

ENDÜSTRİ 4.0'I TÜRKİYE'NİN DIŞ TİCARETİ İÇİN BİR FIRSAT PENCERESİNE DÖNÜŐTÜRMEK¹

Doç. Dr. Elif NUROĞLU* 

Arş. Gör. Hüseyin H. NUROĞLU* 

ÖZET

Dünyada pek çok ÷lke Endüstri 4.0 hazırlıklarını ivmeli bir şekilde sürdürürken, bu dönüşüme ayak uyduramamak Türkiye'nin dış ticareti üzerindeki rekabet baskısını artırıcı bir etki yapacaktır. Bir yandan ÷lke içinde üretilemeyen akıllı makine ve sistemlerin ithal edilmesi gerekecek, diğer yandan da dünya pazarlarına dijital dünyanın ihtiyacı olan ürün ve hizmetleri sunamamaktan kaynaklı olarak ihracat hacmi düşecektir. Tahminlere göre 2030 yılında küresel ticaret hacminin yarısı akıllı nesnelerin iletişimini kullanacaktır. Akıllı üretim sistemini yakalayamayan ÷lkelerin küresel ticaret pastasından hatırı sayılır bir pay alamayacağı da aşikârdır. Bu çalışmanın amacı, Endüstri 4.0 ile birlikte dünyada ve Türkiye'de yaşanacak olan değişimin Türkiye imalat sanayi ve dış ticaret dengesine olası etkilerini teorik bir çerçeve içinde incelemektir. Makale, TÜSİAD-BCG (2017) ve TÜBİTAK (2016) tarafından yapılan anket sonuçları ışığında sanayide dijital dönüşüm başarı ile gerçekleştiği takdirde Türkiye'nin dış ticaret yapısı ve dengesine muhtemel katkılarını irdeleyecektir.

Anahtar Kelimeler: Endüstri 4.0, Sanayide Dijital Dönüşüm, Türkiye, Dış Ticaret, İmalat Sanayi.

JEL Kodları: F10, L60, O14.

INDUSTRY 4.0 AS AN OPPORTUNITY WINDOW FOR TURKEY'S FOREIGN TRADE

ABSTRACT

Many countries around the world accelerate preparations on the way to Industry 4.0 which is going to increase the competitive pressure on Turkey if the necessary measures are not taken. On the one hand, new smart machines and systems need to be imported that can not be produced in the country, and on the other hand, export volumes are going to fall if Turkey cannot produce the products and services that the digital world needs. It is estimated that by 2030, half of the global trade volumes will

¹ Bu çalışma Türk-Alman Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi Komisyonunca kabul edilen 2018BI0023 no'lu proje kapsamında desteklenmiştir.

* Türk-Alman Üniversitesi, Şahinkaya Cad. 86 34820 Beykoz, İstanbul, Türkiye, e-mail: nuroglu@tau.edu.tr

* Türk-Alman Üniversitesi, Şahinkaya Cad. 86 34820 Beykoz, İstanbul, Türkiye, e-mail: h.nuroglu@tau.edu.tr

be using the communication of intelligent objects. It is also obvious that those countries which can not adapt to the intelligent production systems will not receive a significant share from global trade volumes. The aim of this study is to examine the potential impact of Industry 4.0 on Turkish manufacturing industry and foreign trade balance. In the light of the survey results of TÜSİAD-BCG (2017) and TÜBİTAK (2016), potential contributions of Industry 4.0 to Turkey's foreign trade structure and balance sheet will be examined.

Keywords: Industry 4.0, Digital Transformation of Industry, Turkey, Foreign Trade, Manufacturing

JEL Codes: F10, L60, O14.

1. GİRİŞ

2011 yılında ilk kez Almanya’da Hannover fuarında dünyanın gündemine giren bir kavram olan Endüstri 4.0, başlangıçta Almanya Eğitim ve Araştırma Bakanlığı (BMBF)’nin Geleceğin Yüksek Teknolojileri 2020 projesinin bir parçası olarak anılırken zamanla başlı başına bir amaç haline geldi. Konseptin Almanya açısından büyük getirisi olacağı için, Federal Almanya Ulusal Bilim ve Araştırma Akademisi (Acatech) liderliğinde Endüstri 4.0 Strateji Belgesi hazırlandı ve 2013’te yine Hannover Fuarı’nda ilan edildi (Siemens, 2016). Yaşlanan nüfusu sebebi ile demografik bir tehdit altında bulunan ve dünyadaki jeopolitik riskler nedeni ile en az her sanayi ülkesi kadar enerji arz güvenliği riski taşıyan bir ülke olarak Almanya, Endüstri 4.0 kavramını adeta bir can simidi ve geleceğe atlama taşı olarak gördü. Böylece, Doğu ülkelerinin sahip olduğu ucuz iş gücü avantajına karşın teknoloji avantajına sahip olan Almanya, az insanla daha çok, daha kaliteli ve daha kişiye özel üretecek bir yol bulmuş oldu. İnsanı daha az yoran ve uzun yıllar iş yaşamında aktif kalmasını sağlayan, kas gücü gerektiren işleri robotlara yaptıran ve insanın daha çok beyin gücünü kullanmayı öngören bu yaklaşıma yapay zeka da entegre edilerek bu teknolojilerin üretim süreçlerinde kullanılması öngörüldü.

1. Sanayi Devrimi su ve buhar gücünün üretim sistemlerini mekanik hale getirmesi, 2. Sanayi Devrimi elektrik gücü ile seri üretime başlanması, otomasyon olarak da adlandırılan 3. Sanayi devrimi ise elektronik ve bilişim teknolojilerinde elde edilen kazanımların üretim sistemlerinde kullanılmaya başlanması olarak kendini gösterdi. Ancak bu devrimlerin adı her defasında gerçekleşikten sonra konuldu. 4. Sanayi Devrimi’nin bu bakımdan kendisinden önceki sanayi devrimlerinden en bariz farkı gerçekleşmeden önce adının konmuş olmasıdır (Nuroğlu, 2018b). Birinci ve ikinci sanayi devrimleri arasında geçen süre yaklaşık 86 yıl, ikinci ve üçüncü sanayi devrimleri arasında 99 yıl kadar uzun iken, üçüncü ve dördüncü sanayi devrimleri arasında sadece 40 yıl geçmiştir. Bu da sanayideki gelişmelerin çok hızlı bir şekilde gerçekleştiğini ve üretim süreçlerinin kendisini durmadan yenilediğini göstermesi bakımından önemlidir. Akıllı otomasyon da denilen dördüncü sanayi devriminin teknik tanımı mekatronik sistemlerin siber-fiziksel sistemlere evrilmesi şeklinde yapılabilir (German Standardization Roadmap for Industry 4.0, 2016). Birinci sanayi devriminden bu yana üretim alanında elde edilen ve son on-yıllarda başdöndürücü bir hızla ilerleyen kazanımların üretim, bilişim ve iletişim sektörlerinde

birbirine entegre edilmesi, her tür nesnenin dijitalleşmesi, internete bağlanması ve yapay zeka ile akıllı hale getirilmesi sonucu oluşan sistemler sistemi (system of systems) sanayideki dijital dönüşümün ana omurgasıdır. Dördüncü Sanayi Devrimi ile birlikte sanayi üretimi tam bir otomasyon düzlemine geçerek emeğin üretimdeki görece önemi azalacak ve şimdiye kadar rekabetçiliği maliyet avantajı belirlerken, bundan sonra teknoloji avantajı öne çıkacaktır (Gür vd., 2017). Schwab (2017) daha başlangıç safhalarında olduğumuz dördüncü sanayi devrimini yaygın ve mobil internet, ucuzlayan, küçülen ancak daha da hassaslaşan sensörler, yapay zeka ve makine öğrenmesinin karakterize edeceğini söyler.

Türkiye'nin dış ticaret rekabetçiliğine Endüstri 4.0'ın potansiyel etkilerini teorik bir çerçevede incelemeyi amaçlayan bu makalenin planı şu şekildedir. İkinci bölümde sanayide dijital dönüşüm teknolojileri açıklanacak ve bu teknolojilerin ihracatçıların rekabetçiliğine nasıl katkı sunabileceği tartışılacak, üçüncü bölümde ise Türkiye imalat sanayiinin dijital dönüşüm için ne kadar hazır olduğu TÜSİAD-BCG (2017) ve TÜBİTAK (2016) sonuçlarına göre değerlendirilecektir. Dördüncü bölümde Sanayide Yüksek Teknolojiye Geçiş Yerleştirme Ürün Programı baz alınarak Türkiye'nin dijitalleşme yolunda yaptığı hazırlıklar ve bu hazırlıkların dış ticaret dengesine etki ve katkıları üzerinde durulacaktır. Beşinci bölümde ise genel bir değerlendirme yapılarak politika önerileri sunulacaktır.

