

**SANAYİDE DİJİTAL DÖNÜŞÜM SÜRECİ VE GENEL İKTİSADİ GÖRÜNÜM**  
**DIJİTAL TRANSFORMATION OF INDUSTRY AND GENERAL ECONOMIC VIEW**

**Gelengöl KOÇASLAN\***

**Öz**

*Endüstri 4.0 teknolojik yeniliklerin üretim süreçlerine hakim olduğu bir süreçtir. Dolayısıyla bu sürece adapte olmak ve sonrasında da rekabet gücü elde edebilmek için öncelikle teknolojiye yatırım yapılması ve bu yatırımların sürdürülebilirliği için de gerekli altyapının oluşturulması gerekmektedir. Bu makale endüstri 4.0 sürecinin teknolojik yeniliklerini, sektöre getirdiği avantajları açıklamakta ve mevcut durumu endüstri 4.0 gerekliliklerini dikkate alarak, güncel araştırmalar ile iktisadi perspektiften sunmaktadır.*

**Anahtar Kelimeler:** *Endüstri 4.0, Sanayi Devrimi, Nesnelerin İnterneti, Akıllı Üretim, Büyük Veri.*

**JEL Sınıflandırması:** *B22,014,031,033.*

**Abstract**

*Industry 4.0 is a process where technological innovations possess. Thus to be adapted to this process and gain competitiveness, it is a must to invest in technology and to prepare a substructure in order to provide sustainability of these investments. This paper reveals the technological innovations of industry 4.0, the advantages it brings to the sector and presents the current situation with recent research from an economic perspective considering the requirements of industry 4.0.*

**Keywords:** *Industry 4.0, Industrial Revolution, Internet of Things, Smart Manufacturing, Big Data.*

**JEL Classifications:** *B22,014,031,033.*

---

\* Doç.Dr. , İstanbul Üniveristesi İktisat Fakültesi İngilizce İktisat Bölümü, kocaslan@istanbul.edu.tr

## 1.GİRİŞ

Endüstri 4.0 kapsamlı bir dijital dönüşümü; dijitalizasyonu ifade etmektedir. Dijital dönüşüm “bir materyali dijital sürümlerine çevirmenin ötesinde, bunu gerçekleştirebilme hususundaki stratejiler ve iş modelindeki dönüşümler” olarak tanımlanmaktadır (Aybek, 2017: 67, Ertuğrul, Deniz, 2018: 160). Sanayide dijitalleşme; çevre politikaları, enerji politikaları, toplum sağlığı, nesnelere interneti ve akıllı şehirler temelli teknoloji politikaları, araştırma geliştirme politikaları, inovatif düşünce, sosyal medya politikaları, bulut bilişim, blockchain, big data sistemleri , dijital oyun endüstrisi, akıllı ürünler, yeni tüketici politikaları, değer network sistemleri, dijital madencilik, işletmelerde dijital dönüşüm, sanayide dönüşüm politikaları, denizcilik ve havacılık sektörleri, yeni ürün politikaları, dijital inovasyon, dijital dönüşüm, siber fiziksel sistemler, makine endüstrisi açısından da önem arz etmektedir (Midttun ve Piccini, 2017, Haggerty, 2017, Woodhead vd. , 2018, von Leipzig vd. , 2017, Al-Ruithe vd. , 2018, Nucciarelli vd. , 2017, Ibarra vd. , 2018, Sganzerla vd. , 2016, Miehe vd. , 2018, Pagoropoulos vd. , 2017, Hinings vd. , 2018, Goerzig ve Bauernhansl, 2018.)

Süreç 18. yüzyıl buhar makineleri ile üretim artışının sağlandığı Endüstri 1.0, 20. yüzyıl seri üretim ve elektrik enerjisi kullanımı ile Endüstri 2.0, üretimde dijital sistemlerin ön plana çıktığı Endüstri 3.0 ve nihayet değişen, farklılaşan istek ve beklentilere karşılık vermek amacı ile internet temelli etkileşim odaklı Endüstri 4.0 olarak ilerleme kaydetmiştir (Yıldız, 2018: 547, Can ve Kıymaz, 2016, Sayer ve Ülker, 2014, Witkowski, 2017, Ertuğrul ve Deniz, 2018: 163, Drath ve Horch, 2014: 56, Hermann vd., 2016: 3. Özkan vd. , 2016, Bauernhansl ve Hompel, 2014).

Başlıbaşına bir rekabet stratejisi olarak karşımızda duran endüstri 4.0 konsepti ilk olarak 2011 yılında Almanya Hannover Fuarı'nda dile getirilmiş ve Alman hükümetinin Yüksek Teknoloji Stratejisi 2020 Eylem Planı'nda kendisine yer bulmuştur (Yıldız, 2018:547, Ertuğrul ve Deniz, 2018:163, Drath ve Horch, 2014: 56, Hermann vd. , 2016: 3).

