



Marmara Sosyal Araştırmalar Dergisi

The Journal of Marmara Social Research

Sayı 11, Haziran 2017

TEKNOLOJİYE DAYALI SANAYİLEŞME: SANAYİ 4.0 VE TÜRKİYE ÜZERİNE DÜŐÜNCELER

Prof. Dr. Alkan Soyak¹

Özet

Çalışmada sanayileşmenin çeşitli aşamalarında teknolojinin niteliğinde yaşanan dönüşümlerden hareketle Sanayi 4.0'a kadar gelen sürecin temel özellikleri ortaya konacak ve Türkiye'nin bu devrimler açısından yeri tespit edilip, Sanayi 4.0 konusu üzerine yoğunlaşılacaktır. Sanayi 4.0'ın çıkış ülkesi olarak kabul edilen Almanya örneği üzerinde durulup, buradan süzülen tespitler ışığında ve yenilikçi teknolojiler geliştirebilme yeteneği açısından Türkiye'nin Sanayi 4.0'ı yakalama potansiyeli araştırılacaktır. Bu aşamada özellikle özel sektörün Sanayi 4.0 ile ilintili yenilikçi teknolojik gelişmelere bakışı ve dijitalleşme konusundaki tutumu sorgulanacak ve daha da önemlisi özel sektörle eşgüdüm içinde çalışması gereken devletin, bilim, teknoloji ve sanayi politikaları açısından nasıl bir anlayış değişimine ihtiyacı olduğuna dair önerilerle çalışma sonlandırılacaktır.

Anahtar Kelimeler: Ekonomik Kalkınma, Sanayileşme, Sanayi 4.0, Teknolojik Yenilikler, Bilim- Teknoloji-Sanayi Politikaları, Türkiye

JEL Kodları: O1, O14, O2, O25, O3, O31,O32, O38

TECHNOLOGY BASED INDUSTRIALIZATION: INDUSTRY 4.0 AND THOUGHTS ON TURKEY

Abstract

In this study, the main characteristics of the process up to Industry 4.0 will be explained with the help of technological transformations that happened in the various stages of the industrialization. Turkey's position will be determined in terms of these revolutions and finally the topic of Industry 4.0 will be focused. The example of Germany considered as the founder of Industry 4.0, will be examined and with the help of outcomes from that example, the potential of Turkey to catch Industry 4.0 trend will be researched especially in terms of the ability to develop innovative technologies. At this stage, especially the view of the private sector about innovative technological developments related Industry 4.0 and the attitude of digitalization will be questioned. And more importantly, the study will be ended with suggestions on how the state that should work in coordination with the private sector needs to change the understanding of science, technology and industrial policies.

Keywords: Economic Development, Industrialization, Industry 4.0, Technological Developments, Science-Technology-Industry Policies, Turkey

JEL Codes: O1, O14, O2, O25, O3, O31,O32, O38

¹ Marmara Üniversitesi, İktisat Fakültesi, asoyak@marmara.edu.tr

Giriş

Son yılların sanayileşme ve sanayi politikaları tartişmalarında Sanayi 4.0'ın için içine katılmadığı bir platforma rastlamak imkansız gibidir. En genel görüntüsü itibariyle otomasyon ve internet/bilişim teknolojilerinin birleşmesiyle filizlenen bu sürecin ne kadar yeni olduğu, birçok çalışmada iddia edildiği gibi çıkış olarak tek başına Almanya kökenli mi olduğu gibi tartişmalar bir kenara, Türkiye'nin bu süreçte uluslararası endüstriyel değer zincirine hangi yapısıyla ekleneceği önemli bir araştırma konusudur.

Türkiye'nin Sanayi 4.0 dönemine uyum sürecinde ne gibi kurumsal ve yapısal sıkıntıları çözmesi gerektiği önümüzdeki günlerin en önemli sorularındandır. Bu soruyu yanıtlayabilme adına çalışmanın birinci bölümünde sanayileşmenin çeşitli aşamalarında teknolojinin niteliğinde yaşanan dönüşümlerden hareketle sanayileşme teknoloji ilişkisi üzerinde durulacaktır. İkinci bölümde, teknoloji temelli sanayileşmenin tarihsel olarak hangi aşamalardan geçtiği ve bu aşamaların özellikleri ele alınacaktır. Böylelikle Sanayi 4.0'a kadar gelen diğer devrimlerin temel özellikleri ortaya konacaktır. Türkiye'nin bu devrimler açısından yeri tespit edildikten sonra Sanayi 4.0 konusu üzerine yoğunlaşılacaktır. Sanayi 4.0'ın yaratıcısı olarak kabul edilen Almanya rneği üzerinde durulup, buradan süzülen tespitler işığında ve yenilikçi teknolojiler geliştirebilme yeteneği açısından Türkiye'nin Sanayi 4.0'ı yakalama potansiyeli belirlenecektir. Bu aşamada özel sektörün Sanayi 4.0 ile ilintili yenilikçi teknolojik gelişmelere bakışı ve dijitalleşme konusundaki tutumu sorgulanacaktır. Çalışmanın sonunda başarılı ülke deneyimlerinde olduğu gibi Türkiye'de de özel sektörle eşgüdüm içinde çalışması gereken devletin, bilim, teknoloji ve sanayi politikaları açısından nasıl bir anlayış değişimine ihtiyaı olduğuna dair önerilerde bulunulacaktır.

1. Sanayileşme ve Teknoloji İlişkisi zerine

Sanayi devriminden bu yana sanayileşme süreci bir çok ülkenin iktisadi gelişiminde merkezi bir konuma oturmuştur. En basit anlamıyla sanayileşme, manufaktur malların üretiminde insan emeğinin yerine makinelerin geçmesidir. Bu süreç, ev tipi üretimden fabrika üretimine doğru bir geçişi uyarmanın yanı sıra ekonomik yapının tarımdan sanayiye doğru kaymasına da sebep olmuştur. Bu bağlamda sanayileşme, ekonomik faaliyetler içinde genelde sanayiinin özelde ise imalat sanayiinin payının artması anlamına gelmektedir (Kumar, 2002).

