

## Endüstri 4.0'a Akademik Bakış

Derleme Makale  
Alınış Tarihi: 13 Kasım 2018  
Kabul Tarihi: 28 Ağustos 2019

*Erdoğan KAYGIN\**  
*Yunus ZENGİN\*\**  
*Ethem TOPÇUOĞLU\*\*\**

**Öz:** Endüstri 4.0, Almanya'da yaşanan nüfus ve azalan iş gücü nedeniyle yavaş yavaş kaybedilen rekabet avantajını tekrar kazanmak için yapılan bir çalışmadır. Bu terim ilk kez 2011 yılında Hannover Ticaret Fuarında kullanılmış ve içeriği bu fuarda açıklanmıştır. Yapılan açıklamalarda fabrikaların akıllanması ile daha az enerji, hammadde ve işgücü tüketimi sayesinde maksimum çıktı sağlanacağı ifade edilmiştir. Bunun için robotlar, makineler, sensörler ve yazılımlar ana unsurlar olarak belirlenmiştir. Yaşanan gelişmeler ile birlikte emeğin önemi azalırken, yapay zeka, robotik teknoloji ve yazılımlar daha önemli hale gelmeye başlamıştır. İnsanın üretimde yer almaması bir devrim olarak nitelenmekte ve daha önce gerçekleşen sanayi devrimlerinde olduğu gibi bu devriminde tüm dünya ülkelerini ve ülkemizi derinden etkileyeceği düşünülmektedir. Bu etkilere karşı hazırlıklı olmak ve gerekli önlemleri almak için Endüstri 4.0'ın ne anlama geldiği, ne kadar bilindiği ve konuyla ilgili hangi aşamada olduğumuz hususu önem arz etmektedir. Bu bağlamda çalışma ifade edilen hususları açığa çıkarmak üzere yapılmıştır. Bu kapsamda Kafkas Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi İşletme Bölümü ve Mühendislik Fakültesindeki akademik personelden yarı yapılandırılmış mülakat tekniğiyle veriler toplanmıştır. Ortaya çıkan sonuçlara göre akademisyenlerin Endüstri 4.0'ı önemsedikleri, işletmeler için bir zorunluluk olarak gördükleri belirlenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Endüstri 4.0, Sanayi Devrimi 4.0, Dördüncü Endüstri Devrimi

### *Academic View of the Industry 4.0*

**Abstract:** Industry 4.0 is a study to regain the competitive advantage that is being gradually lost due to the aging population and the decreasing labour force in Germany. This term was used and its contents were announced firstly in 2011 at the Hannover Trade Fair. It is explained that intelligent factories would provide maximum output with less energy, raw material, and labour consumption. Robots, machines, sensors, and software are determined as the main elements for this purpose. While the importance of labour decreased with these new developments, on the other hand, artificial intelligence, robotic technology, and software have started to become more important. The fact that man is not involved in the production is considered as a revolution and it is thought that this revolution will deeply affect our country and all other countries over the world as in the previous industrial revolutions. In order to be prepared for these effects and to take the necessary measures, it is important for our society to know what the subject really means, how well it is known and what stage we are at. In this context, the study is held to reveal the issues that are expressed. In this context, data were collected from semi-structured interview technique from the academic staff of Kafkas University, Faculty of Economics and Administrative Sciences,

*Atatürk  
Üniversitesi*

\* Prof. Dr., Kafkas Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, İşletme Bölümü, ORCID-ID: 0000-0002-2125-5032

\*\* Dr. Öğr. Üyesi, Kafkas Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, İşletme Bölümü, ORCID-ID: 0000-0001-8381-6918

\*\*\*Doktora Öğrencisi, Kafkas Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İşletme Bölümü, ORCID-ID: 0000-0003-3563-0566

Department of Business Administration and Faculty of Engineering. According to the results, it was determined that academicians give an importance to Industry 4.0 and see this program as a necessity for enterprises.

