine bağlanan elektronik eşyaların birbiriyle iletişimi sağlaması noktasında devreye girmektedir. Mevcut bilgilerden büyük veri sağlanmasında kullanılan yapay zekâ insan zekâsına özgü olan, düşünme, sorun çözme, iletişim kurma, çıkarım yapma ve karar verme gibi yüksek bilişsel fonksiyonları sergilemesi beklenen yapay bir işletim sistemidir (NTV Bilim, 2009).

Büyük veri, çok fazla bilginin bulunduğu günümüz dünyasında değişik kaynaklardan toplanan tüm verinin, anlamlı ve işlenebilir hale dönüştürülmüş biçimidir. McKinsey firmasının 2011 raporuna göre, büyük veri sadece firmalar açısından değil ulusal ekonomiler ve kamu sektörü için de önemli rol oynamaktadır. Büyük veri kullanımı sayesinde ABD’de sağlık harcamalarının %8 oranında azaltılabileceği ya da ortalama bir perakende firmasının faaliyet kâr marjını %60 oranında artırabileceği tahmin edilmektedir (Lohr, 2012). Büyük verinin yüksek veri depolama maliyetleri, bulut tabanlı çözümlerin ortaya çıkışı ile düşürülmüş böylece ticari veri tabanı olarak da kullanılmıştır. Bulut teknolojisi, sahip olunan tüm program ve verilerin sanal sunucu olan bulutta depolanması ve internete bağlı iken herhangi bir ortamdan cihazlar ile verilere ulaşımı sağlayan hizmetler bütünüdür.

Sanayi 4.0 ile birlikte gelen geniş ağ ve yüksek oranlı veri paylaşımı, firmaların siber güvenlik gereksinimini artıracaktır. Ürünlerin, verilerin ve fikri mülkiyetin yetkisiz ve kötü emelli kişilere karşı korunması için mutlaka siber güvenlik önlemleri alınmalı ve Endüstri 4.0’a uyum sağlamak amacıyla mevcut güvenlik sistemleri sürekli geliştirilmelidir. Son günlerde gerçekleştirilen 99 ülkeyi etkileyen küresel siber saldırı, siber güvenlik konusunun kritik önemini göstermektedir (Ünlü, 2017).

Eklemler imalat diye de adlandırılan 3D baskı, üç boyutlu dijital bir modelden tabaka üstüne tabaka basarak fiziksel bir nesne oluşturmaktadır. 3D yazıcılarla yapılan ürünler müşteriye göre çok kolay özelleştirilebilecektir. Gelecekte ise maliyet ve hız kısıtları aşılarak 3D baskı ile entegre elektronik parçalarla insan hücre ve organlarının bile üretilebileceği öngörülmektedir (Schwab, 2016: 25). Görüldüğü gibi dördüncü sanayi devriminde yeni teknolojik atılımlar çeşitli alanlarda iç içe geçmiştir.

4. Türkiye Ekonomisi Açısından Değerlendirmeler

Yeni devrimin getireceği fırsatlar ve tehditler dünya ekonomilerinin sıralamalarını değiştirecektir. Aşağıdaki tabloda Sanayi 4.0 sürecinin yaratacağı tehditler ve fırsatlar incelenmiştir.