Gerçekte sanayileşme; *lke, sanayi ve firma* olmak üzere üç düzeyde ele alınabilir. Sanayi düzeyinde konuya yoğunlaştığımızda, sanayileşmenin çeşitli aşamalarında imalat sanayiinde

yaşanan yapısal değişimin bir takım göstergeleri söz konusudur: İlk aşama emek-yoğun, düşük teknolojili faaliyetler ve hammaddelerin işlenmesi ile başlar. Karşılaştırmalı üstünlükler genel olarak zengin doğal kaynaklar ve ucuz emek gibi statik kaynaklara dayalıdır. Sanayileşmenin daha sermaye ve nitelik-yoğun faaliyetleri içerecek şekilde gelişmesiyle sanayi sektöründe teknolojik olarak olgunlaşma sağlanır. İlksel ürünlerden daha yüksek imalat düzeyine doğru emek ve sermayenin yeniden dağılımı gerçekeşir. İşbölümündeki artış, ara malların daha fazla kullanımı ve uzmanlaşmanın giderek artması sonuçlarını ortaya çıkarır. Bu dinamik kaymalar ürün ve süreç teknolojilerinin her ikisindeki değişikliklere yansır. Bu aşama boyunca karşılaştırmalı üstünlükler, sürdürülebilir yatırım ve teknolojinin elde edilmesi, asimilasyonu, uyarlanması yani öğrenme yetenekleri gibi dinamik kaynaklara bağlıdır. Sanayileşmenin ileri aşamasında daha yüksek yatırım düzeyi, teknoloji, yönetim yetenekleri ve koordinasyon gerektiren teknoloji ve bilgi-yoğun faaliyetler yüklenilir. Bu aşamada karşılaştırmalı üstünlüğün kaynağı geliştirme ve yenilenme yeteneğine dayanır. Bu yapısal kaymalar fiziki ve beşeri sermayenin birikimi boyunca oluşan yeni bölgeler kadar yeni sanayi sektörlerinin kurulması, üretim teknolojisi, istihdam, ithalat, ihracat, talebin kompozisyonu ve hacmindeki değişikliklerde yansımaları bulur (Kumar, 2002).

Sanayileşmeyi teknolojik temelli olarak tanımladığımızda, teknolojinin ne anlama geldiğini de ortaya koymak gerekir. Teknoloji, makine gibi fiziksel varlıkların yanısıra marka ve patentleri de içine alan, teknik ve ticari anlamda bilginin yanı sıra organizasyonel bilgi ve yüksek düzeyde nitelikli emeği de içeren bir kavram durumundadır (Kalirajan, 1987: 65). Teknolojik gelişme tüm bu unsurların gelişmesi, ilerlemesi anlamına gelir. Sonuç olarak teknoloji-yoğun üretim faaliyetleriyle emek-yoğun üretim faaliyetlerinin sürekli yer değiştirdiği bir süreç olarak sanayileşme, katma değeri yüksek daha sofistike ürünlere yol açmaktadır. **Süreklilik unsuru olduğundan ve nedensellik ilişkisi içerdigiinden sanayileşme bir süreçtir.** Politik istikrarsızlık, savaş kitlesel hastalık ve deprem gibi nedenlerle bu süreç kesintiye uğrayabildiği gibi yanlış yönlendiren politika formülasyonları bu süreci olumsuz etkileyebilir (Kumar, 2002).

Deneyimler sanayileşme sürecinin (ve elbette teknolojik gelişmenin) devlet politikaları gibi dışsal müdahalelerle etkilenebileceğini göstermektedir². Tam da bu aşamada *sanayi*

² Bu konuda özellikle dört Doğu Asya Kaplanının (G. Kore, Singapur, Tayvan ve H.Kong) sanayileşme süreçlerinde hükümet politikaları ve yabancı sermayeye açıklık gibi kriterlerin etkisinin tartışıldığı bir çalışma için bkz: A. Soyak, "Doğu Asya'da Teknolojik Yetenek ve Sınai Derinleşme: Gelişmekte Olan Ülkeler İçin

politikasını, serbest piyasa koşullarının gerekleştirebildiğinin ötesinde, sınıai gelişmeyi teşvik etmeye yönelik hükümet politikaları olarak tanımlamak mümkündür (Lall, 1994:65).

Taymaz'ın da belirttiği gibi (...) “*Bir ülkedeki sanayi yapısı bir anlamda o ülkedeki Ar-Ge faaliyetlerinin niteliğini de belirleyecektir. Örneğin Türkiye’de Ar-Ge faaliyetlerinin fazla yaygın olmadığını, milli gelirde binde beş paya sahip olduğumuzu söylüyoruz; fakat bu çok şaşılacak bir durum değil. Sanayiinin tekstil ve gıda gibi sanayilere dayandığı bir durumda, elbette ki Ar-Ge’nin fazla yapılmasını bekleyemeyiz. Bu bağlamda teknolojik değişme faaliyetlerinin yaygınlaşmasını istiyorsak, sanayinin yapısının da değişmesini istemek zorundayız. Teknoloji politikası, sanayi politikasının bir parçasıdır, sanayi politikası olmadan teknoloji politikası olmaz. Sanayileşme hedefi yoksa teknolojik değişimi sağlamak pek mümkün değil gibidir* (Taymaz, 1996: 125).”

Bu açıdan bakıldığında, sanayi devrimlerini ve sanayileşme sürecini ele alırken, bu sürece içkin teknolojik devrimlerin ve yeni teknolojik paradigmalardan rolünü ortaya koymamız kaçınılmazdır. Ancak böylesi bir bakış açısıyla Sanayi 4.0 ağında bu aşamayı yakalamaya yönelik *sanayi ve teknoloji politikası tasarımlarının* içeriini anlamlı bir şekilde doldurmak mümkün olacaktır.