2. SANAYİDE DİJİTAL DÖNÜŞÜM TEKNOLOJİLERİ VE BU TEKNOLOJİLERİN İHRACATTA REKABETÇİLİĞE ETKİSİ

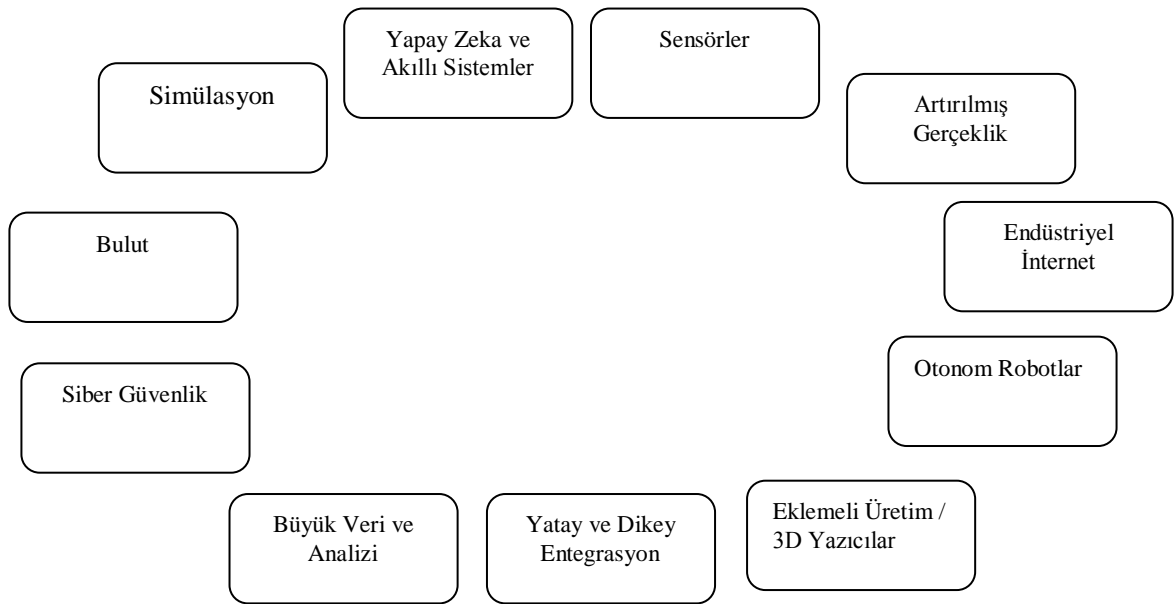
Endüstri 4.0 adıyla Almanya'nın bir markası haline gelen sanayide dijital dönüşüm ilk kez 2011 yılında Kagermann, Lukas ve Wahlster (2011) tarafından yazılan makale ile literatürde yerini almıştır. Endüstri 4.0'ın fikir babaları olarak bilinen bu yazarlar, bu makalede nesnelerin ve hizmetlerin interneti kanalı ile 4. Sanayi Devrimine nasıl geçileceğini ve sanayideki paradigma değişiminin nasıl başarılabileceğini kısaca açıklarlar. Sanal ve fiziksel dünya arasında kurulacak olan köprü, ve dijital dünya ile fiziksel gerçekliğin senkronizasyonundan bahseden makale, gelecek onyılda oluşacak büyük pazarda Almanya'nın öncü rol oynayacak kapasitede olduğunu belirtirler.

Siber-fiziksel sistemler fiziksel dünya ile sanal dünyayı sensörler ve internet aracılığı ile birbirine bağlayarak fiziksel dünyanın sınırlarını sanal dünya ile zenginleştirilecek, ve böylece üretim zincirleri arasındaki anlık senkronizasyon süreçleri daha kolay yönetmeyi ve kontrol etmeyi mümkün kılacaktır (Özkan vd., 2018; Li vd., 2018). Ayrıca, üretim süreçlerinin akıllı otomasyonu ve insanın kas gücünün en aza indirgenmesi üretimdeki hataları ciddi oranda azaltacaktır. Bu da aynı zamanda maliyetlerin azalması ve müşteri memnuniyetinin artması anlamına gelmektedir (Gür vd., 2017). Türkiye'nin dış ticaret dengesi açısından siber-fiziksel sistemlerin getirisi düşünüldüğünde, üretim süreçlerinin daha kolay kontrol edilmesi, üretim zincirleri arasında güçlü bir iletişim kurulması ve hata oranlarının azalması ihracatta rekabetçiliğin artmasına yol açacak ve artan ihracat hacminin Türkiye'nin dış ticaret açığını aşağı yönde etkilemesi beklenmektedir.

Sanayide dijital dönüşüm teknolojileri son zamanlarda daha erişilebilir ve daha uygulanabilir hale gelmiştir. Dijital dönüşümün alt yapısı diyebileceğimiz sensörler ve işlemciler yıllar geçtikçe hem küçülmüş hem de ucuzlamıştır. Örneğin, beş yıl öncesine göre sensör maliyetleri yarıya inmiş, bulut altyapısını kurma maliyeti 1/20'ye, bilgisayar işlemcisi maliyetleri ise 1/50'ye inmiştir. Ayrıca Endüstri 4.0'ın önemli bir bileşeni olan büyük veri ve analizi için gerekli olan veri miktarının son 2 yılda sensörler ve internet sayesinde çok fazla arttığı söylenebilir. Tüm bu sebepler dijital dönüşümü mümkün kılan teknolojilerin şirketler ve müşteriler tarafından kullanımının her geçen artmasını açıklar niteliktedir (TÜSİAD-BCG, 2017). Endüstri 4.0 gibi bir itici güç olmasa dahi bu teknolojiler imalat süreçlerinde iyileşme sağladığı ve yeni iş modelleri geliştirmeye imkan tanıdığı için zaten işletmeler tarafından her geçen gün daha fazla kullanılacaktır. Ancak tüm bu teknolojilerin birbiri ile entegre ve koordineli bir şekilde çalışarak sistemler sistemini oluşturması ve kesintisiz internet sayesinde geleceğin akıllı fabrikalarını ve üretim-tüketim-lojistik zincirlerini, hatta yaşam biçimlerini şekillendirmesi dijital dönüşüm şemsiyesi altında olmaktadır. Dijital teknolojilerin bir koordinasyon içinde kullanılması işletmelere imalat süreçlerinde iyileşme, maliyetlerde düşme, verimlilik ve dış pazarlarda rekabetçilik artışı olarak geri dönecektir.

Sanayide dijital dönüşüm teknolojilerinin detaylandırılmasında genelde 9 teknoloji kullanılırken, TÜSİAD-BCG (2017) 11 teknoloji ile dijital dönüşümü açıklar. Bunlar, simülasyon, yapay zeka ve akıllı sistemler, sensörler, artırılmış gerçeklik, bulut, endüstriyel internet, otonom robotlar, eklemeli üretim, yatay ve dikey entegrasyon, siber güvenlik, büyük veri ve analizi, siber güvenlik ve bulut teknolojileridir (Şekil 1).

Şekil 1. Dijital Dönüşüm Teknolojileri



Kaynak: TÜSİAD-BCG (2017)

Simülasyon fiziksel dünyada üretim süreçlerinde anlık olarak aktarılan verinin sanal modelde test edilmesini mümkün kılar (Hermann vd., 2015). Endüstri 4.0 ile birlikte gündemimize giren dijital ikiz kavramının da simülasyonla beraber açıklanması gerekir. Bir ürünün dijital ikizi, o ürünün gerçek dünyadaki modelinin sanal bir kopyasıdır (Kahraman, 2018a). Dijital ikiz bir ürünün fiziksel dünyada karşılaşma ihtimali olan sorunların tespit edilmesine, yeni ayarların test edilmesine ve ürünle ilgili muhtemel senaryoların simüle edilmesine olanak sağlar. Dijital ikizler daha çok karmaşık ve teknoloji yoğun ürünlerde, havacılık ve uzay bilimlerinde kullanılır (Tao vd., 2017). Gerçek hayatta test etmenin hem maliyetli hem de tehlikeli veya zor olacağı durumlarda kolay ve ucuz bir şekilde test yapmayı mümkün kıldıkları için tercih edilirler.