Üretim sürecinde daha fazla esneklik öngören Endüstri 4.0, sözkonusu esnekliğin üretim hattının planlama departmanı , müşteriler ve tedarikçiler entegrasyonu ile gerçekleşebileceği böylelikle özelleştirilmiş ürünlerin pazara sunulmasının daha hızlı ve daha kısa teslimat süreleri ile daha düşük maliyetlerle sağlanabileceğini öngörmektedir (Toker, 2018: 53, Fallera ve Feldmüllera, 2015, Oesterreich ve Teuteberg, 2016, Lu, 2017).

Günümüzde rekabet gücünü koruyabilmek için bir gereklilik niteliğindeki Endüstri 4.0 makinelerin hem kendilerini hem de üretim süreçlerini yönettiği, bilgisayar ve yazılım aşamalarının üretim süreçlerine dahil edildiği akıllı sistemleri ve çeşitli şirketler, fabrikalar, tedarikçiler, lojistik, kaynaklar, müşteriler arasındaki iletişim ağı ve teknolojiler bütünüdür (Yıldız, 2018:548, Can ve Kıymaz, 2016, Erol vd. , 2016, Andreas vd. , 2016).

Endüstri 4.0 hem ulusal hem uluslararası ekonomiler için sonuçları olan bir süreçtir. Öyle ki; üretimde artan otomasyon ucuz işgücü avantajı nedeniyle doğrudan yabancı sermayeyi kendilerine çeken ülkeler için bir tehdit oluşturmaktadır. Şüphesiz

artan otomasyon, daha çok dijitalleşme ve daha az insan emeğinin üretim süreçlerine dahil edilmesi anlamına gelmektedir. Dolayısıyla işsizlik bu sanayi devriminin ilk aşamada ortaya çıkacak sonuçlarından bir tanesidir. Elbette süreç bir yandan da yeni işkollarında istihdam olanakları sağlamaktadır. Fakat sözkonusu işkolları yüksek teknoloji kullanan alanlarda son derece kalifiye elemanlar için istihdam edilme olanağı sağlayacaktır.

“Sanayide Dijital Dönüşüm Süreci ve Genel İktisadi Görünüm” başlıklı çalışma endüstri 4.0 teknolojilerinin ve getirilerinin sıralandığı birinci bölüm, endüstri 4.0’da mevcut görünüm, dünyadaki düzenlemeler, yapılmakta olanlar ve halen yapılması gerekenlerin Türkiye’deki iktisadi dinamiklere yer verilerek açıklandığı ikinci bölümün ardından sonuç bölümü ile tamamlanmaktadır.

## **2. ENDÜSTRİ 4.0 TEKNOLOJİLERİ**

Endüstri 4.0 teknolojik anlamda sektördeki üreticilere gerekse tüketicilere aşağıda sıralanan yenilikleri sunmaktadır (Yıldız, 2018: 549, Andreas vd. , 2016, Thames ve Schaefer, 2016, Mrugalska ve Wyrwicka, 2017, Ertuğrul ve Deniz, 2018, Bulut ve Akçacı, 2017: 54, Özkan vd. , 2014:10,11, Koca, 2018: 246, Albers vd. , 2016: 262, Almada-Lobo, 2015: 16, Soylyu, 2018: 45-48):

- Radyo Frekansı Tanımlama (Radio Frequency Identification-RFID),
- Kurumsal Kaynak Planlaması (Enterprise Resource Planning-ERP),
- Nesnelerin İnterneti (Internet of Things-IoT),
- Nesnelerin Endüstriyel İnternet’i (Industrial Internet of Things-IIoT),
- Siber-Fiziksel Sistemler (Cyber-Physical Systems- CPS),
- Bulut tabanlı imalat (Cloud Based Manufacturing-CBM),
- Akıllı Fabrika,
- Akıllı Ürün
- Akıllı Şehir,
- Dijital Sürdürülebilirlik,
- Dağıtım Ve Tedarikte Yeni Sistemler,,
- İnsan İhtiyaçlarına Uyum,
- Tedarik Zincirinin Şeffaflaşması,
- Siparişlerin (İşlemlerinin) Basitleştirilmesi,
- Bilgi Kanallarının Sadeleştirilmesi,
- Tedarik Edilen Makine Teçhizatın Kontrolünün Hızlanması,
- Stokların Optimizasyonun Kolaylaştırılması,
- Teslimatta Güvenin Yükseltilmesi,
- İnsan Ve Makine İşbirliğinin Sağlanması,
- Üretimde Esnekliğin Ve Yüksek Verimliliğin Sağlanması.
- Personel Seçimi Ve Eğitiminin Kolaylaşması,
- İşletme Organizasyonunda Yetki Ve Sorumlulukların Daha Kolay Belirlenmesi,
- Örgütsel İletişimin Yükseltilmesi, Bilgi Dağılımının Eş Zamanlı Ve Kolayca Yapılması,