**Keywords:** Industry 4.0, Industrial Revolution 4.0, Fourth Industrial Revolution

## I. Giriş

Basit tezgah ve ekipmanlar ile hayvan ve insan gücüne dayanan zirai ve sınai üretim, 1784 yılında İngiltere’de su ve buhar gücünün keşfi ile yeni boyut kazanarak toplu üretime imkan tanımış, bu gelişme Birinci Sanayi Devrimi olarak adlandırılmıştır. 1870 yılına gelindiğinde elektrik enerjisinin işletmelerde kullanımı ile daha büyük üretim imkânı sağlanmış, bu ilerleme İkinci Sanayi Devrimi olarak isimlendirilmiştir. 1970’li yıllarda mikro işlemci ve bilişim teknolojilerinin gelişimi ile otomasyon ve programlanabilir makine sistemleri ortaya çıkmış, bu yenilik Üçüncü Sanayi Devrimi olarak nitelendirilmiştir. Robot teknolojileri, nesnelerin interneti (IoT: Internet of Things), bulut depolama teknolojileri (cloud storage technology), blok zinciri teknolojisi (block chain technology), radyo frekansı ile tanımlama (RFID: Radio Frequency Identification) ve diğer birçok teknolojik gelişme ile birlikte bunların bir araya getirilmesi Dördüncü Sanayi Devrimi olarak ifade edilmiştir.

Dördüncü Sanayi Devrimi için ülkemiz yazılı literatüründe sınırlı sayıda çalışma bulunmakta ve yapılan çalışmaların çoğunluğu literatür çalışmasına dayanmaktadır. Araştırma makalesi olarak lojistik sektörü alanında yapılan az sayıda çalışmaya rastlanılmaktadır (Öztemel ve Gürsev, 2018; Göçmen ve Erol 2018). Çalışmaların azlığı ve literatür çalışmalarında yer alan değerlendirmelerin sadece yazarın bakış açısıyla sınırlı kalması bu çalışmanın yapılmasının çıkış noktalarından birini oluşturmaktadır. Bu çalışma ile Endüstri 4.0 kapsamında ülkemizin durumu, geçiş için sistem gereksinimleri, yaşanabilecek işsizlik problemleri, mevcut çalışanların durumu ve ülkemizin altyapı yeterlilikleri akademisyenlerden alınan veriler değerlendirilerek ve araştırmacıların değerlendirme ve yorumlarıyla bütünleştirilerek gerçekleştirilmiştir.

## II. Kavramsal Çerçeve

Kavramsal çerçevenin oluşturulması aşamasında Türkçe kaynaklar “Dergipark” üzerinden incelenmiştir. Bu kapsamda 17.08.2018 tarihinde 38 adet makale indirilmiş bu makalelerin 36’sının derleme, 2 âdetinin ise araştırma makalesi olduğu belirlenmiştir. Derleme makalelerin yazarlar tarafından incelenmesi sonucu 13 makalede “TÜSİAD Raporundan (2016)”, 10 makalede “Schwab (2016)’a ait Dördüncü Sanayi Devrimi adlı kitaptan”, 10 makalede “Ege Bölgesi Sanayi Odası (2015)’nin Sanayi 4.0 adlı çalışmasından”, 9 makalede “Sinan Alçın (2016)’ın çalışmasından”, 8 makalede “Siemens (2014) Endüstri 4.0 Yolunda adlı çalışmasından”, 7 makalede “TUBİTAK (2016), Endüstri 4.0 Yeni Sanayi Devrimi Yol Haritası adlı çalışmasından”, 6 makalede “endüstri40.com adlı internet sitesinden” kaynak olarak yararlanıldığı, atıf ve

alıntılama yapıldığı belirlenmiştir. Yapılan çalışmanın özgünlüğünün sağlanması ve literatüre yeni bir tuğla konularak literatürün geliştirilmesi amacıyla Türkçe ve Türkçe'ye çevrilen kaynaklar yerine "Science Direct" veri tabanı üzerinden 03 Eylül 2018 tarihinde indirilen 189 makale incelenerek kavramsal çerçeve hazırlanmıştır. Kavramsal çerçeve bilimin geçmişin temelleri üzerinde yükselmesini sağlayan sürekli olarak gelişen bir alandır. Bu anlamda geçmiş sanayi devrimlerinde yaşanan işsizlik ve işçi hareketleri gibi unsurların tekrardan ortaya çıkması muhtemeldir. Çalışmanın bu bölümünde Endüstri 4.0'a gelinene kadarki süreçte ortaya çıkan önemli gelişmelere değinilmiş sonrasında Endüstri 4.0 ve unsurları açıklanmıştır.