Yapay zekânın her ne kadar üzerinde hemfikir olunmuş bir tanımı olmasa da, Kahraman (2018b) yapay zekâyı insanlar gibi davranan makineler yaratmak için oluşturulmuş bir bilgisayar mühendisliği dalı olarak tanımlar. Yapay zekâ ile oluşturulan akıllı sistemler çevreyi algılayan, çevre şartlarına göre kendi kendine karar verebilen makine bazlı sistemler olarak üretim, üretim öncesi ve sonrası süreçleri bugün hayal edebildiğimiz sınırların daha da ötesine taşıyacaklardır. Yapay zekâ yüklenen akıllı sistemler süreçlerde veriye dayalı objektif karar alınmasını sağlar, ayrıca insanın dalgın ve dikkatsiz olduğu durumlarda devreye girerek hataları önleyebilir. Örneğin sürücünün araba kullanırken uyuyakalması durumunda arabayı durdurabilen, dikkat ve uyanıklığı izleyen sistemlerin otomotiv sektöründe kullanılması kazaları önleyici bir rol oynayacaktır (Gür vd., 2017). Yapay zekâ yüklenmiş akıllı sistemlerin nöroteknoloji, genetik ve sağlık alanında da yaygın kullanımı vardır.

Her tür nesne veya ürün üzerine yerleştirilerek veya giyilebilir teknolojiler sayesinde insanlardaki hareket, duygu ve değişiklikleri algılayan ve anlık olarak toplayarak ilgili sisteme ileten araçlara sensörler denir. Online veri iletmeye özelliği olan sensörler olmadan Endüstri 4.0 devrimi düşünülemez. Kesayak (2018) sensörleri makinelere veri tedariki sağlayacak duyu organları olarak tanımlar ve Endüstri 4.0'ın anahtarının sensörler olduğunu belirtir.

Artırılmış (zenginleştirilmiş) gerçeklik fiziksel dünyanın dijital veri ve görüntüler vasıtasıyla zenginleştirilmesidir (TÜSİAD-BCG, 2017). Artırılmış gerçeklikten yararlanan sistemler, depoda parça seçimi ve mobil cihazlara tamirat talimatları göndermek gibi çeşitli hizmetlere destek verirler. Örneğin çalışanların, bir yedek parçanın nasıl değiştirilmesi gerektiği konusunda zenginleştirilmiş gerçeklik gözlükleri gibi cihazlar aracılığıyla yönlendirme alabilmesi mümkün olabilir (TÜSİAD-BCG, 2016). IKEA'nın IKEA place uygulaması da müşterilerin ürünleri satın almadan önce ev veya ofislerinde denemelerine ve nasıl göründüğünü test etmelerine olanak sağlayan bir artırılmış gerçeklik uygulamasıdır (İKEA, 2018).

Endüstriyel internet makinelerin, ürünlerin, insanların ve sistemlerin birbirine bağlanması, gerçek-zamanlı bir şekilde birbirine veri aktarması ve bu verilerin anında analiz edilerek endüstriyel süreçleri devamlı optimize etmesine olanak sağlar. Sanayide dijital dönüşümün temel taşı olan nesnelerin interneti ve her geçen gün daha büyük miktarda üretilen büyük veriyi endüstriyel amaçlı işleme kabiliyetine olan ihtiyaç endüstriyel internet tanımını ortaya çıkarmıştır (IIoT, 2018; Boyes vd., 2018). Ayrıca Endüstriyel internetin tanımında bağımsız olarak işleyen diğer endüstriyel internet ağlarıyla olan bağlantı da önemlidir (Floyer, 2013). Endüstriyel internet üretim, lojistik ve tedarik zincirinde sağlayacağı faydalarla imalat sanayii firmalarının hem ülke içinde hem de uluslararası alanda daha rekabetçi olmasını sağlar. Ayrıca, ürün sunma ve sonrası hizmetleri en iyi yapan firmalar bir yandan kendi süreçlerini optimize ve maliyetlerini minimize ederken, diğer yandan da ihracatlarını artırma fırsatı yakalarlar. Bu da küresel ve bölgesel rekabetçilikte iyileşme demektir.

Otonom robotlar kavramı sadece kendisine yüklenen fonksiyonları yerine getiren ve otomatik olarak belirli işleri yapan robotlar değil, insan hareketlerini izleyerek öğrenebilen ve insanlarla güvenli bir şekilde çalışabilen, iş birliği yapan ve iletişim kuran robotlar için kullanılmaktadır. Yazıcı (2016) bunları belli seviyede zekâya sahip robotlar olarak tanımlar. Otonom robotlar sadece 4. Sanayi devriminin esnek üretim sistemlerinin bir parçası değildir, aynı zamanda ürünlerin kargolanıp gönderilmesine kadar pek çok sürecin otonom robot teknolojileri ile kolaylaşacağı bilinmektedir. Akıllı temizlik robotları, dronelar, ve sürücüsüz araçlar otonom robotların farklı kullanım alanlarına örnek verebilir. Bugün alt yapısı büyük ölçüde tamamlanan otonom robotların pek çok alanda kullanıma girmesi toplam kalite ve üretim artışı, üretimde maliyetlerin düşmesi, esneklik, yönetim kolaylığı, uzun ömürlü istihdam, tehlikeli ortam veya uygunsuz hava koşullarında çalışabilme gibi faydalar sağlayacaktır (Gür vd., 2017).

Eklemeli üretim bilgisayar ortamında modellenen ve çizilen nesnenin yazıcıdan katmanlar halinde fiziksel bir nesne olarak çıkması anlamına gelir. Bu da üreticilere prototip geliştirmede kolaylık, maliyet azalması ve esneklik sağlar. Eklemeli üretim teknolojisi şirketlerin kitlesel olarak özelleştirilmiş ürünler üretmesine ve bunu düşük bir maliyetle yapmasına olanak sağlamaktadır. Örneğin, bu teknolojiyi ürün geliştirme süreçlerinde kullanan spor giyim üreticisi New Balance, profesyonel sporcuların ayak yapılarına göre kişiselleştirilmiş ayakkabılar üretmektedir (TÜSİAD-BCG, 2017).

Yatay ve dikey entegrasyon değer zincirlerinin tüm aşamalarının ve ürünlerin birbiri ile, ayrıca değer zincirindeki diğer üreticilerle ve farklı sektörlerin birbiri ile gerçek zamanlı iletişim halinde olması ve tam bir koordinasyon içinde çalışması durumudur (Kagermann vd., 2016). Sürekli bilgi akışı üretim sürecindeki değişikliklere ve sorunlara anında cevap verebilmeyi mümkün ve zorunlu kılar (Yalçın, 2018). Süreçler ve ürünler arasında anlık veri akışı sayesinde bilgi paylaşımı eksikliğinden kaynaklı hata, bazı işlerin tekrar tekrar yapılması nedeniyle zaman ve enerji kaybının önlenmesi, zaman planlama problemlerinin ortadan kalkması gibi avantajlar sağlayan yatay ve dikey entegrasyon imalat sanayi açısından da rekabetçiliği yukarı yönde artırıcı bir etki yapar (Nuroğlu, 2018a).

Büyük veri ve analizi, sensörler vasıtasıyla her şeyden gerçek zamanlı olarak toplanan verinin süzülerek analiz edilmesi ve analiz sonuçlarının üretim süreçleri ve ürün kalitesinde iyileştirme amaçlı kullanılmasıdır. Geleceğin başarılı şirketleri müşteriye ve çevreyi en iyi okuyabilen ve anlık değişimlere en hızlı ve doğru reaksiyonu gösterenler arasından çıkacaktır. Sensörler sayesinde anlık okunan ve internet aracılığı ile ilgili birimlere aktarılan çok büyük miktardaki verinin faydalı kısmını seçip analiz ederek tüketicinin ihtiyaç ve isteklerine cevap verebilen şirketler ticari açıdan rekabetçiliğini de artırmayı başarabilirler. Büyük veri analizinin imalat sanayi açısından faydaları üretimde kalite ve verimliliğin artması, lojistik açısından pek çok maliyetin ortadan kalkması, enerji tasarrufu sağlaması ve ekipman bakımının kolaylaşması olarak sıralanabilir. Büyük veriyi kullanabilme maharetinin KOBİ'lerin rekabetçiliğini artırması ve piyasada daha güçlü yer edinmelerine olanak sağlaması da beklenir (Gür vd., 2017). Büyük veri analizi sayesinde müşterilerini, rakiplerini ve içinde buldukları çevreyi daha iyi okuyabilen KOBİ'ler elde ettikleri sonuçlara hızla reaksiyon gösterebilirlerse hem Türkiye hem de dünya pazarlarında pozisyonlarını güçlendirebilirler.