- İşgücü Ve Verimliliğin Yükseltilmesi.
- Özerk Taşıtların Ortaya Çıkması Ve Hızlı Bir Şekilde Yayılması,
- İleri Robot Teknolojisinin Gelişmesi,
- 3d Yazıcıların Gelişimi,
- Rekabet Artışı,
- Esneklik Artışı,
- Kalite Artışı,
- Zaman Tasarrufu,
- Risk Dağılımı,
- Sağlamlık,
- Makul Fiyat,
- Çevre Dostu Politikalar,
- Düzenli İşleyen Talep Zinciri,
- Üretkenliği,
- Verimlilik,
- Yenilikçi Hizmetler,
- Yeni İstihdam Alanları,
- Kobi'ler Ve Yeni Teşebbüsler İçin Fırsatlar,
- Düşük Enerji Maliyetleri,
- Düşük Kişisel Maliyetler,
- Birlikte Çalışabilirlik,
- Sanallaştırma,
- Yerinden Yönetim,
- Gerçek Zamanlı Yetenek,
- Platform Odaklı Hizmetler,
- Modülerlik,
- Akıllı Robotlar,
- Büyük Veri,
- Bulut Bilişim Sistemleri,
- Simülasyon,
- Sanal Gerçeklik,
- Yatay Ve Dikey Entegrasyon,
- Siber Güvenlik Odaklı Bir Teknolojik Sistemler.

Bütün bu teknolojiler içerisinde özellikle siber fiziksel sistemler ve nesnelerin interneti endüstri 4.0 sürecinin adeta kalbinde yer almaktadır. Gerçek ya da fiziksel ve sanal ya da dijital dünyayı bir araya getiren, fiziksel dünyanın dijital verilerle algılanabilmesinin yanısıra komuta edilebilmesini de mümkün kılan siber fiziksel sistemler; entegre edilmiş iletişim, bilgi işlem, kontrol ve sensör sistemlerini kapsamakta olup; nesnelerin interneti, iletişim ve bulut bilişim sistemleri teknolojilerinin entegrasyonu ile şekillenmiştir (Dengiz, 2017:39, Jirkovský vd. , 2017, Kagermann vd. , 2013). İlk olarak 1999 yılında Kevin Ashton'un Procter & Gamble için hazırladığı sunumda kullanılan nesnelerin her an her zaman birbirlerine bağlanabilirliği ve bu sayede de verilerin kontrolünün sağlanabilmesi teknolojisini ifade etmektedir (Özkan vd.

:12, Çavdar ve Öztürk, 2018, Keseayak, 2017). Endüstri 4.0 ile gündeme gelen, kullanıcılara ileri işlevsellik, güvenilirlik, geleneksel ürün kullanımının ötesinde fırsatlar sunan akıllı ürünler; bilgi taşıyan ve üretim sistemine geribildirim sağlayan sensörlerle ve ürünlerin veya kullanıcıların durumunun ölçülmesi/izlenmesi, sonuçlara göre analiz edilmesi gibi çeşitli fonksiyonlarla donatılmıştır (Yıldız, 2018: 548 ,549, Jian vd. , 2016, Hofmann ve Rüşch, 2017). IoT, sensörler, bioçipler, Wi-fi Zigbee, GPS, Bluetooth ile toplanan gerekli veriler depolanmakta, depolanan bu veriler makine öğrenim yöntemleri ile analiz edilmekte ve gerekli iyileştirmelerin yapılmasına imkan vermektedir (Özkan vd. :12, Bayuk ve Öz, 2017, s. 43, Gökrem ve Bozuklu, 2016, s. 49).

### **3. ENDÜSTRİ 4.0'DA MEVCUT GÖRÜNÜM VE İKTİSADİ DİNAMİKLER**

Bütünüyle teknolojik ve inovatif bir dönüşüm gerektiren endüstri 4.0 sürecinde;

- Sistemin izlenmesinin ve arıza teşhisinin kolaylaştırılması,
- Sistemlerin ve bileşenlerinin öz farkındalık kazanması,
- Sistemin çevre dostu ve kaynak tasarrufu davranışlarıyla sürdürülebilir

olması ,

- Daha yüksek verimliliğin sağlanması,
- Üretimde esnekliğin artırılması,
- Maliyetin azaltılması,
- Arttırılmış müşteri memnuniyeti,
- Yeni hizmet ve iş modellerinin geliştirilmesi beklenmekte ise de sistemin

içerisinde;

- Ölçümü zor ekonomik faydalar ve aşırı yatırım ihtiyacı,
- Öğrencilerin yetkinliklerle mezun edilmesi gerekliliği,
- Yetkin çalışan yetersizliği,
- Uluslararası standartlardaki eksiklikler,
- Rekabet verisinin kullanımını düzenleyen kanunlardaki yetersizlikler,
- Yatırımlarla ilgili vergi teşviklerinin yetersiz olması,
- Standart dönüşümleri, yasal düzenleme ve sertifikasyon eksikleri,
- Ar - ge faaliyetlerine teşvik ve özendirilmede yaşanan yetersizlikler,
- Network altyapısının iyileştirilmesi gerekliliği,
- Dışarıya ait verinin kullanımı ile ilgili kanuni düzenlemelerin yetersizliği

halihazırda çözüm, bekleyen konular olarak karşımızda durmaktadır (soylu, 2018:49, baysal, 2015:19).