2. Teknoloji Temelli Sanayileşme ve Sanayi 4.0

2.1 İlk Üç Sanayi Devrimi ve Teknolojinin Niteliği

Bhagavan’dan hareketle tarihsel bir kategori olarak teknolojiyi dört yaygın tip içerisinde sınıflandırabilmek mümkündür; *basit (geleneksel) teknoloji, erken-modern teknoloji, standart-modern teknoloji ve yüksek-modern teknoloji* (Bhagavan, 1990: 19). Son üç tip teknoloji, Batının birinci (1760-1860), ikinci (1860-1960) ve üçüncü (1960 ve sonrası) sınıai-teknolojik devrimleri sürecinde geliştirilmiş ve yoğun bir şekilde kullanılmış teknolojilerdir. Buhar gücünün girişi (1760), elektrik gücü (1860), transistör ve mikroişlemciler (1960) bu dönüşümlerin öncüleridir. Basit teknoloji ise diğer üç sınıai-teknolojik devrimin herhangi birisi tarafından etkisiz kılınmış olan teknolojileri temsil etmektedir. Son üç modern teknoloji tipi beş göstergeyle karakterize edilmektedir. *Otomasyon, bilim-bağlantısı, araştırma-yoğunluğu, baskın nitelikler ve temel motive edici güc.* Bu beş tip göstergeden hareketle gelişmiş kapitalist ülkelerdeki sınıai teknolojik devrimlerin karakteristikleri bir tabloda ortaya

Sanayi Politikası Sonuçları”, MÜ, İİBF Dergisi (Prof. Dr. Halil NADAROĞLU’na Armağan Sayı), Sayı.1, Cilt.XIV, 1998, ss.355-376.

konmuştur (Bhagavan, 1990: 19-23). Bhagavan'ın 1990'ların başında yapmış olduğu ve Tablo.1'de özetlenen bu sınıflandırmaya günümüzde *yüksek modern teknoloji dnaminde* gerçekleştiği iddia edilen 4. Sanayi devrimini de ilave etmek mümkündür.

Aslında Bhagavan'ın tablosu sınai ve teknolojik devrimlerin temel özelliklerini, temel motive edici gleri, baskın nitelik ve yenilikleri, nc sektör ve ülkeleri vermenin ötesinde, Türkiye gibi geç sanayileşen ülkelerin hangi sanayi paradigması içinde yer aldığına yönelik de çıkarımlar sağlamamıza yardımcı olmaktadır. Bu açıdan bakıldığında Türkiye sanayisinin (Bhagavan'ın tablosunda da belirtilen) sanayi ve teknolojik devrimler arasındaki konumunu belirlemek ve bu bağlamda üretilmesi gereken politikaları ortaya koymak amacıyla, TBTAK'ın 2016 yılında 1000 özel sektör kuruluşuyla yapmış olduğu çalışma fikir vermektedir. Bu çalışmaya göre Türk sanayi dijital olgunluk seviyesi açısından, İkinci ile nc Devrim yani “Sanayi 2.0 ile Sanayi 3.0” arasında bir yerdedir (TBTAK, 2017 ve Yılmaz, 2017). Kişisel fikrimize göre ise özellikle otomasyon, bilimle bağlantı ve araştırma yoğunluğu derecesi, baskın nitelik ve yenilikler, temel motive edici g ve nc sektörler açısından Türk sanayiinin “nc Devrimle” uzaktan yakından bir ilişkisinin olmadığının altını çizmek gerekir. Bu konuda şimdiye kadar yaptığımız çalışmalar ve ilgili tespitler işığında, en iyimser bakış açısıyla Türk sanayiinin “*Standart Modern Teknolojiye*” dayalı “*İkinci Devrim*” yani “*Sanayi 2.0*” düzeyinde olduğunu söylememiz mümkündür. Meselenin bu şekilde fotoğrafını çektiğimizde, Türkiye'nin aslında Sanayi 2.0'dan Sanayi 4.0'a sışraması gibi neredeyse imkansız bir amaçla karşı karşıya olduğunu da görmüş oluruz

Tablo.1 Gelişmiş Kapitalist Ülkelerdeki Teknolojik Devrimlerin Özellikleri

DÖNEM	Sınai- teknolojik devrimin ve teknolojinin ismi	Otomasyon Derecesi	Bilimle bağlantı Derecesi	Araştırma yoğunluğu Derecesi	Baskın Nitelikler ve Yenilikler	Temel Motive Edici Güç	Öncü Sektörler ve Ülkeler
1760-1860	.İlk devrim .Erken- Modern Teknoloji	Düşük	Düşük	Neredeyse sıfır	.Sanat, zanaat .Usta zanaatkar .Yaratıcı makine işçisi .Bireysel Mühendis	Buhar	.Tekstil ve Demir- çelik .İngiltere
1860-1960	.İkinci Devrim .Standart- Modern Teknoloji	Vasatın üstü	Vasatın üstü	Vasatın üstü	.Mühendis ve bilimadamı .Ar-Ge departmanı	.Buhar .Elektrik .Petrol	.Çelik, Demiryolu donanımı, Otomobil, Kimya, Elektrik donanımı, Sentetik ve Tekstil. .Almanya, ABD, Fransa, İngiltere
1960 Sonrası	.Üçüncü Devrim .Yüksek- modern teknoloji	Çok yüksek	Çok yüksek	Çok yüksek	.Bilimadamı .Tasarım Mühendisi .Sistem Mühendisi .Sistem Uzmanı .Ar-Ge Departmanı	.Petrol .Elektrik .Nükleer reaktör	.Telekom, Uçak teknolojisi, Bilgisayar, Mikroelektronik Enformatik, Bio-teknoloji, Yeni metaller (fiber optik gibi) .Japonya ve ABD

Kaynak: Bhagavan, 1990, s.22.