Tablo: 1
Dördüncü Sanayi Devriminin Olası Etkileri

4.0'ın Entegre Sistemleri	Beklenen Fırsatlar	Beklenen Tehditler
Büyük Veri	Daha çabuk kararlar, maliyet tasarrufu, yeni iş alanları.	Verilere güven sorunu, hesap verebilirlik (algoritmaların sahibi kim), mahremiyet.
Akıllı Fabrika	Ademi merkezi üretim, verimlilik artışı, nitelikli iş gücünde istihdam artışı.	Enerji sistemi iflas ettiğinde çöküş riski, siber saldırılara artan hassasiyet, nezaret.
Nesnelerin İnterneti	Kaynak kullanımında verimlilik artışı ve şeffaflık, maliyet azalması, yeni işlerin yaratılması.	Kalifiye olmayan iş gücü için çalışma yeri kaybı, güvenlik tehditleri
Yapay Zekâ	Veri güdümlü kararlar (daha az önyargı), inovasyon, küçük işletme ve startup'lar için fırsatlar(daha düşük giriş engeli), Tıpta hastahıkların azaltılmasında ilerleme.	Siber suçlar/hacklenme, insanlık için varoluşsal tehdit, çalışma yeri kayıpları, çalışma yerlerinin otomasyon.
3D Yazıcılar	Ürün geliştiriminin hızlanması, baskı malzemeleri tedarik eden yeni bir sektör doğması, organ bağışlarındaki eksikliğin giderilmesi, düşük maliyetle kişiye özel üretim.	Organların basılmasının doğuracağı etik tartışmalar(ortaya çıkacak organların kalitesini kim garanti edecek),patentlerde uyarlanma mücadelesi, üretkenlikte değer kaynağı olarak fikri mülkiyetin öne çıkması.
Bulut Teknolojisi	Bellek kısıtlarının genişlemesi, iş operasyonlarında verimlilik.	Ebedi bellek (hiçbir şeyin silinmemesi), mahremiyet.
Siber Güvenlik	Fikri mülkiyet haklarının korunması, üretim hatlarının korunması.	Siber güvenlik önlemleri alınmazsa Sanayi 4.0 üzerinde yıkıcı etkiler doğacaktır.

Kaynak: Schwab, 2016: 131-181'den derlenerek tarafından hazırlanmıştır.

Dördüncü sanayi devriminin getireceği entegre sistemlerle Schumpeter'ın yıllar önce “yaratıcı yıkım” olarak tanımladığı yeni teknolojinin eski teknolojiyi kullanılamaz hale getirmesi süreci ile eski tip üretime dayanan sektörlerde işsizlik, yıkım, gelir dağılımında bozulma olacak ve yenilikçi olmayan ekonomilerin rekabet gücü azalacaktır (İktisadiyat, 2009). Türkiye'nin yaratıcı yıkım sürecini atlatabilmesi için istikrarlı adımlar atması gerekmektedir. Sanayi 4.0'ın tabloda yer alan temel uygulamalarının en fazla fırsat ve tehdit oluşturduğu imalat sanayi, Türkiye'de düşük ve orta-düşük teknoloji üretimde uzmanlaşmıştır. Bu noktada geleneksel ekonomi, yüksek teknoloji ve katma değer üreten bilgi ekonomisine dönüştürülmelidir. Yeni devrim Türkiye'nin düşük katma değerli üretim kısır döngüsünü kırmaya için önemli bir fırsattır. Bunun için Sanayi 4.0'ın entegre sistemleri Türkiye ekonomisine uyarlanmalıdır.

Türkiye ekonomisinin toplam ihracatının %93’ü imalat sanayinden oluşmaktadır. İhracatın içinde yüksek teknolojlili ürün grubunun payı %3’tür³ (Kabaklarlı, 2016). Bu pay gelişmiş ülkelerdekenden oldukça düşüktür⁴ (Kabaklarlı, 2016). Önceki sanayi devrimlerinde öncü ülke olma fırsatını kaçıran Türkiye yeni devrimi yüksek teknolojlili ürün üretimini artırarak yakalayabilirse tüketici konumundan üretici konumuna geçebilecektir. Katma değeri artırıcı uygulamalar için nihai ürün ihracatında kullanılan ara malı ve hammadde üretiminin artırılması ve üretimde ithal girdi kullanımını azaltacak önlemler alınması gerekmektedir. Türkiye’de yabancı sermayeli firmaların akıllı fabrika atakları değerlendirildiğinde yüksek teknolojlili ürün payının ihracatta artırabilmesi için doğrudan yabancı sermaye yatırımlarının öneminin büyük olduğu görülmektedir. (Savaşan aktaran Kabaklarlı, 2016: 43). Yine teknolojinin finansmanına bakıldığında Ar-Ge harcamalarının yarısı (%50,9) özel sektör tarafından yapılmaktadır (TÜİK, 2015). Bu nedenle devlet özel sektöre Ar-Ge maliyetleri için gelir ve kurumlar vergisi muafiyeti ya da kira yardımı gibi teşvikler vermelidir.