Endüstri 4.0 sürecinde yatırım koruması, istikrar, veri güvenliği ve gizliliği ve siber güvenlik -bilişim güvenliği, bilişim ürünleri/cihazları ile bu cihazlarda işlenmekte olan verilerin gizliliği, bütünlüğü ve sürekliliği alanlarında çeşitli önlemler alınması bu alanlarda gerekli hukuki altyapının da sağlanması bir zorunluluk olarak karşımıza çıkmış ve çeşitli düzenlemeler yapılmıştır (Ertuğrul ve Deniz, 2018: 163, 164, Drath ve Horch, 2014: 58, Özsoylu, 2017:55, 56):

- İnternet kullanımının olumsuz sonuçları karşısında Bilişim ve Teknoloji Hukuku uygulamaya konmuştur,
- “Bilişim Etiği” ilan edilmiştir,
- Bedeli ödenmemiş yazılımın kopyalanamayacağı gibi konularda hukuki çerçeve belirlenmiştir,
- “Bilişim Suçları” her ülkede yasal çerçeveye kavuşturulmuştur,
- Türkiye’de 5651 sayılı kanun - İnternet Ortamında Yapılan Yayınların Düzenlenmesi Ve Bu Yayınlar Yoluyla İşlenen Suçlarla Mücadele-yi kapsamaktadır,

Endüstri 4.0 sürecinde ön plan çıkan bir diğer konu ise eğitimidir. Eğitim politikalarının endüstri 4.0 sürecini anlamayı ve bu sürece entegre olmayı kolaylaştıracak bir yapıya dönüştürülmesi şarttır. Bu noktada programlama ve yazılım ile tasarım ve donanım ağırlıklı iki kategoride yapay zekâyı yönlendirme, simülasyonların yapılabileceği matematiksel modellerin fiziksel halini dijital ortamda deneyimleme imkanlarını içeren programlama, veri madenciliği, network uzmanlığı, kriptografi ve siber güvenlik, yapay zeka, kullanıcı ara yüzü tasarımı, bilgisayar destekli tasarım, bilgisayar destekli mühendislik, 3B yazıcılar, sistem tasarımı ve analizi, PLM (Product Lifecycle Management) yazılımları, marka değeri ve pazarlama başlıklarını bünyesinde barındıran eğitim programları oluşturulmalıdır (Şener ve Elevli, 2017: 33-35).

Endüstri 4.0 ABD’de “Endüstriyel İnternet” ve Çin’de “İnternet +” olarak ifade edilmektedir (Toker,2018: 53, Mrugalska ve Wyrwicka, 2017). Endüstri 4.0’ın makro etkilerini şimdiden analiz eden ülkeler çeşitli Ar-Ge faaliyetleri ve iş birliği anlaşmalarını yürürlüğe koymaya başlamışlardır. Almanya ile Çin arasında 15 Temmuz 2015 “Yenilikte Birlikte” iş birliği planı, 19 Ocak 2016 “Bilim ve Teknoloji” memorandumunu, 18 Ekim 2016 BMWi-Çin iş birliği çerçevesi, 29-30 Kasım 2016 BMWi-Çin sempozyumu ve Almanya ile Japonya arasında 19 Mart 2017 “Hannover Beyannamesi” sözkonusu işbirliği örnekleridir (Özkan vd. 13).

İktisatçı Schumpeter’in yaratıcı-yıkım yaklaşımı teknolojik yeniliklerin eskilerini yıkarak onların yerine geçeceğini öngörmektedir (Özkan vd. 14, Duran ve Saraçoğlu, 2009, s.59). Bu öngörü geçerliliğini bir noktada korumuş görünmekle birlikte; Endüstri 4.0 ile birlikte John Maynard Keynes’in “işgücü kullanımından tasarruf etme araçlarını keşfetmiş olmamız onun için yeni kullanımlar bulma hızına ağır basıyor” endişesini haklı çıkaracak sinyaller vermektedir (Özkan vd. :14,15, Schwab, 2017, s. 44, Kazdağlı, 2015, s.21-22). Endüstri 4.0 sürecinde ihtiyaç duyulan insan gücünün yüksek standartlara sahip olması bir gereklilik olarak karşımızda durmaktadır (Ertuğrul ve Deniz, 2018: 166, Bonekamp ve Sure, 2015: 33). Dünya Ekonomik Forumu (WEF) Yazılım ve Toplumun Geleceği Üzerine Küresel Gündem Konseyi’nin 800 üst düzey yönetici ile gerçekleştirdiği araştırmayı “Derin Değişim- Teknolojinin Dönüm Noktaları ve Sosyal Etkisi” başlığı altında Eylül 2015’te yayımlandığı raporda yeni teknolojilerin sağlayacağı yeni iş kolları şu şekilde sıralanmıştır (Soylu, 2018:49, Baysal, 2015:19, WEF, 2015: 8-30, Şener ve Elevli, 2017):