2.2 Sanayi 4.0’da Teknolojik Yenilikler ve Sosyoekonomik Etkileri

Birçok gözlemci 2000’li yılların başından itibaren Avrupa’nın dördüncü türden sıçrama olarak kabul edilen ve Sanayi 4.0 olarak isimlendirilen yeni bir sanayi devriminin eşiğinde olduğuna inanmaktadır. Sensörlerin her yerde kullanılması, kablosuz iletişim ve ağların genişlemesi, artan akıllı robotlar ve makinelerin dağıtımının yanı sıra 'büyük verilerin' analitik gelişimi ve düşük maliyetle işlem gücünün artması, Avrupa için üretimin yeni ürünlere dönüştürülme potansiyeli sunmaktadır (European Parliament, 2015:1).

Özellikle Almanya’da öncülleri görülmeye başlayan 4. Sanayi devrimi, 2011 yılında ilk defa Hannover Sanayi Fuarı’nda sergilenmiş; Alman hükümeti tarafından desteklenmiştir. Daha önceki üç sanayi devrimiyle karşılaştırıldığında, 4. Sanayi devriminin “*Nesnelerin İnterneti*” olarak Türkçeleştirilen bir teknolojik temele dayanması ve akıllı fabrikalar/üretimi amaçlaması söz konusudur. Sanayi 4.0 özünde, modüler akıllı fabrikalarda fiziksel işlemlerin siber-fiziksel sistemler ile izlenip; nesnelerin birbirleriyle ve insanlarla iletişime geçerek adem-i merkeziyetçi kararların verilmesi hedefine odaklanmaktadır. Bilişim ve internet yapısının üretim süreçlerine entegrasyonu ve süreçler arası ağ etkileşimiyle karakterize edilen Sanayi 4.0’da, internet ve bilgisayara entegre makineler fabrikaları yönetmektedir. Bu yeni sistemle birlikte gündeme gelen dönem, birçok çalışmada “*Akıllı Fabrika Dönemi*” ya da “*Akıllı Üretim Dönemi*” olarak da anılmaktadır (TOBB, 2016: 17-20).

2.2.1 Sanayi 4.0’da Yenilikçi Teknolojik Gelişmeler

Sanayi 4.0 çok büyük ölçüde bir dizi yenilikçi teknolojik gelişmeye bağlıdır (European Parliament, 2015: 2-5):

-Enformasyon-komünikasyon teknolojileri (EKT) uygulamalarını (lojistik ve değitim zincirlerini de içerecek şekilde) hem firma içinde, hem de firmalar arasında ürünün yaratılması ve kullanılmasına ilişkin tüm aşamalardaki sistemlere entegre etmek ve dijital ortama aktarmak.

-Siber-fiziksel sistemleri fiziki üretim süreçleri ve sistemleri izlemek ve kontrol etmek için kullanmak. Bu sistemler gömülü sensörleri, bir ürünü acilen üretebilmek için kendi kendini yapılandırabilen akıllı robotları ya da üç boyutlu yazıcılardan oluşan *eklemeli üretimi* içerebilir.

-Şebeke komünikasyonu hem fabrikanın kendisinde, hem de tedarikçi ve dağıtıcılarındaki makineleri, iş ürünleri ve sistemleri birbirine bağlayan kablosuz erişim ve internet teknolojilerini içermektedir.

-Üretim süreçlerinin kurulması ve ürünlerin tasarımında simülasyon, modelleme ve sanallaştırma.

-Anında fabrika düzeyinde işlenmesi ya da bulut bilişim ve büyük veri analizinde değerlendirilmesi için çok büyük miktarlarda verinin toplanması, analiz edilmesi ve kullanılması.

-Robotlar, zenginleştirilmiş gerçeklik ve akıllı araçlar da dahil olmak üzere, işçiler için daha yüksek EKT desteği.

Bu yeni dijital sanayi devrimi, üretimde esnekliğin ve hızın artmasını, kitlesel özelleştirmeyi (mass customization), daha kaliteli ürünler üretmeyi ve yüksek verimliliği vaat etmektedir. Buna karşın ilgili ekonomik etkileri yakalayabilmek için firmaların küresel bir değer zinciri boyunca veri akım entegrasyonu sağlamalarının yanı sıra ekipman, EKT ve veri analizine yatırım yapmaları kaçınılmazdır. Bu aynı zamanda “*dijitalleşmeye yatırım*” anlamına gelmektedir.

2.2.2 Sanayi 4.0’ın Potansiyel Sosyoekonomik Etkileri: Almanya Örneği³

Sanayi 4.0’ın sayısal olarak dünya çapında potansiyel etkisini anlayabilmek için Alman imalat sanayi üzerinden özellikle dört alanda getireceği faydaları gözler önüne sermek yararlı olabilir:

-Verimlilik: Sanayi 4.0 önümüzdeki 5-10 yıl boyunca çok daha fazla firma tarafından benimsenecek ve tüm Alman imalat sanayiinde verimliliği 90-150 milyar avro civarında artıracaktır. Hammadde maliyetleri hariç tutulduğunda dönüşüm maliyetleri üzerindeki verimlilik iyileştirmeleri %15-25 aralığı arasında değişecektir. Hammadde maliyetleri hesaba katıldığında bu oran %5-8 arasında olacaktır. Bu iyileştirmeler sanayilere göre farklılık gösterecektir. Örneğin, endüstriyel bileşenler üreticileri % 20-30 oranıyla en yüksek

³ Bu konudaki bilgiler için büyük ölçüde şu kaynaktan yararlanılmıştır: The Boston Consulting Group, **Industry 4.0: The Future of Productivity and Growth in Manufacturing Industries**, https://www.bcgperspectives.com/content/articles/engineered_products_project_business_industry_40_future_productivity_growth_manufacturing_industries/?chapter=3 Erişim Tarihi: 20.04.2017

verimlilik iyileştirmesi gerçekleştirecek sektör olarak öne çıkarken, otomotiv Őirketlerinde %10-20'lik bir artış beklenmektedir

-Gelir artışı: Sanayi 4.0 gelir artışını da yönlendirecektir. Üreticilerin daha fazla ekipman ve yeni veri uygulama talepleri ve giderek daha fazla özelleştirilmiş ürünler için tüketicisi talebi, yılda yaklaşık 30 milyar avro veya Almanya GSYİH'sının yaklaşık yüzde 1'lik bir kısmı kadar ek gelir artışı sağlayacaktır.