#### A. Ludizm

Endüstri 4.0 hakkında yapılan eleştirilerin başında çalışanların işsiz kalarak yerlerine makinelerin geçeceğine ilişkin görüşler yer almaktadır. İnsanların makine aracılığıyla malzeme üretiminin tarihi 17. yüzyıla kadar dayanmaktadır. Ludizm teknolojik gelişmeler sonucu oluşan makinelerin işgörenleri işsiz bırakacağı korkusu ile yapılan eylem ve saldırıları belirtmektedir. Ludizm isminin kaynağı Şubat 1811 tarihinde Nottingham yakınlarındaki Midlands'ta makinelere karşı işgören direnişine liderlik eden NedLudham'dan gelmektedir. NedLudham tarafından çorap tezgâhlarının yok edilmesi ile başlayan hareket kısa sürede İngiltere'nin Leicester, Derby, Lancashire, Cheshire ve Yorkshire bölgelerine yayılarak buradaki makinelerin kırılması ve yakılması ile sonuçlanmıştır (Murray, 2010: 64).

Ludizm her ne kadar 1811 yılında isimlendirilmiş olsa da Almanya'da 1629'da kurdele makinelerine karşı işgörenlerin eylemleri, makineleri yakmaları ve devlet otoriteleri tarafından makinelerin yasaklanması, uzun süre bu makinelerin kullanılmaması, 1758 yılında Everet tarafından yapılan su gücüyle çalışan yün kırpma makinesi nedeniyle işsizlikle yüz yüze kalan yüz bin kişinin bu makineleri yakması, Arkwright yün tarama makinesinin yasaklanması için yün tarama işinden kazanç sağlayan elli bin kişinin parlamentoya dilekçe vermesi gerçekleşen diğer eylemler olarak görülmektedir (Marks, 2003: 370-371).

#### B. Karl Marks'ın İşsizlik Teorisi

Karl Marks eseri Kapital'de makinelerin insanların çalıştığı alanlara giriş yaptığı andan itibaren onların rakibi olacağı ve fabrikalara makinelerin kurulması ile birlikte işten çıkarılmaların başlayacağını belirtmiştir. Marks'a göre bu işten çıkarmanın iki etkisi bulunmaktadır. Birincisi emek yoğun alanlara işçilerin aktarılması ile emek piyasasının ucuzlaması ve işçilerin istenilen ücreti kazanamamasıdır. İkincisi ise bu durumun gelip geçiciliği konusunda oluşan kanaatin zamanla daha da derinleşerek sefaleti artırması geçici gibi duran olayın sürekli hale gelmesidir. İngiliz el dokumacıların geçici olacağını bekledikleri makinelerle üretim süreci makinelerin 1838'de kesin zaferi ile sonuçlanana kadar birçok dokumacı açlıktan ölmüş, birçoğu ise ailesi ile birlikte günlük iki buçuk peni ile sefil bir hayat sürmüştür. Marks'a göre makine ve otomasyondaki sürekli

iyileşme işçiye olan talebi azaltacak, her konuda yeni makinelerin ortaya çıkması ile işsizlik artacaktır (Marks, 2003: 372-374).

*C. Schumpeter'in Yıkıcı Yenilik Teorisi*

Schumpeter'a göre Marksistlerin belirlediği ekonomik ve sosyal eğilimler ve bu eğilimlerin gelecekteki sonuçları konusunda yanılmıştır. Marks'ın bilgileri spekülasyon sentezlere dayanmaktadır. Bunlardan bazıları süper normal işsizlik, yatırım fırsatlarının eksikliği, para değerlerinin küçülmesi, kayıplar gibi olgular çok etkin olarak ekonomide gözlenmemiştir (Schumpeter, 1942: 48). Marks'ın eleştirisinde kapitalist sistemde işsizlik önemli bir yer edinmişse Schumpeter işsizliğin uzun dönemde artacağına inanmadığını belirtmiştir. Marks'ın çizdiği tabloda sürekli artan işsizlik, yeterli kaynağın bulunmamasını, açlığı ve sefaleti artıracığı belirtilmiş ise de Amerika Birleşik Devletleri (ABD)'nde 1928'de kişi başına gelir 1300 dolara ulaşmıştır. Ayrıca toplam işsiz sayısı ortalama 16 milyon işçi ile sınırlı kalmıştır ve bunlar için yıllık 16 milyar dolar harcanması, 200 milyar dolarlık milli gelir büyüklüğü ile birlikte ABD için ciddi bir sorun teşkil etmemektedir (Schumpeter, 1942: 69).