- İmplant edilebilir teknolojiler,
- Dijital varlığımız,
- Yeni arayüz olarak görüş teknolojisi,

- Giyilebilir internet,
- Bilişim teknolojileri,
- Ceplerdeki süper bilgisayar,
- Herkes için depolama alanı,
- Nesnelerin interneti,
- Bağlantılı ev,
- Akıllı kentler,
- Kararlar için büyük veri,
- Sürücüsüz otomobiller,
- Yapay zeka ve karar alma,
- Yapay zeka ve beyaz yakalı işler,
- Robotik hizmetler,
- Bitcoin ve blockchain,
- Paylaşım ekonomisi,
- Hükümetler ve blockchain,
- Endüstriyel yazılım programcıları
- Bilişim sistemleri ve nesnelerin interneti çözüm üreticisi
- Endüstriyel veri analiz uzmanı
- Robot koordinatörü, programcısı, tamircisi
- Üretim teknolojileri uzmanı
- Akıllı şehirler planlayıcılar
- Ürün tasarımcı ve üreticiler,

Endüstri 4.0 ile beraber dış ticaretin kapsamı da değişmekte ve yeniden şekillenmektedir. Dış ticarete e-kitaplar, film ve müzikler, bilgisayar oyunları, teknik çizimler ve bilişim hizmetlerini içeren veri ticareti de dahil olmaktadır (Özkan vd. 15, Kazdağlı, 2015, s.31). Dış ticarete yüksek teknolojlili ürünlerin dahil edilmesiyle birlikte sözkonusu ürünlerin üretici konumundaki ülkeler küresel piyasalarda rekabet güçlerini artırmakta, yakaladıkları rekabet avantajı ile yüksek fiyatlı bu ürünlerin artan ihracatı dış ticaret bilançosunu olumlu etkilemekte, GSYİH'yı artırmakta ve böylelikle de yeni istihdam olanakları yaratmaktadır (Özkan vd. :16, Seyidoğlu, 2013, s.337).

Gündemi "Sanayi 4.0" olarak belirlenen 2016 şubat ayı Bilim Teknoloji Yüksek Kurulu toplantısında, sanayideki yeni çağa uyumun önemi kapsamında yapay zeka, akıllı robotlar, 3-D yazıcılar, nesnelerin interneti, büyük veri ve bulut sistemleri ele alınmıştır (Yüksekbilgili ve Çevik, 428). TÜSİAD tarafından hazırlanan raporda sanayi 4.0'ın ekonomiyi büyüteceği, sözkonusu büyümenin GSYİH'da % 1 ve üzeri bir ek büyüme ve 150-200 milyar TL düzeyinde ek gelir anlamına geldiği, ancak bu değerlerin bütüncül bir sanayi stratejisi ve dönüşüm programı ile yakalanabileceği, sanayi 4.0 teknolojilerini üretim sürecine dahil etmek için üreticilerin on yıllık süreçte gelirlerinin yılda yaklaşık %1-1.5'ini meydana getiren 10-15 milyar TL civarında yatırım yapmaları gerektiği, sanayi 4.0 ile özellikle üretim, kalite ve bakım alanlarında düşük nitelikli çalışanların yerini otomasyon sistemlerin alacağı ve uzun vadede bu değişimden etkilenme oranının % 20-30 düzeyinde olmasının beklendiği kaydedilmiştir (TÜSİAD, 2016:45). Endüstri 4.0 sürecinde Türkiye'deki genel tablo incelendiğinde coğrafi konumunun sağladığı lojistik

avantajının yanı sıra, sahip olduğu görece düşük maliyetli işgücü ile küresel piyasalarda rekabetçi bir görünüm sergilemekte ise de; ihracatta yüksek ithalat bağımlılığı, toplam üretim içerisinde katma değerli ürünlerin payının düşük olması, işgücünün sınırlı yetkinlikleri, çalışanların işten ayrılma hızının yüksek olması gibi yapısal zorluklarla mücadele edilmesi zorunluluğu, endüstri 4.0 dönüşüm sürecinde rakiplerden daha fazla mücadele gerektirmesi nedeniyle sözkonusu rekabet gücünü zayıflatıcı etkenler olarak ortaya çıkmaktadır (TÜSİAD, 2016:33, 34).

TÜSİAD 2017 yılında “Türkiye’nin Sanayide Dönüşüm Yetkinliği” üzerine teknoloji kullanıcısı ve tedarikçisi şirketlerle gerçekleştirdiği bir diğer araştırma sonucunda sözkonusu şirketler arasındaki kopukluğa ve halen yatırım öncesi ve planlama döneminde olduğuna dikkat çekmiştir (TÜSİAD, 2017). Yapılan araştırmada ayrıca dijital teknolojilerde arz ve talebin buluşması ihtiyacı üzerinde durularak; yerli tedarikçilerin kurumsallaşmaları, yetkinleşmeleri, ölçeklenmeleri, talep edilen kalite ve standartlara sahip olmaları, nitelikli iş gücü, veri güvenliği, hızlı internet altyapısı, robot ve otomasyon, büyük veri ve analizleri, yapay zeka ve akıllı sistemler temel gereklilikler olarak öne çıkmıştır (TÜSİAD, 2017:54-56).