2016 Global inovasyon sıralamasında 128 ülke içinde 28. sırada yer alan Türkiye’nin küresel endekste üst sıralara çıkabilmek için eğitimde yapısal değişikliklere gitmesi gereklidir (TİM, 2016). Yeni devrimin işgücü piyasasına etkilerine bakılırsa pek çok iş alanının dijitalleşmesi, istihdamın vasıfsız iş gücü ve mavi yakalılardan ileri teknoloji kullanım becerisine sahip vasıflı iş gücüne kayacağını göstermektedir. Bu durumda gelecekte artacak nitelikli iş gücü talebinin karşılanabilmesi için mevcut eğitim sisteminin dönüştürülmesi gereklidir. Bu bağlamda Türkiye’de ilk ve ortaokullarda ‘kod yazıcılığı’ derslerinin müfredata eklenmesi yönünde çalışmalar yapılmaktadır. Bu sayede bilişimsel düşünmenin geliştirilmesi ve bilişim sektöründe çalışacak nitelikli insan kaynağına yatırım yapılması amaçlanmaktadır.

Günümüzde Türkiye’nin rekabet gücü düşük iş gücü maliyetlerine ve coğrafi konuma dayanmaktadır; ancak yeni devrimle rekabet gücü göstergeleri hızla değişmektedir. Sanayi 4.0 dönüşümünün başarılı entegrasyonu ile büyüme, yatırım ve istihdamda %4 ila 7 verimlilik artışı beklenmektedir (TÜSİAD, 2016). 2011-2014 dönemini içeren Sanayi Stratejisi Belgesinde amaç madde olarak “Avrasya’nın yüksek teknolojlili ürünlerde Türkiye’nin üretim üssü olması” açıklanmıştır. Türkiye bu fırsatları değerlendirip know-how, altyapı, üretim kapasitesi avantajıyla birleştirerek Avrasya ekonomilerinin üreticisi konumuna yükselbilecektir.

³ Bazı seçilmiş ülkelerin yüksek teknolojlili ürün ihracatının payı şöyledir: Çin %25 Almanya %17 ABD %19 (Dünya Bankası, 2015).

⁴ Türkiye’nin imalat sanayi ihracatında teknoloji yoğunluğu şöyledir: Yüksek: 3.6 Düşük:35 Orta Yüksek 31.8 Orta Düşük 29.5 (TÜİK, 2015).

5. Sonuç

Bundan önceki üç sanayi devrimine ait teknolojileri tüketen konumunda olan Türkiye Ekonomisinin dördüncü sanayi devrimini kaçırmaması için reel sektör, akademi ve devlet işbirliği ile istikrarlı stratejiler oluşturulmalıdır. Yeni devrimin potansiyelinin etkin gerçekleşmesi tüm sektörlerde liderlerin değişim anlayışına bağlıdır. Türkiye’de yapısal değişimin gerçekleşmesi için özgür akıl ortamının sağlanması ve yurt dışına verilen beyin göçünün önüne geçilecek politikaların gerçekleştirilmesi gerekmektedir. Bu bağlamda Sanayi 4.0 için en temel nokta eğitim anlayışının değişmesidir. Beşeri sermayenin niteliğini karşılaştırmada ölçüt olan PISA endeksinin 2012 sonuçlarına göre Türkiye OECD ülkeleri arasında sondan 3.sırada yer almaktadır. Çin, Güney Kore, Japonya gibi Uzak Doğu Asya ülkeleri ilk beşte yer almaktadır. Bu durum ileri teknoloji üretim ve ihracata dayalı kalkınmada eğitimin önemini göstermektedir.

Sanayi 4.0’ın ihtiyaç duyduğu yüksek eğitilmiş iş gücünün yetiştirilmesi için eğitimin son sanayi devrimine uyumu yolunda, Çin ve Almanya ile stratejik ortaklıklar kurularak Almanya- Çin mesleki eğitim ve staj işbirliğine Türkiye de dâhil edilmelidir.

Türkiye’de Sanayi 4.0 için gerekli çalışmalar başlamıştır. Almanya’nın başlattığı süreci yalnızca 4 yıl geriden gelerek takip etmeye başlayan Türkiye bu yarışta fırsatları kendi lehine çevirmelidir. Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı’nın ileri teknoloji üzerine çalışmaları devam etmektedir. Bu noktada Ar-Ge harcamalarına ayrılan payın artırılması hedeflenmeli ve gelişmiş ülkelerin niceliksel ve niteliksel olarak çok altında olan patent başvuruları artırılmalıdır.