Yenilik, ekonomik gelişmeye yönelik yeni bir şeyin ticari veya endüstriyel olarak uygulaması veya mevcut ürünün farklı bir süreç veya üretim yöntemi ile pazara sunulmasıdır. Schumpeter'e göre yeni ürünler ve yöntemler, yaratıcı yıkımlar ortaya çıkararak verimsiz, yenilikçi olmayan işletmeleri ortadan kaldırmaktadır. 19.yüzyılda demiryolu ile bağlantılı olan yenilikler ve 19.yüzyılda otomobilin gelişimi ile ilgili olan yenilikler buna örnektir. Schumpeter yaratıcı yıkımı kapitalizmin temel gerçeği kabul ederek, ekonomik yapıyı sürekli olarak iyileştirdiğini belirtmiş (Schumpeter, 1942: 83), yenilik yoluyla piyasada yeni fırsatların oluşacağını vurgulamıştır.

*D. Endüstri 4.0*

Endüstri 4.0 teriminin ilk kullanımı Hannover Ticaret Fuarında 1 Nisan 2011 tarihinde "Industrie 4.0" olarak başlamıştır. Endüstri 4.0 Almanya'nın otomotiv ve makine üretimi üzerindeki üstünlüğü ve iş gücü maliyetleri nedeniyle azalmaya başlayan üretim üssü olma özelliğinin kaybedilmemesi için 2020 yılına kadar Siber Fiziksel Sistemlerin geliştirilerek uygulamaya konulmasını içermekte olan bir projedir (Kagermann vd., 2011: 2). Bu proje ile uzak doğuya kayan üretim kabiliyetinin tekrardan Almanya'ya geri dönmesi planlanmakta, artan yaşlılık ve azalan iş gücüne karşılık nitelikli beyin gücünün kullanılması hedeflenmektedir. Bu kapsamda Endüstri 4.0 üretim, tasarım, operasyonel işlemler, üretim hizmetleri ve sistemlerinde değişim yaratacaktır. Yaratılan bu değişim ile insan ve makine arasında etkileşim ve bağlantı sağlanacak, bu sayede üretim sistemleri yüzde 30 oranında daha hızlı ve yüzde 25 oranında daha verimli olacaktır. Bu sistemin diğer bir çıktısı ise üretimde kitlesel özelleştirilmenin daha uygulanabilir hale gelmesidir (Rüßmann vd., 2015: 2).

Endüstri 4.0 keşfedilmiş, daha önce bilinen sistem ve özelliklerin yönetim, üretim, tedarik zinciri, muhasebe, insan kaynakları gibi bir çok işletme faaliyetine yayılmasını ve bu sayede yarar sağlanması düşüncesinin bir

tezahürüdür. Örneğin otomotiv endüstrisinde robotlar on yıllardır, insanların yerine boya, kaynak ve ağır eşyaların montajı gibi riskli alanlarda kullanılmaktadır. Endüstri 4.0 robotların riskli alanlarda kullanımında sağlanan faydanın mevcut teknolojinin ve bunun üzerinden geliştirilecek teknolojilerin uyumlaştırılarak bir üst seviye taşınmasıdır. Bu sayede hatalı üretim, insan iş gücünden tasarruf, maliyetlerin azaltılması, etkin tedarik zinciri yönetimi, sistem ile uyumlu muhasebe kayıt işlemleri, müşteri memnuniyeti gibi birçok noktada olumlu katkı beklenmektedir. İstenilen katkının gerçekleştirilmesi için bazı kritik teknolojik unsurlara ihtiyaç duyulmaktadır.

#### *E. Endüstri 4.0'ın İçerdiği Teknolojiler*

Endüstri 4.0'ı oluşturan kritik teknolojik unsurlardan bazıları, siber-fiziksel sistemler, nesnelerin interneti, büyük veri, bulut depolama sistemleri gibi bir çok teknolojik yeniliktir.

*Siber-fiziksel sistemler:* Bu sistemler Endüstri 4.0 ile beraber düzenlenecek fabrika yapısında insanlar ile makineler arasında yada makineler ile makineler arasında uyarı, ileti, bilgi ve data alışverişinin yapılmasını sağlayan alt yapıdır. Bu teknoloji sanal unsurları insanların anlayacağı çıktılara ve insanların ürettiği fikir ve düşünceleri makinelere aktaran ve uygulatan, her iki unsurun beraber uyum içerisinde hareket edebileceği ortamı yaratmaktadır (Tjahjono, 2017: 1176). Siber Fiziksel Sistemler insanlar, robotlar, sensörler, akıllı makineler, depolama sistemleri ve üretim tesislerinden oluşmaktadır (Müller vd., 2018: 2). Bu sistemler çevreye karşı duyarsız değildir. Cihazlar, binalar, altyapılar ve üretim tesisleri gibi daha büyük sistemlere gömülü teknik sistemlere entegre olarak kayıt yapar ve çevreden gelen verileri yorumlayarak çevreye verilen sinyallere tepki verir. Diğer teknolojilerin aksine, siber-fiziksel sistemler, yerel ve küresel düzeyde hem insanlarla hem de diğer cihazlarla iletişim kurabildikleri için kendilerini düzenlerler (Reischauer, 2018: 27). Bu da işletmelere olaylara anlık müdahale imkânı, hatanın hızlı tespiti, müşteri taleplerine karşı hızlı reaksiyon gibi kolaylıklar sağlamaktadır. Bu sistemi kullanan işletmelere rekabet avantajı sağlayan siber fiziksel sistemlerin nesnelerin interneti olmadan ve en uçtaki makineye kadar iletişim sağlanmadan çalışması mümkün değildir.