Endüstri 4.0 sürecinde Türkiye’nin sahip olması, geliştirmesi ve sürdürülebilir kılması gerekenler yatay/dikey entegrasyon, büyük veri analizleri, endüstriyel internet, robot ve otomasyon, yapay zeka ve akıllı sistemler, siber güvenlik yazılımları, dönüşüm için ihtiyaç duyulan rehberlik ve danışmanlık hizmetlerinin sağlanması, vergi ve teşviklerle bu alandaki yatırımların cazip kılınması, gelecekte karşılaşılması muhtemel sorunlar için gereken hukuki altyapının şimdiden oluşturulması, Ar-Ge ve inovasyon merkezlerinin kurulması ve kamu tarafından teşvik edilmesi, üniversiteler ile sanayi arasındaki işbirliğinin artırılması, odaklanılması gereken teknolojilerin net bir şekilde belirlenmesi ve yaratılan değerın Türkiye’de kalması için tedarikçi ekosisteme gereken desteğin sağlanmasıdır (TÜSİAD, 2017:62-68).

#### **4. SONUÇ**

Endüstri 4.0, teknolojik ilerlemelerin hayatın her alanına nüfus etmesinin aslında kaçınılmaz bir sonucu olarak ortaya çıkmıştır. Endüstri 4.0 bir süreç ve uzun bir yol olarak karşımızda durmaktadır. Bu noktada yapılması gereken bir an önce bir stratejik plan önderliğinde yola çıkmaktır. Teknolojisini endüstri 4.0 bileşenleri ile şimdiden donatmış olan ülkeler bu rekabet yarışında ilk sıralara yerleşmeye başlamışlardır. Bu yarış teknoloji ve inovasyon politikalarının yanı sıra sosyal, siyasal, iktisadi, çevresel ve eğitim unsurlarını da dikkate almayı gerektirmektedir. Dolayısıyla üretim süreçlerini bu yeni sanayi devriminin avantajları ile donatarak yeniden şekillenecek getirilerden faydalanmak için altyapı çalışmalarının, AR-GE faaliyetlerinin, destek, teşvik ve sübvansiyonların, yasal düzenlemelerin sadece teknolojide değil ekonomi, hukuk, siyaset, eğitim-öğretim dinamiklerinde de kapsamlı bir inovasyon, geleceğin beklentilerini, hayat tarzını, ulusal ve uluslararası politikalarını destekleyecek bir dönüşüm ile sağlanması gerekmektedir.



### KAYNAKÇA

- ALBERS, A. , GLADYSZ, B. , PINNER, T. , BUTENKO, V. , ve STURMLINGER, T. (2016), Procedure For Defining The System Of Objectives In The Initial Phase Of An Industry 4.0 Project Focusing On Intelligent Quality Control Systems, *Procedia CIRP*, 52, 262-267.
- ALMADA-LOBO, F. (2015), The Industry 4.0 Revolution And The Future Of Manufacturing Execution Systems (MES), *Journal of Innovation Management*, 3(4), 16-21.
- AL- RUITHE, M. , BENKHELIFA, E. , ve HAMEED, K. (2018), Key Issues For Embracing The Cloud Computing To Adopt A Digital Transformation: A Study Of Saudi Public Sector, *Procedia Computer Science*, 130, 1037-1043
- ANDREAS S., SELİM, E. , ve SIHN W. (2016), A Maturity Model For Assessing Industry 4.0 Readiness And Maturity Of Manufacturing Enterprises, *Procedia CIRP*, 52, 161-166.
- AYBEK, H. S. Y. (2017), Üniversite 4.0'a Geçiş Süreci: Kavramsal Bir Yaklaşım, *Açıköğretim Uygulamaları ve Araştırmaları Dergisi*, 3(2), 164-176.
- BAUERNHANSL, T. , HOMPEL, M.T. , ve HEUSER, B. V. (2014), *Industrie 4.0 in Produktion, Automatisierung und Logistik*, Springer Vieweg.
- BAYSAL, I. (2015), *Endüstri 4.0, Dijital Dönüşümü Anlamak*, Pwc 14. Çözüm Ortaklığı.
- BONEKAMP, L. , ve SURE, M. (2015), Consequences Of Industry 4.0 On Human Labourand Work Organisation, *Journal of Business and Media Psychology*, 6(1), , 33-40.
- BULUT, E. , ve AKÇACI, T. (2017), Endüstri 4.0 Ve İnovasyon Göstergeleri Kapsamında Türkiye Analizi, *ASSAM Uluslararası Hakemli Dergi (ASSAM - UHAD)*, 7, 50-72.
- BAYUK, M. N. , ve ÖZ, A. (2017), "Nesnelerin İnterneti ve İşletmelerin Pazarlama Faaliyetlerine Etkileri, *Akademik Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 43, 41-58 .
- CAN, A. V. , ve KIYMAZ, M. (2016), Bilişim Teknolojilerinin Perakende Mağazacılık Sektörüne Yansımaları: Muhasebe Departmanlarında Endüstri 4.0 Etkisi, *Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, CİEP Özel Sayısı*, 107-117.
- ÇAVDAR, T. , ve ÖZTÜRK, E. (2018), Nesnelerin İnterneti İçin Yeni Bir Mimari Tasarım, *Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 22 (1), 39-48.
- DENGİZ, O. (2017), Endüstri 4.0: Üretimde Kavram Ve Algı Devrimi, *Makina Tasarım Ve İmalat Dergisi*, 15(1), 38-45.
- DRATH, R. ,ve HORCH, A. (2014), Industrie 4.0: Hit Or Hype, *IEEE Industrial Electronics Magazine*, 8(2), 56-58.
- DURAN, C. , ve SARAÇOĞLU, M. (2009). Yeniliğin Yaratıcılıkla Olan İlişkisi Ve Yeniliğin Geliştirme Süreci, *Celal Bayar Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 16 (1), 57-71.