-İstihdam: Yapılan analizler Almanya'da önümüzdeki 10 yıl boyunca Sanayi 4.0 ile gerçekleşecek büyümenin istihdamda %6 düzeyinde bir artışa yol aacağına işaret etmektedir. Özellikle makina sanayiinde bu oran %10'ları bulabilecektir. Bununla birlikte farklı becerileri olan işgücüne ihtiyaç artacak; kısa vadede yaşanan otomasyon eğilimi, düşük nitelikli işçilerin yerini alacaktır. Aynı zamanda yazılım kullanımında ve bağlantılılıktaki artış yazılım geliştirme ve yazılım becerileri bulunan mekatronik⁴ uzmanları gibi EKT'deki yetkinliklere sahip çalışanlara olan talebi artıracaktır. Bu yetkinlik dönüşümü, Sanayi 4.0'ın başlıca zorluklarından biri olarak kabul edilmektedir

-Yatırım: Üretim süreçlerini Sanayi 4.0 ile uyumlu hale getirmek için Alman üreticilerinin önümüzdeki 10 yıl boyunca -gelirlerinin yaklaşık % 1 ila 1.5 kadarına tekabül eden- 250 milyar avro yatırım yapmaları gerektiğine ilişkin tahminler yapılmaktadır. Bu bağlamda Sanayi 4.0 retim (imalat) sistemleri tedarik eden firmalar kadar üreticiler ve işgücü piyasaları üzerinde de doğrudan etkilere sahip olacaktır.

İlk önce **reticiler** açısından bakıldığında bir sonraki üretim dalgası, tasarımdan satış sonrası hizmete kadar üreticilerin tüm değer zincirini etkileyecektir:

- Değer zinciri boyunca üretim süreçleri, entegre olmuş EKT sistemleri vasıtasıyla optimize edilecektir. Sonuç olarak, günümüzün yalıtımlı üretim hücreleri tam otomatikleştirilmiş entegre üretim hatlarıyla değiştirilecektir.
- rnler, retim süreçleri ve üretim otomasyonu neredeyse tek bir entegre süreçte ve üreticiler ile tedarikçiler arasındaki işbirliği vasıtasıyla tasarlanacak ve işletmeye alınacaktır. Böylelikle fiziksel prototipler minimuma indirgenmiş olacaktır.

⁴ Mekatronik, oklu mühendislik disiplinlerinden oluşan bir mühendislik alanıdır.

- Üretim süreçlerinin esnekliği artacak ve küçük parti ölçeklerinin ekonomik olarak üretilmesine izin verecektir. Birbirleriyle iletişim kuran ve belirli özerk kararlar alabilen robotlar, akıllı makinalar ve akıllı ürünler bu esnekliği sağlayacak olan unsurlardır.
- Üretim süreçleri, örneğin bitmemiş ürünün belli özelliklerini hissettiklerinde kendi parametrelerini ayarlayacak olan ekipman parçaları öğrenmek ve kendi kendini optimize etmek yoluyla geliştirilecektir.
- Özerk araçlar ve robotlar kullanmak suretiyle otomatik lojistik, üretim ihtiyaçlarını otomatik olarak düzenleyecektir..

Sanayi 4.0 bugün olduğundan çok daha fazla müşteri ihtiyaçlarına hızlı yanıt vermeyi mümkün kılacak; üretim sürecinin esnekliğini, hızını, verimliliğini ve kalitesini geliştirecektir. Ayrıca yeni iş modelleri, üretim süreçleri ve diğer yenilikleri benimsemenin temelini atacaktır. Böylece daha fazla sanayi üreticisinin sunduğu hizmetleri geliştirmek ve özelleştirmek için Sanayi 4.0 teknolojilerine yatırım yapılmasıyla birlikte, yeni bir seviyede kitlesel özelleştirme sağlanacaktır.

İmalat-Sistem Tedarikçileri açısından olaya baktığımızda ise, üreticilerin Sanayi 4.0'la birlikte fabrikaların da daha fazla bağlanabilirlik ve etkileşim gerektiren makine ve sistem talepleri, imalat sistemi tedarikçileri için ürünlerinde EKT'nin rolünü genişletme zorunluluğu doğuracaktır. Değişiklikler muhtemelen, bulutta ve gömülü aygıtlarda dağıtımın işlevselliğinin daha büyük bir modülerlik kazanmasını içerecektir. Sistemlerin genel işlevselliği ve karmaşıklığı arttıkça, daha fazla karar alma ihtiyacı doğacaktır. Buna ek olarak, yazılım indirmek ve işbirliğine dayalı iş ortağı ilişkileri için çevrimiçi portallar daha esnek ve uyarlanabilir ekipman yapılandırmaları sunabileceklerdir. Otomasyon mimarileri de farklı kullanım durumları için evrilecektir. Tedarikçiler bu farklı senaryolara hazırlanmalı ve bu kaymaları desteklemelidir.

Sınai otomasyon satıcıları ve birçok makine üreticisi önemli yazılım geliştirme yetenekleri sağlamış olmasına karşın Sanayi 4.0 daha da fazlasını gerektirecektir. Buna ek olarak, bu satıcılar mağaza bazında (ve üretimle ilgili) uygulamalar ve veri odaklı hizmetler için büyüyen pazara giren EKT oyuncularıyla rekabet etmek zorunda kalacaklardır.