*Nesnelerin İnterneti:* Geleneksel ürün sınırlarını aşan yeteneklere sahip akıllı, başka makineler ile bağlantı kurabilen, sorunları kendi çözümleyebilen makinelerin oluşturulmasını sağlayan bir internet sistemidir (Hofmann ve Rüsçh, 2017: 25). Bu sistem insan vücudundaki kan dolaşım sistemine benzetilebilir, kanın vücuttaki en uç noktasında yer alan hücreye kılcal damarlar aracılığıyla ulaşması gibi sistemde nesnelerin en alt seviyesine kadar ulaşarak bu ağ sayesinde bütün bir sistemin kontrolü sağlanmakta ve yönetilmektedir. Nesnelerin İnternetinde iletişim ortamı internet olduğu için, nesneler fabrika gibi kısıtlı bir coğrafi alana hapsedilemez, prensipte her yerde bulunabilir. Nesnelerin İnterneti aracılığıyla makineler ve siber fiziksel sistemler, küresel olarak dağıtılmış üretim sahalarına ve tedarikçilerin veri tabanına ulaşabilir (Davies vd.,

2017: 1290). Sensörler ve zekâ ile donatılmış makineler sayesinde Türkiye’de üretilen bir otomobilin azalan hammadde ve yarı mamul stoku için insan müdahalesine gerek kalmadan Avustralya’dan far, Kanada’dan rot kolu, Güney Afrika Cumhuriyeti’nden koltuk, Tayvan’dan lastik siparişi geçilerek istenilen seviyede stokun depolaması, hatasız bir tedarik zinciri, tam zamanında ve etkin bir üretim yapısı sağlanabilir. Bu işlemlerin yapılması ve planlanması için büyük verinin analizi ile ortaya çıkan sonuçlar kullanılmaktadır.

*Büyük veri:* Endüstride kullanılan makinelerin sensörleri, kameraları, iş akışında yaşanan problemler ile çeşitli kanallar, web siteleri ve sosyal medya aracılığıyla firma ve ürünleri hakkında ortaya çıkan görüşlerin sistematik olarak toplanması ile oluşan veriye denilmektedir. Toplanan bu veriler çok büyük alanlar kaplamakla beraber doğru zamanda doğru veriyi bulmak karmaşık yazılımları ve sistemleri beraberinde getirmektedir. Bu zorluğa rağmen bu büyük veriler bilinmeyen korelasyonları, pazar eğilimlerini, müşteri tercihlerini ve diğer yararlı iş bilgilerini açığa çıkarmak için kritik öneme sahiptir. Büyük veri analizi sayesinde yaratabilecek etki, birincisi müşterinin istek ve taleplerinin karşılanması açısından daha önceki beğeni ve isteklerini göz önüne alınması ve ona uygun üretim yapılmasıdır. Otomobil üreticisi bir şirket için sattığı modelin bagaj hacminin beğenilmemesi, süspansiyon sisteminin kalitesizliği, ses yalıtımının yetersizliği nedeniyle asfalt sesinin otomobilin içine girmesi gibi unsurların gerek müşteri şikâyeti gerekse youtube, twitter gibi sosyal medya araçlarından tespit edilmesi ve üretimin isteklere uygun yapılması açısından bu analizin bir parçasıdır (Zhong, 2017: 622). İkinci etki ise sadece akıllı telefon uygulamaları ve elektronik postalar gibi odaklanmayı zorlaştıracak unsurları dikkate alınması ile değil sensörler ile tespit edilen büyük verilerin yapay zekâ ve algoritmalar ile hesaplanmasıdır. Bu hesaplamalar sayesinde üretimde hatanın azaltılması, hata kaynaklarının tespiti ile üretimin daha iyiye taşınması sağlanmaktadır (Unger vd., 2017: 801).