Bulut teknolojisi her an üretilmekte olan büyük verinin sabit disklere değil de internet üzerinden online tabanlı depolama hizmeti sunan platformlara yapılmasını sağlar. Bu veriye ulaşma, depolama ve işleme teknolojisine verilen genel isim bulut bilişimdir (Hashem vd., 2015). İnternet bağlantısı sağlam ve hızlı olduğu sürece veri depolama ve saklama maliyetinde azalma ve her yerden çalışabilme fırsatı (esneklik) yaratan bu teknoloji, diğer yandan da şirket ve kişilerin en mahrem bilgilerinin dahi bulut üzerinde depolanmasından kaynaklı olarak yüksek derecede siber güvenlik sorunu barındırmaktadır.

Siber güvenlik, büyük veri ve bulut bilişim teknolojilerinin yaygın olarak kullanılmasıyla birlikte artan veri güvenliği ihtiyacıdır. Üretim süreçlerinin tamamen dijital olduğu bir ortamda bir şirkete veya ülkeye zarar vermek isteyenler, bunu o şirketin veya ülkenin verisini ele geçirmek yolu ile yapabilir. Bu bakımdan geleceğin firmalarının en iyi koruması gereken varlığı verisi olacaktır. Diğer yandan siber güvenlik mevzusu, gelecek 10 yılın önemli bir pazarı haline de gelecektir. Şimdiden bu pazara uygun şekilde donanımlı insan kaynağı yetiştirmek, bu hizmeti hem Türkiye içindeki şirketlere sunmak hem de yetişmiş insan gücünün uzman olarak yurt dışı şirketlere hizmet vermesini sağlamak bu büyük fırsatı kullanmak anlamına gelir. Ayrıca geleceğin siber güvenlik pazarları için veri güvenliği çözümlerini şimdiden üretmeye başlayan firmalar da bu pazarda sağlam bir yer edinebilirler.

3. DİJİTAL DÖNÜŞÜM YARIŞINDA TÜRKİYE İMALAT SANAYİNİN MEVCUT DURUMU

Türkiye imalat sektörünün kronik problemlerinden birisi ihracatın ithalata bağımlılık oranının yüksek olması (Kundak ve Aydoğuş, 2017), diğeri ise imalat sanayiinin üretim ve dış ticaret yapısının teknoloji içeriği yüksek ürünlerden oluşmamasıdır (TİM, 2017).

2018 yılı Temmuz ayı verilerine göre imalat sanayi ürünlerinin Türkiye'nin toplam ihracatındaki payı yüzde 94,3'tür. Yüksek teknolojlü ürünlerin imalat sanayi ürünleri ihracatı içindeki payı yüzde 2,8, orta yüksek teknolojlü ürünlerin payı ise yüzde 37,1'dir. 2018 yılında imalat sanayi ürünleri ihracatının

teknoloji yoğunluğunu aylara göre gösteren Tablo 1’de görüldüğü gibi Türkiye’nin ihracatında yüksek teknoloji ürünlerin payı en düşük, orta yüksek teknoloji ürünlerin payı ise en büyüktür (TÜİK, 2018). Ayrıca son beş yılın dış ticaret verilerini dünya ülkeleri ile karşılaştıran Trademap verilerine göre, Türkiye’nin yüksek teknoloji ürün ihracatı son beş yılda yüzde 3-3,5 bandında seyretmekte, yüksek teknoloji ürün ihracatı artmadığı için ihracatın kilogram fiyatı da değişmemektedir (Kadioğlu, 2017). Bu da Türkiye’nin ihracatından hatırı sayılır bir gelir elde edememesi sonucunu doğurur.

Tablo 1. Teknoloji Yoğunluğuna Göre İmalat Sanayi Ürünleri İhracatı, 2018

Teknoloji Yoğunluğu (%)	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz
Yüksek Teknolojili Ürünler	3,3	3,4	3,5	3,4	4,1	3,2	2,8
Orta Yüksek Teknolojili Ürünler	35,2	38,4	36,8	38,4	37,2	37,6	37,1
Orta Düşük Teknolojili Ürünler	26,6	25,2	26,8	25,5	25,9	27,7	27,5
Düşük Teknolojili Ürünler	34,9	33	32,9	32,7	32,8	31,6	32,6

Kaynak: TÜİK, Dış Ticaret İstatistikleri (2018).

Türkiye’nin dış ticaret yapısındaki kronik sorunların çözümü için şimdiye kadar bazı adımlar atılsa da, 4. Sanayi Devrimi gibi köklü ve her şeyi bir anda değiştirme kabiliyeti olan radikal bir dönüşüm şimdiye kadar başırlanamamıştır. Bu bakımdan Türkiye imalat sanayi için dijital dönüşüm, yapılması gereken reformları hayata geçirmeyi mümkün kılacak büyük bir fırsat olarak değerlendirilmelidir.

TÜBİTAK (2016)’a göre Türkiye’de sanayide dijital dönüşüm gerçekleştiğinde önemli bir rekabet üstünlüğü sağlanacak, bu fırsat kaçırıldığında ise Türkiye’nin hâlihazırda sahip olduğu lojistik ve düşük işgücü maliyetinden doğan avantajları artık geçerli olmayacaktır. Bu bakımdan, dijital dönüşüm ıskalandığı takdirde, Türkiye’nin cari açık sorununu daha da kötüleştirecek bir tehdite dönüşeceğini söylemek yanlış olmaz. TÜBİTAK, 2016 yılında Ar-Ge desteği verdiği 1000 özel sektör kuruluşuna uyguladığı kapsamlı bir anket ile Türkiye’de akıllı üretim sistemlerinin mevcut durum ve ihtiyaçlarını saptamıştır. Bu çalışmanın bulgularına göre Türkiye sanayisinin dijital olgunluk seviyesi Endüstri 2.0 ve 3.0 arasındadır. Yani Türkiye’nin firmaları henüz tam otomasyona geçebilmiş değillerdir. Olgunluk seviyesi en yüksek olan üç sektör malzeme (kauçuk ve plastik), bilgisayarlar, elektronik ve optik ürünler, otomotiv ve beyaz eşya yan sanayidir. Anket yapılan kuruluşlardan sadece yüzde 22’sinin akıllı üretim sistemleri konusunda kapsamlı bir bilgiye sahip olduğu görülmüştür ve sadece yüzde 50’sinin önümüzdeki 3-5 yılda akıllı otomasyon ve siber fiziksel sistem teknolojilerini entegre etme stratejileri vardır. Dijital dönüşüm konusunda farkındalığı en yüksek 3 sektör elektronik, yazılım ve malzemedir. Bu bulgular ışığında TÜBİTAK’ın geliştirdiği teknoloji yol haritasında 3

teknoloji grubunda (Dijitalleşme, Etkileşim ve Geleceğin Fabrikaları) 8 kritik teknoloji, 10 stratejik hedef ve 29 kritik ürün belirlenmiş, öncelikli sektörel uygulamalar için de katma değer göz önünde bulundurularak otomotiv, beyaz eşya, kimya ve gıda sektörleri seçilmiştir. Seçilen sektörlerin dijitalleşme konusunda zaten iyi bir seviyede olmasına dikkat edilmiş, atılım yapma potansiyeli olan sektörlerde TÜBİTAK tarafından Ar-Ge çalışmalarının desteklenmesi planlanmıştır. Bu anket, Türkiye’de ilk kez bu kadar kapsamlı ve profesyonel bir şekilde sanayinin nabzını tutan bir çalışma olması ve Dijital Türkiye yol haritası hazırlanmasında temel teşkil etmesi bakımından önemlidir. TÜBİTAK desteklediği pek çok proje ve doktora programı ile sanayide dijitalleşme programına devam etmekte, bir yandan da kamu kuruluşlarının dijital olgunluk seviyelerini belirleme çalışmasını yürütmektedir (BİLGEM, 2018). Ancak, Türkiye’nin imalat sanayinin büyük ölçüde KOBİ’lerden oluştuğu ve bunlardan pek çoğunun TÜBİTAK’tan Ar-Ge desteği almadığı düşünülürse, sadece odak sektörlerle dijitalleşme desteği verilmesi Türkiye’nin genel anlamda bu dönüşümü gerçekleştirmesini çok geciktirir. Bu noktada, odak sektörlerle daha fazla ve yoğun çalışmalar yapılırken, ortalama firmaları içeren destek ve teşvik mekanizmalarının da nitelik ve nicelik bakımından artırılması gereklidir.