Makinelerin, ürünlerin, parçaların ve insanların birbirleriyle karşılıklı bağlantılarının artması, geleceğin dijital fabrikasında bu unsurların etkileşimini tanımlayan yeni uluslararası standartlara ihtiyaç yaratacaktır. Bu standartları geliştirme çabaları henüz emekleme

döneminde olmakla birlikte, ilgili yapı geleneksel standartlaştırma organları ve ortaya çıkan konsorsiyumlar tarafından yönlendirilmektedir. Bu konuda Almanya kökenli **Plattform Industrie 4.0** ilk yönlendirici kurumlardan biri iken, Mart 2014'te imalat, internet, IT ve telekomünikasyon şirketleri tarafından kurulan ABD merkezli **Endüstriyel İnternet Konsorsiyumu** (IIC) belirgin bir alternatif haline gelmiştir. Ardından, IIC'nin güçlü konumunu ortadan kaldırmak için Almanya'da **Dialogplattform Industrie 4.0** adlı yeni bir organ kurulmuştur. Stratejik olarak bu ve diğer organlara katılımı seçmek ve standartlaştırma gündemini aktif olarak şekillendirmek, üretim sistemi tedarikçileri için kritik öneme sahip olacaktır.

2.2.3 Türkiye’de Sanayi 4.0: Yenilikçi Teknolojik Gelişme ve Devletin Rolü Açısından Bir Durum Analizi

1980’ler ve 1990’lar boyunca teknolojik bir sıçrama alanı olan telekomünikasyon sektöründe teknolojik yetenek geliştirme faaliyetleri ve ulusal teknolojik yetenek birikimine yönelik olumlu etkilerin “*özelleştirme süreciyle*” birlikte erimiş olması, Türkiye’nin Sanayi 4.0 sürecini yakalama noktasında çok daha güç bir döneme girdiğine işaret etmektedir. Telekomünikasyon sanayiinde içsel teknolojik yetenek geliştirme potansiyelini yanlış özelleştirme politikalarıyla kaybeden Türkiye, bir önceki alt bölümde de belirtildiği üzere Üçüncü Sanayi Devrimi ya da Sanayi 3.0’ı ıskalamıřtır⁵. Dolayısıyla Türkiye’nin hedefi şimdi çok daha zor, hatta imkansız noktasındadır: **Sanayi 2.0’dan Sanayi 4.0’ı yakalamak!**

Bu noktada Sanayi 4.0’a teknolojik altyapı olarak uyum sürecini tamamlamak, bir bakıma ülkedeki sınai yapının dijitalleşmesiyle (sayısallaşma) bağlantılı bir olgudur. Sanayinin ve firmaların dijitalleşmesi, Sanayi 4.0’ı yakalayabilmenin ön koşullarından biri olarak kabul edilmektedir. Büyüme stratejilerini dijitalleşmeyle yoğuramayan firmaların Sanayi 4.0’ı yakalamasının mümkün olmadığından söz edilmektedir (Yılmaz, 2017). Ancak burada asıl vurgulanması gereken Sanayi 4.0’a giden ve dijitalleşmeyi öne çıkaran süreçte ülkedeki firmaların temel motivasyon kaynağı olarak **yenilikçi teknoloji geliştirme, teknoloji üretimi ve inovasyon faaliyetlerini bu sürecin merkezine** ne kadar aldıkları sorusudur. Teknoloji geliştirme ve ulusal inovasyon gücünü artırma motifi olmaksızın Sanayi 4.0’a uyum adına gündeme gelen bir dijitalleşme ideali, firmaların ve ülkenin teknolojik bağımlılığının Sanayi 4.0 döneminde de süreceğine işaret edecektir.

⁵ Bu konuyla ilgili en kapsamlı çalışmalardan biri için bkz: A. Soyak, **Teknolojik Gelişme ve Özelleştirme: Türk Telekomünikasyon Sektörü Üzerine Bir Uygulama**, Kavram Yayınları, 1996

Bu bağlamda TÜSİAD, Samsung Türkiye, Deloitte Türkiye ve GFK Türkiye'nin ortak çalışmasıyla hazırlanmış olan ve Türkiye'de faaliyet gösteren 58 firmanın üst düzey yöneticileriyle yüz yüze yapılan görüşmeler sonucunda ortaya konan, **“Türkiye'deki Dijital Değişime CEO Bakışı (2016)”** başlıklı rapor aydınlatıcı bilgiler içermektedir (TÜSİAD ve diğerleri, 2016). Raporun kritik sonuçlarını şu şekilde özetlemek mümkündür:

1) Raporun en önemli sonuçlarından birisi, Türkiye'deki firmaların *“net bir dijital stratejiye sahip olunmasının önemini”* anladıklarına ilişkin güçlü sinyaller tespit etmiş olmasıdır. Özellikle telekomünikasyon, bankacılık, perakende ve dayanıklı tüketim ürünleri sektörlerindeki firmaların dijital stratejilerinin oluşturulması ve anlaşılır hale getirilmesi konusunda ciddi adımlar atıldığının altı çizilmektedir (TÜSİAD ve diğerleri, 2016: 8).

2) Firmaların gelişimini etkileyen dışsal faktörler açısından %28 ile makroekonomik faktörler ve %19 ile yetkin insan kaynağı en önemli iki faktör olarak öne çıkmaktadır. Buna karşın dijital teknolojilerin önemi %16 ile üçüncü sırada yer alırken; robotlar, nanoteknoloji ve enerji gibi teknolojiler alt sıralarda kalmaktadır. Yetkin insan kaynağına ulaşmak firmalar için kritik bir dış gelişme olarak ortaya çıkmakta ve bu durum dijitalleşme sürecinde odaklanması gereken temel faaliyetlerin başında görülmektedir (TÜSİAD ve diğerleri, 2016: 12).

3) Araştırma kapsamındaki firmaların 2015 yılı yatırımlarının ortalamada %27'sini internet, mobil yazılım, donanım gibi *dijital alana* yaptıkları anlaşılmaktadır. Sektörel açıdan bakıldığında *telekomünikasyon, bankacılık ve sigorta sektörleri*, ağırlıklı olarak dijitalleşmeye yatırım yapan sektörlerin başını çekmektedir. Bu üç sektörün dijitalleşmeye yönelik yatırımlarının ortalaması %55 iken, diğer sektörlerin yaptıkları yatırımların ortalaması ancak %16'lar düzeyinde kalmaktadır (TÜSİAD ve diğerleri, 2016: 16).