Türkiye; genç, büyüyen ve teknolojiyi içselleştirmiş iş gücü yapısı ile küresel ekonomideki rolünü yeni gelen devrimle değiştirme fırsatını kaçırmamalıdır. Sanayi 4.0 Yol Haritası’nın kısa sürede belirlenerek atılımların hızlandırılması ve yeni sanayi devriminin yakalanması gerekmektedir.

Kaynaklar

- Aydın, N. (2016), *Moore Yasası ve Geleceği*, <<http://www.endustri40.com/moore-yasasi-ve-gelecegi/>>, 07.05.2017.
- Capital (2013), *Kendi Kendini Organize Edebilen Fabrikaların Temelini Atmak*, <<http://www.capital.com.tr/gelecek-trendler/kendi-kendini-organize-ede-bilen-fabrikalarin-temelini-atmak-haberdetay-10268>>, 08.05.2017.
- EBSO (2015), *Sanayi 4.0 Uyum Sağlamayan Kaybedecek*, <http://www.inovasyon.org/pdf/EBSO.Sanayi4.0_Raporu.Ekim.2015.pdf>, 01.05.2017.
- Ghafory, I. (2016), *Siber Fiziksel Sistemler*, <<http://www.Endustri40.Com/Siber-Fiziksel-sistemler/>>, 04.05.2017.
- İktisadiyat (2009), *Schumpeter, Yenilik ve Yaratıcı Yıkım*, <<http://www.iktisadiyat.com/2009/03/18/schumpeter-yenilik->>, 01.05.2017.
- Kabaklarlı, E. (2016), *Endüstri 4.0 ve Dijital Ekonomi; Dünya ve Türkiye Ekonomisi İçin Fırsatlar, Etkiler ve Tehditler*, 1. Basım, Nobel Bilimsel Eserler, Ankara.

- Lohr, S. (2012), *The Age of Big Data*, <<http://www.Nytimes.com/2012/02/12/Sunday- review/big-datas-impact-in-the-world.html>>,04.05.2017.
- MTSO Mersin Ticaret ve Sanayi Odası (2017), <<http://www.mtso.org.tr/tr/haberler/turkiye-avrasya-nin-endustri-4-0-merkezi-olabilir>>, 04.05.2017.
- More, C. (2002), *Understanding the Industrial Revolution*, Routledge, İngiltere.
- NTV Bilim (2009), “Yapay Zekâ”, *NTV Bilim Dergisi*, 1(2009).
- Schwab, K. (2016), *Dördüncü Sanayi Devrimi*, Çev. Z. Dicleli, Optimist Yayınları, İstanbul.
- TÜBİTAK (2017), *Yeni Sanayi Devrimi Akıllı Üretim Sistemleri Teknoloji Yol Haritası*, <http://www.tubitak.gov.tr/sites/default/files/akilli_uretim_sistemleri_tyh_v2-03ocak2017.pdf>, 03.01.2017.
- TÜSİAD (2016), *Türkiye'nin Küresel Rekabetçiliği için Bir Gereklik Olarak Sanayi 4.0: Gelişmekte Olan Ekonomi Perspektifi*, Yayın no: TÜSİAD-T/2016-03/576.
- TÜİK (2016), “Araştırma-Geliştirme Faaliyetleri Araştırması”, *Haber Bülteni*, 21782, <<http://www.tuik.gov.tr/PreHaberBultenleri.do?id=21782>>, 04.05.2017.
- TİM (2016) *Küresel İnovasyon Endeksi 2016 Verileri Açıklandı*, <<http://www.tim.org.tr/tr/basin-odasi-timden-haberler-kuresel-inovasyon-endeksi-2016-verileri-aciklandi.html>>, 04.05.2017.
- Ünlü, M. (2017), *Küresel siber saldırıdan 75 binden fazla bilgisayar etkilendi*, Anadolu Ajansı, <<http://aa.com.tr/tr/dunya/kuresel-siber-saldiridan-75-binden-fazla- bilgisayar-etkilendi/817859>>, 04.05.2017.
- Ziewitz, M. & I. Brown (2013), *Research Handbook on Governance of the Internet*, Edward Elgar Publishing.

Genç, S. (2018), "Sanayi 4.0 Yolunda Türkiye",
Sosyoekonomi, Vol. 26(36), 235-243.