TÜSİAD’ın Boston Consulting Group (BCG) ortaklığında 2017 yılında 108 teknoloji kullanıcısı ve 110 teknoloji tedarikçisi şirket ile yaptığı araştırma sonuçları da benzer bulgular ortaya koyar. Buna göre Türkiye’de şirketlerin yüzde 90’ı sanayide dijital dönüşüm konusunda bilgi seviyelerinin yüksek olduğunu belirtirken, sadece yüzde 61’i bu dönüşüme hazır olduğunu düşünmektedir. Türkiye’deki şirketler gelişmiş ülkelere nazaran henüz pilot projeleri uygulama, yatırım öncesi ve planlama dönemindedirler. Şirketlerin özellikle strateji geliştirme, yol haritası belirleme ve yönetim yetkinliklerini geliştirme konusunda profesyonel desteğe ihtiyaçları olduğu görülür. Türkiye’nin cari açık problemini ve teknoloji tedarikçisi şirketlerin büyüyememesi sorununu çok iyi açıklayan bir bulgu da Türkiye iç piyasasında teknoloji kullanıcısı ve teknoloji tedarikçisi şirketler arasındaki iletişimsizlik problemidir. Türkiye’deki teknoloji tedarikçisi şirketler pazarda talep sıkıntısı çektiklerini belirtirken, teknolojisini kullanıcısı şirketler yerli tedarikçi olmadığını veya bulamadıklarını ifade etmektedirler. Bu iletişimsizlik, teknoloji kullanıcısı şirketlerin yurtdışından ürün ve hizmet satın almasıyla sonuçlanmakta, yani ithalatı ve cari açığı artırıcı bir etki yapmaktadır. Bu sorunun çözümü için Türkiye’deki teknoloji şirketlerinin içinde bulunduğu ekosistemin arz-talep dengesini sağlamaya yönelik politikalarla geliştirilmesi gereklidir. Tedarikçi ve kullanıcıların birbirinden beklentileri, ürün ve hizmet kaliteleri hakkındaki bilgi ve tecrübeleri üzerinde çalışılmalı, her iki tarafı bir araya getiren platformlar kurulmalıdır. Türkiye’nin teknoloji ithalatını azaltacak ve teknoloji üretimini ülke içinde yapmayı sağlayacak mekanizmalar inşa edilmesi bir yandan dijital dönüşümü hızlandıracak, diğer yandan da dijital dönüşüm teknolojilerinin ülke içinde üretilmesini ve yerlileştirilmesini sağlayacaktır.

Türkiye imalat sanayi büyük oranda KOBİ’lerden oluştuğu için, Endüstri 4.0 devrimini yakalamanın yolu KOBİ’lerin dijitalleşmesinden geçmektedir. Ayrıca, Türkiye bu noktada sadece bu devrimi yakalamak mı yoksa dijital teknolojilerde bölgesel veya küresel bir oyuncu olmak mı istediği

konusunda bir karar vermelidir. Önemli olan bu devrimin ıskalanmamasından ziyade Türkiye'nin dünya pazarlarına dijital ürün, hizmet ve bunları üretilen insan kaynağı sunması, dijital ürün piyasasında içinde bulunduğu bölgenin en büyük tedarikçisi olması konusunda göstereceği kararlılıktır. Türkiye sanayisinin bel kemiğini oluşturan KOBİ'lerde dijital dönüşüm konusunda ciddi bir tedirginlik vardır. Ancak, Türkiye'nin Dijital Devrimi adı altında yayınlanan yol haritasında beşinci bileşen olan 'Kullanıcılar' kapsamında, KOBİ'lerin dijital dönüşümüne destek olacak danışmanlar yetiştirilmesi ve dijital dönüşüm merkezleri açılması yoluyla bu endişe yerini belirlenen hedefler doğrultusunda çalışmaya bırakacaktır. Yine, dijital dönüşüm destek programları ile başta kimya ve ilaç, motorlu kara taşıtları, makine ve teçhizat, yarı iletkenler ve elektronik, ve gıda ve içecek olarak belirlenen odak sektörlerde faaliyet gösteren KOBİ'ler olmak üzere imalat sanayi işletmelerinin dijitalleşme yolculuklarının desteklenmesi planlanmıştır. Kümelenme modeli destek programı da KOBİ'leri dijitalleşme sürecine dâhil edecektir.

Sadece Türkiye'de değil tüm dünyada dijital dönüşüm yolunda en büyük engel olarak dijital dünyaya vakıf ve etkin bir iş gücünün eksikliği olarak belirtilmiştir. Bilişim yetenekleri gelişmiş, akıllı makineleri üreten, kullanan ve yöneten, bu teknolojilerden çıkan verileri analiz edebilen bir işgücü gereksinimi tüm dünyada hızla artmaktadır. Türkiye de bu durumun farkında olarak Dijital Türkiye Yol haritasında 6 temel bileşenden ilkinin 'insan' olarak belirlemiştir. Eğitim alt yapısının geliştirilmesi ve nitelikli işgücü yetiştirilmesini hedefleyen Türkiye bu noktada iki yoldan ilerleyecektir, bunlardan ilki dijital dünyanın ihtiyaç duyacağı iş gücünü yetiştirmek ve bunun için gerekli önlemleri almak, diğeri ise mevcut iş gücünün yetkinliklerinin geliştirilmesini sağlamaktır. Dijital teknoloji kullanıcısı ve geliştiricisi bireyleri yetiştirmek, bu yetkinliklere sahip işgücünün sanayi ile buluşmasını sağlamak, dijital dönüşüm konusunda farkındalığı artırmak ve paydaşlar arasındaki işbirliğini artırmak 'insan' bileşeninin eylem alanları olarak belirlenmiştir. Bu eylem planının gerçekleşmesi için meslek liseleri, meslek yüksekokulları ve üniversitelerin sürekli eğitim merkezlerinden faydalanılması düşünülmüştür. Bu plan dâhilinde 100 bin dijital teknoloji eğitimi almış meslek lisesi mezunu, 5000 dijital teknoloji alanında doktoralı mezun, 100 adet tematik teknik kolej, 50 adet dijitalleşme konusunda eğitim veren sürekli eğitim merkezi hedeflenmiştir (BSTB, 2018b). Bu hedefler doğrultusunda çalışıldığı takdirde hem yüksek teknoloji üreten insan kaynağı yetiştirilmiş hem de insanı dönüştürerek KOBİ'ler ve büyük şirketlerin dijital dönüşümü ivmelendirilmiş olacaktır.

4. DİJİTAL TÜRKİYE YOLUNDA NASIL MESAFE ALINIYOR?

Türkiye sanayisinin yüksek teknolojiye geçişini mümkün kılmak amacıyla Sanayide Yüksek Teknolojiye Geçiş Programı başlatılmış ve bu dönüşümün üç unsur ile gerçekleşmesi öngörülmüştür. Bu üç unsur yerleştirme, 4. Sanayi Devrimi, ve Ar-Ge ve yenilik ekosistemi olarak belirlenmiştir (BSTB, 2018a). Küresel ticaretten daha fazla pay almak ve sanayinin yüksek teknoloji üretme

kapasitesini artırmak amacıyla yüksek teknoloji ürünlerin üretim ve ihracat içindeki payını artırmak için bazı odak sektörler belirlenmiştir.