4) Araştırma kapsamına giren firmalarda Sanayi 4.0 açısından dijital değişimi teşvik eden sebeplere bakıldığında, %17 ile verimliliği artırmak ve %16 ile müşteri ihtiyaçlarına hızlı karşılık verebilmek tüm alternatifler içinde öne çıkmaktadır. Toplu olarak sıralamaya bakıldığında ise dijital değişimi teşvik eden en önemli dört sebep; verimliliği artırmak (%21), rekabet avantajı (%19), müşteri ihtiyaçlarına hızlı yanıt verebilmek (%19) ve karlılıktır (%12). Farklılaşmak, ürün inovasyonu, yeni gelir alanlarının yaratılması, yeni pazarlara penetrasyon ve pazara giriş hızının artırılması gibi dijital değişimin en temel ve yaratıcı örneklerinin verildiği, inovasyon ve teknolojik yenilik içerikli faaliyetler ise dijital değişimi

teşvik eden sebepler arasında etkili unsurlar olmaktan uzak görünmektedir (TÜSİAD ve diğeri, 2016: 10).

Raporda ortaya konan dijitalleşmenin motivasyonu ile ilgili bu son tespit, ülkenin ulusal teknolojik yeteneğini etkileyecek firma tutumunu ortaya koyma noktasında çok önemli çıkarımlar içermektedir. Araştırmaya konu firmaların Sanayi 4.0 sürecinde dijitalleşmeye gitme konusunda en önemli motivasyonu **verimlilik ve maliyet avantajı** yaratmaktadır. Dijitalleşme konusunda Türkiye sanayi ve önde gelen firmaları açısından inovasyon ve teknolojik yeniliğe yönelik faaliyetlerin anlamlı bir dinamik oluşturmadığı görülmektedir. Dolayısıyla tüm bu tespitler bizi, Türk sanayiinin geçmişte olduğu gibi bugün de teknolojiyi yalnızca kullanan; buna karşın onu uyarlama, yeniden üretme ve geliştirme yeteneği kazanmayla ilişkili anlamlı bir çaba içinde olmayan bir yapıyla Sanayi 4.0 çağını karşıladığı gerçeğine götürmektedir. *Halbuki önceki bölümlerde belirtildiği gibi Sanayi 4.0'da yenilikçi teknolojik gelişmelerin önemi çok fazladır ve bu konuda yetkinleşmeye yönelik yatırım yapmayan firma ve ülkeler geçmişteki teknolojik bağımlılık ilişkisini Sanayi 4.0 döneminde de sürdürmeye devam edeceklerdir.*

Tam da bu noktada firmaların gelişimi ve teknolojik altyapıya (dijitalleşmeye) yönelmesini etkileyen dış faktörler olarak hükümet/devlet politikaları önem kazanmaktadır. Rapordan anlaşılacağı üzere firmaların teknolojik altyapısını etkileyen faktörler içinde makroekonomik faktörler ve nitelikli (yetkin) insangücü öne çıkarken, devletin teknolojik yenilik ve inovasyon konusunda özel sektörü ve firmaları teşvik edici politikalarına ilişkin bir beklenti faktörü söz konusu değildir. Bu bakış açısının değiştirilmesi adına devletin en önemli görevi, etkin çalışması gereken bir ulusal inovasyon sistemi içinde firmaların uluslararası rekabet gücünü yükseltecek “inovasyon teşvik mekanizmalarını” tesis etmek olmalıdır.

Türkiye’de uzun vadeli bilim ve teknoloji politikalarının belirlenmesinde en üst kamusal kurum olan **Bilim ve Teknoloji Yüksek Kurulu (BTYK)’nun**⁶ Şubat 2016’daki 29. Toplantısında aslında bu konuyla ilgili önemli kararlar alınmıştır (BTYK, 2016). Bu toplantıda özellikle “Akıllı Üretim Sistemlerine Yönelik Çalışmaların Yapılması” başlığı

⁶ 4 Ekim 1983 tarih ve 77 sayılı Kanun Hükmünde Kararname (KHK) ile kurulmuş olan BTYK, Türkiye’nin uzun vadeli bilim ve teknoloji politikalarının tespitinde hükümete yardımcı olunması, hedeflerin saptanması, öncelikli alanların belirlenmesi, plan ve programların hazırlanması, kamu kuruluşlarının görevlendirilmesi, özel kuruluşlarla işbirliği sağlanması, gerekli yasa tasarıları ve mevzuatın hazırlanması, araştırıcı insan gücünün yetiştirilmesinin sağlanması, özel sektör araştırma merkezlerinin kurulması için tedbirler alınması, sektörler ve kuruluşlar arasında koordinasyonunun sağlanması görevlerine sahiptir.

altında alınan kararla, Sanayi 4.0'in yenilikçi teknolojilerini edinme hususunda devletin politikası ve bakış açısının genel hatları ortaya konulmuştur. Buna göre:

“Ülkemiz sanayisinin yüksek teknoloji üretiminde uluslararası rekabet gücünün artırılmasını sağlayacak akıllı üretim sistemlerine geçişi amacıyla;

a. Ülkemizin dinamiklerine uygun yürütme, uygulama ve izleme modelinin eğitim, istihdam ve sektörel politikalar ile ilgili analizleri de kapsayacak şekilde ilgili sektör paydaşları eşgüdümünde geliştirilmesi,

b. Kritik ve öncü teknolojilerde (öncelikle siber fiziksel sistemler, yapay zekâ/sensör/robot teknolojileri, nesnelere interneti, büyük veri, siber güvenlik, bulut bilişim vb.) yetkinlik kazanılmasını sağlayacak hedef odaklı Ar-Ge çalışmalarının artırılması,

c. Kritik ve öncü teknolojilerin yerli firmalarımızca üretilmelerini sağlayacak üretim altyapılarına yönelik, pilot üretim ve gösterim desteklerini de kapsayacak şekilde, gerekli teşvik ve destek mekanizmalarının gözden geçirilmesi ve geliştirilmesi konularında çalışmaların gerçekteştirilmesine karar verilmiştir”.