*Katkı yaratan üretim modeli:* Özel aletlere ve inşaat malzemelerine ihtiyaç olmadan bir ürünün, binanın veya bileşenlerinin üretilmesidir. Ürün bileşenlerinin ve bağlantılı parçalarının, esnek geniş bir ölçekte üretilmesini sağladığı için bu model kişiselleştirmeyi kolaylaştırır. 3D yazıcılar, şu anda katkı yaratan üretim modeli ile alakalı ana kaynaklardır (Jabbour, 2018: 20). Bunun sebebi ucuz olması, her alanda kullanılabilmesi ve metal, ahşap, plastik ve çimento harcı gibi birçok hammaddenin şekillendirilerek ürün oluşturulmasını sağlamasıdır. Özellikle bu yazıcılar kendilerine inşaat, bina yapımı alanında yer bulmuş olup ekonomik olması üstün performansı sayesinde işletmelerin ilgisini çekmiştir. Üç boyutlu yazıcılar ile inşaat sektöründe yapılan çalışmalar sonucunda iş teslim sürelerinde kısalma, entegrasyonun sağlanması ile hatalı üretimin azalması, lojistik ve iş gücündeki tasarruf nedeniyle işletmelere büyük yararlar sağlandığı tespit edilmiştir (Dallasega vd., 2018:217).

*Bulut depolama sistemi:* Üretimde Endüstri 4.0 için verimliliği arttıran, ürün yaşam döngüsü maliyetlerini düşüren ve optimal kaynak tahsisine izin veren

geçici, yeniden yapılandırılabilir siber-fiziksel üretim hatlarının oluşturulmasını sağlayan bir sistemdir. Değişen müşteri talebine uyumlu, internet ağına bağlı sistemler arasında bağlantılı üretim, ölçeklenebilirlik, çeviklik, her yerde erişim, çoklu sanallaştırma gibi birçok unsuru bu sistem bünyesinde barındırmaktadır (Thames ve Schaefer, 2016: 13).

*Simülasyon:* Makine, ürün ve insanı içeren fiziksel dünyayı, sanal dünyaya taşıyan böylece makine kurulum sürelerini azaltan ve kaliteyi arttıran bir modelleme teknolojisidir. Bu teknoloji ile gerçek zamanlı veri kullanılarak sanal devreye alma ve çevrim sürelerinin, enerji tüketiminin veya bir üretim tesisinin ergonomik yönlerinin simülasyonu gerçekleştirilerek üretim sürelerinin kısaltılması, başlangıç aşamasında üretim arızalarının azaltılması sağlanarak, karar verme kolay ve hızlı bir şekilde gerçekleştirilebilmektedir (Vaidya vd., 2018: 235).

*Merkezi olmayan sistemler:* Çok sayıda sensörden alınan anlık binlerce verinin tek bir merkezde incelenmesi ve karar verilmesi yerine merkezi olmayan birimler aracılığıyla bu işlemin yapılmasını sağlamaktadır. Merkezde bulunan bir bilgisayar sistemi yerine birbiri ile etkileşim halinde bulunan birden çok bilgisayar ile bu işlem organize edilmekte ve yaygınlaşmaktadır. Birçok bilgisayar sistemi tarafından yerel olarak karar verilmekte bu sayede işlem hızının artması, esneklik, üretkenlik ve birçok birimin yaygın internet ağı sayesinde birlikte hareket ederek anlık veri paylaşımına imkân sağlanmaktadır. Bu sistemler yıllardır bilişim dünyasında kullanılmaktadır. Örneğin Peer to Peer (P2P) teknolojisi ile merkezi olmayan birçok noktaya yayılmış bilgisayarlar ile müzik, dosya, veri paylaşımı gerçekleştirilmektedir (Poonpakdee vd., 2017: 46-47). Bu sistem daha çok Limewear, Torrent, Bearshare gibi programlar aracılığıyla kullanıldığı için böyle tanınmaktadır. Ayrıca bu sistem dijitalleşen fabrikaların siber saldırılara (virüs, fidye vd.) karşı korunması için önem arz etmektedir. Bu sistem ile siber saldırı ana bir bilgisayar olmadığı için kısıtlı ve sadece bir noktada başarılı olabilmektedir.