Sanayide yüksek teknolojiye geçiş programının amaçları dış ticaret açığının azaltılması, imalat sanayinin katma değerinin iki katına çıkarılması, yüksek teknoloji ürünlerin ihracat içindeki payının artması, kendi teknolojisine hâkim bir sanayi oluşturulması ve sanayinin rekabet gücünün artırılması olarak belirlenmiştir (Tablo 2).

Tablo 2. Sanayide Yüksek Teknolojiye Geçiş Programı Amaç ve Çözüm Önerileri

Amaç	Çözüm Önerisi		
1- Dış ticaret açığının azaltılması	1- İthal girdilerin yurt içinde üretilmesi, küresel pazara entegre edilmesi, ve dışa bağımlılığın azaltılması 2- Ara malların yurt içinde üretilmesi		
2- İmalat sanayinin katma değerinin artması 3- Yüksek teknoloji ürünlerin ihracat içindeki payının artması 4- Kendi teknolojisine hakim bir sanayi oluşturulması	En az 2 katına çıkarmak için ODAK SEKTÖRLER belirlendi		
	1-Kimya ve ilaç 2-Elektronik ve yarı iletkenler 3- Makine ve teçhizat 4- Gıda 5- Motorlu kara taşıtları	6- Bilişim ve yazılım 7- Çelik	Kriterler - Büyüme potansiyeli - Ülkeye katkı (Orta-yüksek ve yüksek teknoloji grubunda) - Küresel trendler - Ulusal fizibilite göstergeleri
5- Sanayinin rekabet gücünün artırılması	Yerleştirme Yol Haritaları -Ara malı ithalatında 20 milyar \$'a karşılık gelen, teknoloji düzeyine göre önceliklendirilmiş 43 ürün grubu -Odak sektörlerin 87 milyar \$ ilave katkısı -Yüksek teknoloji ürünlerin ihracat içindeki payını %15 seviyesine gelmesi		

Kaynak: Sanayide Yüksek Teknolojiye Geçiş Programı (2018) esas alınarak yazarlar tarafından hazırlanmıştır.

Türkiye'nin dış ticaret açığını azaltmak için ithal girdilerin yurt içinde üretilerek dışa bağımlılığın azaltılması, mevcut durumda yüzde 73.3 olan ara malı ithalatının azaltılarak bu ürünlerin yurt içinde üretilmesinin sağlanması gerekmektedir. İthal girdilerin yurt içinde üretilmesi katma değer ülke içinde üretilerek gelirin yurtdışına akması ve Türkiye içindeki inovasyon ve istihdam ortamının desteklemesi anlamına gelir. Yerleştirme programında imalat sanayinin katma değerini en az iki katına çıkarmak için yedi odak sektör belirlenmiştir. Bu sektörler kimya ve ilaç, elektronik ve yarı iletkenler, makine ve teçhizat, gıda, motorlu kara taşıtları ve bu sektörlerle doğrudan bağlantısı olan bilişim ve yazılım ile pek çok sektöre girdi sağlayan çelik sektörüdür. Bu odak sektörlerin belirlenmesinde büyüme potansiyeli, orta yüksek ve yüksek teknoloji grubunda olması kaydı ile ülkeye sağlayacağı potansiyel katkı, küresel trendler ve ulusal fizibilite göstergeleri dikkate alınmıştır. Her odak sektör için yerleşme yol haritası hazırlanmış, ara malı ithalatında 20 Milyar Dolar'a karşılık gelen, teknoloji düzeyine göre önceliklendirilmiş 43 ürün grubu belirlenmiştir. Bu sektörlerle odaklanıldığı takdirde ekonomiye 87

Milyar Dolar ilave katkı ve yüksek teknolojili ürünlerin ihracat içindeki payının yüzde 15 seviyesine getirilmesi hedeflenmektedir.

2017 yılında Türkiye imalat sanayinin dış ticaret açığı 43,5 milyar dolar ve yüksek teknolojili ürünlerin imalat sanayi ihracatı içindeki payı yüzde 4,5 olarak gerçekleşmiştir. Buna göre yerleştirme ürün programları başarıyla uygulandığı takdirde elde edilecek olan ilave katkının hem imalat sanayi dış ticaret açığını hem de Türkiye'nin dış ticaret açığını önemli ölçüde kapatması beklenmektedir. 2017 yılında yüzde 4,5 olan, ancak 2018 yılının ilk yedi ayında ortalama yüzde 3,8 (Tablo 1) olan yüksek teknolojili ürünlerin imalat sanayi ihracatındaki payının yüzde 15'e çıkması ihracat gelirlerine ve ihracatın kilogram fiyatına çok olumlu yansımaktır.

Dünyada ülkelerinin sanayilerini canlandırmak için verdikleri teşviklere ve çalıştırdıkları teşvik mekanizmasına bakıldığında, teşvikleri performans kriterleri uygulamadan veren Latin Amerika ve Orta Doğu ülkelerinin sanayileşme politikalarında başarıya ulaşamadığı görülür. Diğer yandan sanayi politikalarını havuç-sopa prensibine dayalı olarak veren Doğu Asya ülkelerinin, performans kriterlerini sağlayamayan şirketlerden hem desteği geri çektikleri hem de bu şirketleri belirli bir süre devlet desteğinden mahrum ettiği bilinmektedir (Rodrik, 2009). Bu noktada Türkiye sanayisinin dijitalleşme sürecinde odak sektörler belirlenmesi çok isabetli olmuştur. Amaç bu sektörlerle fark yaratmak ve hâlihazırda orta-yüksek ve yüksek teknoloji üreten firmaların küresel veya bölgesel bazda rekabetçi olmasını sağlamaktır. Tahminlere göre 2030 yılında dünya pazarlarının yarısı akıllı ürün ve hizmetlerin ticaretini yapacaktır (TÜBİTAK, 2016). Bu pazarlardan hatırı sayılır bir pay alabilmek ancak bu şekilde, zaten ileri seviyede olan sektörleri daha da yukarı taşımakla mümkün olur. Ancak, odak sektörlerin desteklenmesinde çalıştırılacak olan teşvik mekanizmasında bu konuda başarılı ve başarısız olan ülke örnekleri dikkatlice incelenerek Türkiye'ye uygun bir model oluşturmak ve kaynakların etkin kullanımını sağlamak gereklidir. Aksi halde, belirlenen odak sektörlerde başarıya ulaşılamaması, Türkiye'nin dijitalleşme yarışında başka ülkeler çok ileri giderken geri kalması ve mevcut durumunu bile muhafaza edememesi sonucunu doğurur. Aynı zamanda, kıt kaynakların boşa gitmesi, insan kaynağı ve zaman kaybı, ve motivasyon düşüklüğü gibi sonuçlar doğurur.

2018 yılında sanayide yüksek teknolojiye geçiş programı kapsamında belirlenen odak sektörlerle yapılan çalışmalarda her bir sektör için dijital dönüşümle gelen fırsatlar, yüksek teknolojiye geçiş projeleri ve öncelikli olarak yerleştirilecek ürün grupları tanımlanmıştır. Örneğin makine sektörü kendisi için üç boyutlu yazıcılar ve endüstriyel robotların önemli bir fırsat penceresi olduğunu görmüş, birincisi yeni nesil mekatronik sistemler ve akıllı ekipmanlar üretimi, ikincisi de Türkiye'nin Makineleri Programı olmak üzere iki adet yüksek teknolojiye geçiş projesi geliştirmiştir. Makine sektöründe öncelikli olarak yerleştirilecek ürün grupları olarak soğutmada kullanılan kompresörler, metal işlemeye mahsus işleme merkezleri, plastik enjeksiyon makineleri, yağlı hidrolik güç transmisyon kontrol valfleri ve endüstriyel robotlar belirlenmiştir. Aynı şekilde Tablo 2'de belirtilen yedi odak

sektörün her birinde bu şekilde kapsamlı çalışmalar yapılmış ve odak sektörlerin yol haritaları çizilmiştir.