Sonuç Yerine

Devletin ve özel sektörün eşgüdüm içinde, hem firma hem de ulusal teknolojik yeteneği güçlendirecek uygulamalarla Sanayi 4.0'ı yakalama ve uluslararası rekabet gücünü yükseltme ideali konusunda dikkat çekilmesi gereken en önemli nokta, siyasi mekanizmanın almış olduğu tüm bu politika kararlarının uygulanmasında -özellikle de **teşvik ve caydırıcılık konusunda, izleme-değerlendirme-denetleme mekanizmalarının** güçlü ve sürekli olması gereğidir. Herhangi bir hükümet döneminde alınan kararlar, başka bir hükümet döneminde unutulursa, verilen teşvik ve desteklere yönelik sonuçlar izlenip, değerlendirilip sonuçları denetlenmezse, tüm bu süreçler objektif kriterlere ve liyakat temeline göre düzenlenmezse, özel sektörün devletle ilişkili beklentileri de ister istemez belirsizlik faktörüyle kuşatılacaktır. Türkiye'nin en önemli sıkıntılarından biri bilim ve teknoloji, kalkınma ve sanayileşme gibi uzun erimli konularda siyasi iradenin güçlü, istikrarlı ve sürdürülebilir bir stratejik duruş sergileyememesidir. Bu alanda ortaya çıkan belirsizlik, özel sektör firmalarının uzun vadeli gelişme stratejilerinde ulusal inovasyon sistemlerinden faydalanma motifini olumsuz etkilemektedir. Bu durumda devletin bilim ve teknoloji politikaları adına özel sektöre yönelik hazırlamış olduğu tüm iyi niyetli politika, strateji ve kurumsal belgeler kağıt üzerinde kalmakta, çalışmamızda odaklandığımız TÜSİAD raporunda da olduğu gibi, firma gelişimini etkileyen faktörler açısından *devletin rolüne ilişkin* hiç bir gösterge ve etki faktörü özel sektör tarafından dikkate alınmamaktadır.

Uzun vadeli gelişme açısından firma ve ulusal teknolojik çıkarları aynı potada eriten bir bilim ve teknoloji politikası tasarımı söz konusu değilse; bu tasarımın uzun, orta ve kısa vadeli planlarla uygulama dinamikleri istikrarlı bir şekilde hayata geçirilmeyecekse, daha önceki geç sanayileşen ülke deneyimlerinin de bize söylediği üzere, Türkiye'nin Sanayi 4.0 çağında yenilikçi teknolojileri yakalayabilmesi söz konusu olamayacak, firma, sanayi ve ülke bazında teknolojik bağımlılık bu çağda da varlığını sürdürmeye devam edecektir. Bu yapı içersinde de Sanayi 4.0 paradigması, Türkiye açısından fırsatlardan ziyade tehditlerle yüklü bir sürece kapı açacaktır.

Kaynakça

Bhagavan, M.R., **The Technological Transformation of Third World: Strategies and Prospects**, Led Books Ltd, London, 1990..

European Parliment, **Industry 4.0: Digitalisaiton for Productivity and Growth, Briefing**, September, 2015

Kalirajan, K., "South-South Co-operation: Technology Transfer for Improving Productivity ", **The Indian Economic Journal** , Vol.34, No.3, 1987.

Kumar, A, “**Government Intervention in Developing Countries: Why and How?**” Annual EUNIP Conference, European Network on Industrial Policy, <http://www.eunip.com/vienna/vacceptedpapers.htm>, 3.3.2002, Erişim Tarihi: 26.05.2009

Lall, S, “Industrial Policy: The Role of Government in Promoting Industrial and Technological Development”, **UNCTAD Review**, 1994

Soyak, A, “Doğu Asya’da Teknolojik Yetenek ve Sınai Derinleşme: Gelişmekte Olan Ülkeler İçin Sanayi Politikası Sonuçları”, **MÜ, İİBF Dergisi (Prof. Dr. Halil NADAROĞLU’na Armağan Sayı)**, Sayı.1, Cilt.XIV, 1998

Soyak, A, **Teknolojik Gelişme ve Özelleştirme: Türk Telekomünikasyon Sektörü Üzerine Bir Uygulama**, Kavram Yayınları, 1996

Taymaz, E., **TMMOB 1995 Sanayi Kongresi Bildiriler Kitabı**, Yayın No.186, 1996

The Boston Consulting Group, **Industry 4.0: The Future of Productivity and Growth in Manufacturing Industries**, https://www.bcgperspectives.com/content/articles/engineered_products_project_business_industry_40_future_productivity_growth_manufacturing_industries/?chapter=3 Erişim Tarihi: 20.04.2017

TOBB, **Ekonomik Forum: Akıllı Fabrikalar Geliyor**, http://haber.tobb.org.tr/ekonomikforum/2016/259/016_027.pdf , 2016, Erişim Tarihi: 17.05.2017

TÜBİTAK, **Yeni Sanayi Devrimi: Akıllı Üretim Sistemleri Teknoloji Yol Haritası**, TÜBİTAK, 2017

TÜBİTAK, BTYK 29. Toplantısı, <https://www.tubitak.gov.tr/tr/kurumsal/bilim-ve-teknoloji-yuksekkurulu/toplantilar/icerik-bilim-ve-teknoloji-yuksekkurulu-29-toplantisi-17-subat-2016>, Erişim Tarihi: 05.01.2017

TÜSİAD, Samsung Türkiye, Deloitte Türkiye, GFK Türkiye, **Türkiye'deki Dijital Değişime CEO Bakışı**, İstanbul, 2016

Yılmaz, F, **Türkiye’de Endüstri 4.0**, <http://www.endustri40.com/turkiyede-endustri-4-0/>, Erişim Tarihi: 12.05.2017