- EROL, S. , JÄGER, A. , HOLD, P. , OTT, K. , ve SIHN, W. (2016), Tangible Industry 4.0: A Scenariobased Approach To Learning For The Future Of Production, *Procedia CIRP*, 54, 1318-2016.
- ERTUĞRUL, İ. , ve DENİZ, G. (2018), 4.0 Dünyası: Pazarlama 4.0 ve Endüstri 4.0, *Bitlis Eren Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 7(1), 158-170.
- FALLERA, C. , ve FELDMÜLLERA, D. (2015), Industry 4.0 Learning Factory For Regional Smes, *The 5th Conference on Learning Factories - Procedia CIRP*, 32, 88-91.
- GOERZIGA, D. , VE BAUERNHANSL, T. (2018), Enterprise Architectures for the Digital Transformation in Small and Medium-sized Enterprises, *Procedia CIRP* Volume 67, 540-545.
- GÖKREM, L. , ve BOZUKLU, M. (2016), Nesnelerin İnterneti: Yapılan Çalışmalar Ve Ülkemizdeki Mevcut Durum, *Gaziosmanpaşa Bilimsel Araştırma Dergisi*, 13, 47-68.
- HAGGERTY, E. (2017), Healthcare And Digital Transformation, *Network Security*, 8, 7-11.
- HERMANN, M. , PENTEK, T. , ve OTTO, B. (2016), Design Principles For Industrie 4.0 Scenarios. *IEEE Computer Society, 49th Hawaii International Conference on System Sciences*, 3928-3937.
- HININGSBA, B. , GEGENHUBER, T. , ve GREENWOOD, R. (2018), Digital Innovation And Transformation: An Institutional Perspective, *Information and Organization*, 28(1), 52-61 .
- HOFMANN, E. , ve RÜSCH, M. (2017), Industry 4.0 And The Current Status As Well As Future Prospects On Logistics, *Computers In Industry*, 89, 23-34.
- IBARRAA, D. , GANZARAIN, J. , ve IGARTUA, J. , I. (2018), Business Model Innovation Through Industry 4.0: A Review, *Procedia Manufacturing*, 22, 4-10.
- JIAN, Q. , YING, L. , ve GROSVENOR, R. (2016), A Categorical Framework Of Manufacturing For Industry 4.0 And Beyond, *Procedia CIRP*, 52, 173-178.
- JIRKOVSKÝ, V. , OBÍTKO, M. , ve MAŘÍK, V. (2017), Understanding Data Heterogeneity In The Context Of Cyber-Physical Systems Integration, *IEEE Transactions on Industrial Informatics*, 13(2), 660-667.
- KAGERMANN, H. , WAHLSTER, W. , ve HELBÍG, J. (2013), Recommendations For Implementing The Strategic Initiative INDUSTRIE 4.0, Final Report, Acatech National Academy of Science and Engineering.
- KAZDAĞLI, H. (2015), Dördüncü Sanayi Devrimi'ne Girerken İktisat Eğitimi, *Ekonomitek*, 4(3), 9-67.
- KESAYAK, B. *Nesnelerin İnterneti Ve Endüstriyel Uygulamaları*, 28 Haziran 2018 tarihinde <http://www.endustri40.com/nesnelerin-interneti-ve-endustriyel-uygulamaları> adresinden alındı.