Bu yol haritaları kapsamında belirlenen hedeflere ulaşılması durumunda odak sektörler teknoloji tüketicisi olmaktan çıkarak Endüstri 4.0 ile birlikte gelen fırsatları değerlendiren teknoloji üreticileri konumuna yükselecektir. Bir yandan bu sektörlerin ihracatında yüksek teknoloji ürün payı artacak, diğer yandan da bu sektörlerde yerleşirme başarıldığı için ara malı ithalatı azalacaktır. Sürekli dış ticaret açığı veren bir ülke olarak Türkiye, sanayide yüksek teknolojiye geçiş programında görüldüğü üzere daha çok ithalatı ve dış ticaret açığını düşürmeye yönelik eylem alanları belirlemiştir. Odak sektörlerde yapılan çalışmaların başarılı bir şekilde sonuçlanması, dünyada gittikçe büyüyen dijital ürün ve hizmetler pazarında sağlam bir yer edinmek ve rekabetçi duruma gelmek anlamına gelir ve bu dönüşümden edinilecek fayda katlanarak artar.

Mevcut durumda ihracatı büyük oranda katma değeri düşük ürünlerden oluşan ve dışarıdan girdi olarak üretimini gerçekleştiren Türkiye'nin coğrafi konumu, üretim ve yönetim anlayışı, sürekli dış ticaret açığı veriyor olması Endüstri 4.0 dönüşümünü bir zorunluluk haline getirmiştir. Dijital dönüşümün faydalarından biri de insandan kaynaklanan hataların azalması, üretimin daha verimli, daha ucuz ve daha kaliteli olmasıdır. Değer zincirinin merkezinde bulunan insan dijital dönüşüm ile birlikte eğitim ve donanım düzeyini geliştireceği için daha yaratıcı ve katma değeri yüksek ürünler ortaya koyar (Aydemir, 2018). Bütün bu iyileşmelerin sonucu olarak yaratılan gelir ülke içinde kalır. Ayrıca dijital teknolojilere yapılan yatırımların artması ekonominin büyümesi ve yeni gelişen sektörlerde istihdamın artması ile sonuçlanır. Bu gelişmelerin olumlu bir yansıması da ihracatın ithalatı karşılama oranında görülecek iyileşmedir. Bu oran 2017 yılında bir önceki yıla göre gerileyerek yüzde 67,1 olmuştur (TÜİK, 2018).

Özkan vd. (2018)'ne göre Endüstri 4.0 uygulamalarının etkin bir şekilde kullanılması ülkelerin ihracat performanslarını olumlu yönde etkileyecektir. Artan dijital teknoloji yatırımları başarılı sonuçlar verdiği takdirde, bu ülkeleri küresel piyasalarda daha rekabetçi konuma getirir. Ayrıca ihracatın ve milli gelirin artması, ülkede tüketim, yatırım, tasarruf ve istihdamı arttıran bir etki yapacaktır. Eklemeli imalat gibi teknolojiler bireyselleştirilmiş ürünlerin düşük maliyetle üretimini mümkün kılmaktadır. Bu ise küçük ve orta büyüklükteki işletmelerin müşterilerine düşük maliyetle kişiselleştirilmiş ürünler sunmasına imkân vererek, KOBİ'lerin rekabetçiliğini artıracaktır.

TÜSİAD-BCG (2016) Endüstri 4.0 uygulamalarının ilerleyen yıllarda pek çok ülkenin dünya pazarlarındaki rekabetçilik pozisyonunu değiştireceğini savunur. Buna göre eğer Almanya Endüstri 4.0 uygulamalarını başarılı bir şekilde sürdürür ve Türkiye mevcut koşullarında gözle görülür bir gelişme kaydedemez ise Almanya'ya kıyasla sahip olduğu düşük maliyet avantajını büyük oranda kaybedecektir. Bu devrim ile beraber, üretim maliyetleri yüksek olan ülkeler teknoloji avantajını kullanarak, üretim maliyetleri düşük olan ülkeler ise dijital teknolojilere daha kolay erişme ve bunları

firsata çevirme olanaklarını kullanarak küresel pazarlarda rekabet pozisyonlarını geliştirme şansı elde edeceklerdir. Türkiye'nin de diğer ülkeler gibi dış pazarlarda pozisyonunu muhafaza edebilmesi ve daha rekabetçi bir duruma gelebilmesi Endüstri 4.0 dönüşümünü başarmasına bağlıdır. Endüstri 4.0 yatırımları başarılı sonuçlar vermeye başladığında verimlilik artışı (tahminlere göre yüzde 4-7), maliyet azalması, gelir artışı ve insan kaynağının daha kalifiye olması gibi olumlu sonuçlar elde edilecek ve çarpan etkisi ile süreçlerdeki iyileşmeler teknoloji ve inovasyon ekosistemini geliştirmeye devam edecektir.

Endüstri 4.0 devrimi ile birlikte tüm dünyada kurulacak olan sistemler sistemine entegre olamamanın ve gerekli altyapıyı oluşturamamanın maliyeti ise iş ve ticaret kaybı, uluslararası firmalarla birlikte çalışmamak ve akıllanan sanayinin tüm cihazlarını ithal etmek zorunda kalmak olacaktır. Henüz milli gelirin sadece yüzde 1'ini Ar-Ge harcamalarında kullanan bir ülke olarak Türkiye'nin teknoloji açığını kapatmak için Ar-Ge harcamalarını dijitalleşmenin gerektirdiği alanlara yönlendirmesi ve sürdürülebilir bir inovasyon ekosistemi kurması gereklidir. Türkiye'nin teknoloji açığını kapatmak ancak Ar-Ge harcamalarını doğru alanlara kanalize etmek ve artırmakla mümkün olacaktır. Teknoloji açığının kapanması da beraberinde dış ticaret açığı ve cari açığın kapanmasını getirecektir.

5. SONUÇ

Endüstri 4.0 ile yaşanacak olan dönüşüm sadece imalat sanayini değil, iş yapış şekilleri, çalışma ve çalıştırma tarzı, organizasyon şemaları, üretim planlamadan geri dönüşüme kadar tüm süreçleri kapsayacaktır. Bu bağlamda Endüstri 4.0, gelişmekte olan ülkeler ve Türkiye için bir fırsat olarak okunmalıdır. Türkiye esnek çalışma tarzı, genç ve teknoloji yetkinliği yüksek demografik yapı ve dijital teknolojilerin akıllı bir sentezini oluşturduğu takdirde, ilerleme yolunda bazı aşamaları gelişmiş ülkelere göre daha hızlı geçme şansına sahiptir. Sanayideki dijitalleşme akımı iyi değerlendirildiği takdirde, Türkiye'ye hâlihazırda ürettiği orta yüksek ve orta düşük teknoloji seviyesinden bir sıçrama yaparak daha çok yüksek teknoloji üretimine geçme olanağı sağlayabilir. 2000'li yıllardan itibaren gelişmiş ülkelerin yoğunlaştığı sanayide dijitalleşme konusunda Türkiye'de de son yıllarda ciddi çalışmalar yapılmaktadır. Türkiye'nin açıklanan strateji belgeleri, yüksek teknolojiye geçiş programı ve dijitalleşme yol haritası göz önüne alındığında konu hakkında doğru tespitler yapıldığı görülmektedir. Türkiye'nin mevcut durumda ihracatı içindeki orta yüksek ve yüksek teknoloji ürün payını artırmaya odaklanmış olan strateji belgeleri, bir yandan sanayideki dijitalleşme dalgasını geç kalmadan yakalamayı hedeflerken, diğer yandan Türkiye'nin dış ticaretinin kronik problemlerini çözmeyi hedeflemekte, ihracattaki teknoloji yoğunluğunu artırmayı, yerlileştirme projeleri ile üretimdeki ithal girdi oranını azaltmayı ve ülke içinde yaratılan katma değeri en az iki katına çıkarmayı planlamaktadır.

Hem Türkiye'yi hem de gelişmiş veya gelişmekte olan tüm dünya ülkelerini bir anda daha etkin, daha verimli ve daha çevreci olmaya iten Endüstri 4.0 akımı Türkiye'nin dış ticaret açığının azaltılması için ivedilikle değerlendirilmesi gereken bir fırsattır. Uzun yıllar orta gelir grubundan bir sıçrama

yaparak yüksek gelir grubuna geçemeyen Türkiye'nin dışarıdan gelen itici bir gücün etkisiyle kronik sorunlarının üzerine gitmesi zorunlu hale gelmiştir. Türkiye bu noktada ya sanayisi ve çalışma sistemlerini akıllı hale getirerek bu süreçte ihtiyaç duyulan ekipmanları da üreten bir konuma yükselecek, ya da dijitalleşen dünyada gerekli olan üretim ekipmanlarını kendi üretemeyip ithal ederek cari açığının büyümesini seyredecektir. Bu bakımdan Endüstri 4.0 vakit kaybetmeden pozisyon alındığı takdirde Türkiye imalat sanayi ve ihracatı için bir fırsat olur. Ancak uyum sağlama ve hazırlık yapmada gecikildiği takdirde, bugünkü duruma göre daha da artan bir dış ticaret açığı, milli gelir seviyesinde düşme, üretim ve ihracattaki teknoloji yoğunluğunda azalma olarak karşımıza çıkan pek çok tehdit söz konusu olacaktır.