*Siber güvenlik:* İnternet sistemi kullanan her cihaz siber saldırı tehditlerine açıktır. Merkezi olmayan sistemlerin güvenliğinin sağlanması için ilk defa Bitcoin tarafından P2P teknoloji altyapısı ile geliştirilen blok zinciri teknolojisi önem arz etmektedir. Bu sistem ile sadece izin verilen düğümlerin (bilgisayar sistemleri) fabrikanın ağına bağlanması sağlanmakta ve işlemler kriptolu olarak şifrelenmekte ve şifrenin her blok oluşumu ile anlık değişimi ve uzunluğu nedeniyle siber saldırılar engellenmektedir. Kullanılan sistem Bitcoin ile aynı özellik ve unsurları içermeyip açık yazılım olan blok zincirinin fabrikalar için özelleştirilmesi ile ortaya çıkan özellikli ve ayrıcalıklı bir sistemdir (Lin vd., 2018: 43-44). Bu konuda Samsung SDS tarafından Nexledger, The Linux Foundation tarafından Hyperledger Fabric gibi çözümler sunulmaktadır.

*RFID (Radyo Frekanslı Tanımlama) sistemi:* Bu sistem, ürünlerin sadece kimliklerini tanımlamakla kalmayıp, aynı zamanda bulunduğu alan, yer hakkında ve ürün yaşam döngüsü boyunca bilgi vermektedir. Bu bilgi üretim

aşamasından başlayarak ürünün depolanması, satılması, tüketilmesi ve tüketildikten sonra tekrar kazanılmasını sağlayacak bütün işlemleri içermektedir (Nunes vd., 2017: 1218). Örneğin, depozitolu ürün şişeleri için bu yöntemin kullanılması ürün döngü sürelerinin azalması ile beraber etkin bir tedarik zinciri oluşturulacaktır. RFID sisteminin yaygınlaşması ile beraber mevcut üretim sistemleri uygulamalarında da gelişim ve değişimler yaşanmaktadır. RFID ile üretim alanlarına ve makinelere yerleştirilen algılayıcı paneller ile birlikte Kanban kartlarının gerçek zamanlı, etkin ve yüzde yüz doğru işlem hareketi ve kayıtlara işlenmesi sağlanmıştır. Bu teknoloji sayesinde sadece belirli bir alanda değil bütün bir fabrika boyunca ürün girişi, kullanımı ve çıkışı kontrol altına alınmıştır (Mrugalska ve Wyrwicka, 2017: 471).

*Mevcut İşletme Teknolojilerinin Endüstri 4.0 ile Uyumu:* Kurumsal Kaynak Planlaması (ERP), 1970'li yıllarda Malzeme İhtiyaç Planlaması (MRP) ile başlayan, MRPII ve Dağıtım Kaynakları Planlama (DRP) ile devam eden işletme yönetim bilgi sistemlerinin son halkasıdır. Bu program işletmenin değişik birimlerindeki (muhasabe, finans, insan kaynakları, üretim, pazarlama, lojistik, satın alma, satış, stok kontrol vb.) iş süreçlerinin tek bir programda toplamaktadır. ERP ile işletmelerin tüm departman ve birimleri izlenerek, kontrol edilmekte, birimler arasında koordinasyon sağlanmakta ve etkin bir yönetim sistemi yaratılmaktadır (Gönen ve Rasgen, 2016: 16-18). Kurumsal Kaynak Planlaması (ERP) gibi işletmeler için geliştirilen Bilgi Yönetim Teknolojileri ile Endüstri 4.0'ın uyum içerisinde hareket etmesi bu programlar ile işletmelerin elde ettiği deneyim ve becerinin doğru olarak Endüstri 4.0'a aktarılması açısından önem taşımaktadır.

### **III. Araştırma**

#### **A. Araştırmanın Amacı ve Önemi**

Araştırmacıların Endüstri 4.0'ı ele almaları ve araştırmaları konunun toplumumuza derinden etkileyecek özellikte olmasıdır. Bu etkiye karşı hazırlıklı olmak ve gerekli önlemleri almak için Endüstri 4.0 ve aşamalarının tanımlanması araştırmanın amaçları arasında bulunmaktadır. Bu çalışma mülakata katılan bir çok akademisyenin görüşleri çerçevesinde şekillenerek Endüstri 4.0 hakkındaki beklenti ve görüşleri ortaya koymaktadır. Bu çalışmanın yapılacak başka araştırmalara kaynak olma özelliği taşıyarak yeni araştırmacılara yol göstermesi beklenmektedir.