- LU, Y. (2017), Industry 4.0: A Survey On Technologies, Applications And Open Research Issues, *Journal Of Industrial Information Integration*, 6, 1–10.
- MIDTTUN A. , ve PICCINI, P. B. (2017), Facing The Climate And Digital Challenge: European Energy Industry From Boom To Crisis And Transformation, *Energy Policy*, 108, 330-343.
- MIEHEA, R. , BAUERNHANSL T. , SCHWARZ O. TRAUBE A. , LORENZONI A. ,
- MRUGALSKA, B. , ve WYRWICKA, M. K. (2017), Towards Lean Production In Industry 4.0. *7th International Conference on Engineering, Project, and Production Management - Procedia Engineering*, 182, 466–473.
- NUCCIARELLI, A. , LI, F. , FERNANDES K. J. , GOUMAGIAS N. , CABRAS I. , DEVLIN, S. , KUDENKO, D. , ve COWLING, P. (2017), From Value Chains To Technological Platforms: The Effects Of Crowdfunding In The Digital Game Industry, *Journal of Business Research*, 78, 341-352.
- OESTERREICH, T. D. , ve TEUTEBERG, F. (2016), Understanding The Implications Of Digitisation And Automation In The Context Of Industry 4.0: A Triangulation Approach And Elements Of A Research Agenda For The Construction Industry, *Computers In Industry*, 83, 121–139.
- ÖZKAN, M., AL, A. , ve YAVUZ, S. , *Uluslararası Politik Ekonomi Açısından Dördüncü Sanayi-Endüstri Devrimi'nin Etkileri Ve Türkiye*, 28 Haziran 2018 tarihinde <http://dergipark.gov.tr/download/article-file/463762> adresinden alındı.
- ÖZSOYLU, A. F. (2017), Endüstri 4.0, *Çukurova Üniversitesi İİBF Dergisi*, 21(1), 41-64.
- PAGOROPOULOSA, A. , MAIER, A. , ve McAloone, T. C. (2017), Assessing Transformational Change From Institutionalising Digital Capabilities On Implementation And Development Of Product-Service Systems: Learnings From The Maritime Industry, *Journal of Cleaner Production*, 166, 369-380.
- SAYER, S. , ve ÜLKER, A. (2014), Ürün Yaşam Döngüsü Yönetimi, *Mühendis ve Makina*, 55(657), 65-72.
- SCHWAB, K. (2016), *Dördüncü Sanayi Devrimi*, (çev.) Zülfü Dicleli, İstanbul: Optimist Yay.
- SEYİDOĞLU, H. (2013), *Uluslararası İktisat Teori Politika Ve Uygulama*, İstanbul: Güzem Can Yay.
- SGANZERLA, C. , SEIXAS, C. , ve CONTI, A. (2016), Disruptive Innovation In Digital Mining, *Procedia Engineering*, 138, 64-71.
- SOYLU, A. (2018), Endüstri 4.0 Ve Girişimcilikte Yeni Yaklaşımlar, *Pamukkale Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 32, 43-57.
- ŞENER, S. , ve ELEVLI, B. (2017), Endüstri 4.0'da Yeni İş Kolları Ve Yüksek Öğrenim, *Mühendis Beyinler Dergisi*, 1(2), 1-13.
- THAMES, L. , ve SCHAEFER, D. (2016), Softwaredefined Cloud Manufacturing For Industry 4.0, *Procedia CIRP*, 52, 12-17.

- TOKER, K. (2018), Endüstri 4.0 ve Sürdürülebilirliğe Etkileri, *Istanbul Management Journal*, 29(84), 51-64.
- TÜSİAD (2016) Türkiye'nin Küresel Rekabetçiliği İçin Bir Gereklilik Olarak Sanayi 4.0 Gelişme Olan Ekonomi Perspektifi.
- TÜSİAD (2017) Türkiye'nin Sanayide Dijital Dönüşüm Yetkinliği.
- von LEIPZIG, T. , GAMP, M. , MANZ, D. , SCHÖTTLE, K. , OHLHAUSEN, P. , OOSTHUIZEN, G. , PALM, B. , ve von LEIPZIG, K. (2017), Initialising Customer-orientated Digital Transformation in Enterprises, *Procedia Manufacturing*, 8, 517-524.
- WALTERSMANN L. , FULL J. , HORBELT, J. , ve SAUER , A. (2018), The Biological Transformation Of The Manufacturing Industry - Envisioning Biointelligent Value Adding, *Procedia CIRP*, 72, 739-743.
- WEF. (2015), *Deep Shift Technology Tipping Points and Societal Impact*, 28 Haziran 2018 tarihinde [http://www3.weforum.org/docs/WEF\\_GAC15\\_Technological\\_Tipping\\_Points\\_report\\_2015.pdf](http://www3.weforum.org/docs/WEF_GAC15_Technological_Tipping_Points_report_2015.pdf) adresinden alındı.
- WITKOWSKI, K. (2017), Internet Of Things, Big Data, İndustry 4.0-İnnovative Solutions İn Logistics And Supply Chains Management, *Procedia Engineering*, 182, 763-769.
- WOODHEAD, R. , STEPHENSON, P. , ve MORREY, D. (2018), Digital Construction: From Point Solutions To Iot Ecosystem, *Automation İn Construction*, 93, 35-46.
- YILDIZ, A. (2018), Endüstri 4.0 Ve Akıllı Fabrikalar, *Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 22 (2), 546-556.