KAYNAKÇA

- Aydemir, H. (2018) ‘Sanayi 4.0 ve Türkiye Ekonomisi Açısından Etkileri’, *Sosyoekonomi*, 26(36): 253-261.
- BİLGEM (2018) ‘Dijital Olgunluk Modeli ve Rehberliği Projesi’, <http://bilgem.tubitak.gov.tr/tr/urunler/dijital-olgunluk-modeli-ve-rehberligi-projesi>, (20.09.2018)
- Boyes H., Hallaq B., Cunningham J. ve Watson T. (2018) ‘The Industrial Internet of Things (IIoT): An Analysis Framework’, *Computers in Industry*, 101:1-12.
- Floyer D. (2013) ‘Defining and Sizing the Industrial Internet’, Wikibon, http://wikibon.org/wiki/v/Defining_and_Sizing_the_Industrial_Internet (19.09.2018)
- German Standardization Roadmap for Industry 4.0 (2016) <https://www.din.de/blob/65354/57218767bd6da1927b181b9f2a0d5b39/roadmap-i4-0-e-data.pdf>, (30.07.2018).
- Gür N., Ünay S. ve Dilek Ş. (2017) ‘Sanayiye Yeniden Düşünmek. Küresel Teknolojik Dönüşümün Dünya ve Türkiye Ekonomisine Yansımaları’, İstanbul: SETA Kitapları.
- Hashem I. A. T., Yaqoob I., Anuar N. B., Mokhtar S., Gani A. ve Khan S. U. (2015) ‘The Rise of “Big Data” on Cloud Computing: Review and Open Research Issues’, *Information Systems*, 47: 98–115.
- Hermann M., Pentek T. ve Otto B. (2015) ‘Design Principles for Industrie 4.0 Scenarios: A Literature Review’, Working Paper No. 01/2015, Technical University of Dortmund and Audi.
- IIoT (2018) ‘What Is the Industrial Internet?’, <https://www.iiconsortium.org/about-industrial-internet.ht> (20.09.2018).
- IKEA (2018) <https://www.ikea.com/gb/en/customer-service/ikea-apps/> .
- Kadıoğlu Ö., (2017) ‘Dünya Yüksek Teknolojili Ürün İhracatında 102 Sıradayız’, *Dünya Gazetesi*, <https://www.dunya.com/kose-yazisi/dunya-yukse-tekno-urun-ihracatinda-102-siradayiz/359870>, (27.04.2017)
- Kagermann H., Anderl R., Gausemeier J., Schuh G., Wahlster W. (2016) ‘Industrie 4.0 im Globalen Kontext’, *Acatech Studie*, <https://www.acatech.de/wp->

content/uploads/2018/03/acatech_de_STUDIE_Industrie40_global_Web.pdf
(14.09.2018).

- Kagermann, H., Lukas W. ve Wahlster W. (2011) 'Industrie 4.0: Mit dem Internet der Dinge auf dem Weg zur 4. industriellen Revolution', VDI nachrichten, 13.
- Kagermann, H., Wahlster W. ve Helbig J. (2013) 'Recommendations for Implementing the Strategic Initiative Industrie 4.0: Final Report of the Industrie 4.0 Working Group'.
- Kagermann, H., Wahlster W. ve Helbig J. (2015) 'Abschotten ist keine Alternative', VDI Nachrichten, 16.
- Kahraman, H. (2018a) 'Nesnelerin İnterneti'nde Dijital İkizlerin Yükselişi', Türkiye'nin Endüstri 4.0 Platformu, <http://www.endustri40.com/nesnelerin-internetinde-dijital-ikizlerin-yukselisi/>, (05.07.2018).
- Kahraman, H. (2018b) 'Yapay Zekâ Ülke Yönetebilir mi?', Türkiye'nin Endüstri 4.0 Platformu, <http://www.endustri40.com/yapay-zeka-ulke-yonetebilir-mi/>, (05.07.2018).
- Kesayak, B. (2018) 'Endüstri 4.0'da Sensörlerin Önemi', Türkiye'nin Endüstri 4.0 Platformu, <http://www.endustri40.com/endustri-4-0da-sensorlerin-onemi/>, (05.07.2018).
- Kundak, S. ve Aydoğuş, İ. (2018) 'Türkiye'de İmalat Sanayinin İthalata Bağımlılığının Analizi', Gaziantep University Journal of Social Sciences, 17 (1): 252-266.
- Li D. X., Xu E. L. ve Li L. (2018) 'Industry 4.0: State of the Art and Future Trends', International Journal of Production Research, 56(8): 2941-2962.
- Nuroğlu, E. (2018a) 'Sanayide Dijital Dönüşüm Yarışında Türkiye'nin Dış Ticareti için Fırsatlar ve Tehditler', 14th International Conference on Knowledge, Economy & Management Proceedings, İstanbul.
- Nuroğlu, E. (2018b) 'İlan Edilen Devrim: Endüstri 4.0', Anadolu Ajansı Analiz <https://aa.com.tr/tr/analiz-haber/ilan-edilen-devrim-endustri-40/1068480> (8.03.2018).
- Özkan M., Al A., Yavuz S. (2018) 'Uluslararası Politik Ekonomi Açısından Dördüncü Sanayi-Endüstri Devrimi'nin Etkileri ve Türkiye', Siyasal Bilimler Dergisi, 1(1), <http://dergipark.gov.tr/download/article-file/463762> (19.09.2018).
- Rodrik D. (2009) 'Industrial Policy: Don't Ask Why, Ask How', Middle East Development Journal, 1(1): 1-29.
- Schwab, K. (2017) 'Dördüncü Sanayi Devrimi', İstanbul: Optimist Yayınevi.

- Siemens (2016) ‘Endüstri 4.0 Yolunda’, İstanbul.
- BSTB (2018a) ‘Sanayide Yüksek Teknolojiye Geçiş Programı’.
- BSTB (2018b) ‘Türkiye’nin Sanayi Devrimi Dijital Türkiye Yol Haritası’
<https://www.sanayi.gov.tr/tsddtyh.pdf>, (29.07.2018)
- Tao F., Cheng J., Qi Q., Zhang M., Zhang H. ve Sui F. (2017) ‘Digital Twin-Driven Product Design, Manufacturing and Service With Big Data’, International Journal of Advanced Manufacturing Technology, 94 (9-12): 3563–3576.
- TÜBİTAK (2016) ‘Yeni Sanayi Devrimi Akıllı üretim Sistemleri Teknoloji Yol Haritası’.
- Türkiye İhracatçılar Meclisi (2017) ‘Ekonomi ve Dış Ticaret Raporu’,
http://www.tim.org.tr/files/downloads/Raporlar/T%C4%B0M_Ekonomi_Raporu_2017.pdf, (30.07.2018).
- Türkiye İstatistik Kurumu (2018) ‘Dış Ticaret İstatistikleri’
<http://www.tuik.gov.tr/PreHaberBultenleri.do?id=27789>, (31.07.2018).
- TÜSİAD ve BCG (2016) ‘Türkiye’nin Küresel Rekabetçiliği için Bir Gereklik Olarak Sanayi 4.0: Gelişmekte Olan Ekonomi Perspektifi’, İstanbul: TÜSİAD.
<http://www.tusiad.org/indir/2016/sanayi-40.pdf> (03.02.2018).
- TÜSİAD ve BCG (2017) ‘Türkiye’nin Sanayide Dijital Dönüşüm Yetkinliği’, Yayın No: TÜSİAD-T/2017,12 – 589, İstanbul.
- Yalçın, M. F. (2018) ‘Küresel Rekabette Türkiye Açısından Dönüm Noktası: Sanayi 4.0’, Sosyoekonomi, 26(36): 225-233.
- Yazıcı, Ahmet (2016) ‘Endüstri 4.0 ve Otonom Robotlar’, Elektrik Mühendisliği, 459.