#### **B. Araştırmanın Yöntemi**

Araştırmada ikincil verilerle birlikte, birincil veriler de kullanılmıştır. Birincil verilere yönelik veri toplama tekniği olarak yarı yapılandırılmış mülakat tekniğinden yararlanılmıştır. Bu tespit aşamasında ülkemize bilim, üretim ve teknoloji konusunda araştırmalar yaparak, ülkemizi yurtdışında çeşitli kongre, sempozyum ve bilimsel etkinliklerde temsil eden ve gençlerin yetiştirilmesinde öncülük eden akademisyenlerin görüşlerine başvurularak daha etkin çözüm önerileri geliştirilmek istenmiştir.



### C. Araştırmada Kullanılan Soru Seti ve Uygulanışı

Araştırmada veri toplama aracı olarak yarı yapılandırılmış mülakat tekniğinden yararlanılmıştır. Mülakat sorularının oluşturulmasında Kamble ve arkadaşları (2018) tarafından geliştirilen 12 soru temel oluşturmuştur. Bu sorular önce Türkçeye çevrilmiş daha sonra metin ile uygunluğunun tespiti için tekrar İngilizceye çevrilerek denetlenmiş ve 14 soru olacak şekilde yazarlar tarafından uyarlanmıştır. Mülakat soruları Kars İli Merkezinde Kafkas Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi İşletme Bölümünde görevli 2 Doktor Öğretim Üyesi, 4 Araştırma Görevlisi, Mühendislik ve Mimarlık Fakültesinde görevli 1 Profesör, 1 Doçent, 8 Doktor Öğretim Üyesi, 3 Araştırma Görevlisi olmak üzere toplam 19 akademisyene uygulanmıştır. Mülakatlar gerçekleştirildiğinde araştırmaya katılanlara konu hakkında bilgisi olup olmadığı sorulmuş, bilgisi olan akademisyenlerle görüşme gerçekleştirilmiştir. Akademisyenlerle mülakat yüz yüze görüşme tekniği ile gerçekleştirilmiş ve veriler 01.10.2018 ile 18.10.2018 tarihleri arasında toplanmıştır.

### D. Araştırmada Elde Edilen Bulgular

Sorulan sorulara ilişkin elde edilen bulgular şöyledir;

*İşletmeler için Endüstri 4.0'a geçiş sizce bir zorunluluk mudur?* sorusuna, 14 (yüzde 73,6) akademisyen küreselleşmenin her geçen gün etkisinin artması ve teknolojik gelişmelerin daha etkin ve verimli üretimler sağlaması nedeniyle işletmelerin rekabet avantajı sağlayabilmesi ve sürdürülebilirlikleri açısından Endüstri 4.0'ın zorunluluk olduğunu belirtmişlerdir. 5 (yüzde 26,4) akademisyen ise Endüstri 4.0'ın her alana uygulanmasının mümkün olmadığı ve yüksek uygulama maliyetleri nedeniyle küçük ölçekli işletmeler için zorunluluk oluşturmadığını ifade etmişlerdir. Zorunluluk olmadığını belirten akademisyenlerin tamamı Mühendislik fakültesinde, zorunluluk olduğunu ifade edenlerin ise İşletme bölümünde çalıştığı tespit edilmiştir.

Endüstri 4.0 ile üretimin daha ucuz ve kaliteli olacağı iddiaları hakkında ne düşünüyorsunuz? sorusuna, 17 (yüzde 89,4) akademisyen, çalışanların yerini robotların alması ve robotların daha verimli üretim yapmaları nedeniyle üretimin ucuz olacağını söylemişlerdir. Sensör, yazılım, akıllı ve daha teknolojik unsur içeren imalat hatları nedeniyle hatalı üretimin azalacağı ve standartlaşan ürünler sayesinde daha kaliteli ürünler oluşturulabileceğini dile getirmişlerdir. 2 (yüzde 10,6) akademisyen ise buna katılmadığını belirtmiştir. Katılmadığını belirten akademisyenler Mühendislik fakültesinde görev yapmaktadır.

Akıllı fabrikalarda merkezi olmayan yapılaşmalar nedeniyle işletme organizasyon ve üretim hatlarında değişim olacağını düşünüyor musunuz? sorusuna, akademisyenlerin tamamı, makineler ile yapılan üretim sayesinde yaratılacak tam otomasyon sisteminin insanın üretim hattından daha çok yönetim alanına kayacağını ve bir değişim olacağını belirtmiştir. Fabrikalarda

insan faktörü azalsa da üretim dışındaki alanlarda etkinliğinin devam edeceğini ifade etmişlerdir.

İşletmeler sizce mevcut üretim araçlarının akıllandırılması ile mi yoksa yeni teknolojilerin satın alınması ile mi bu sürece dâhil olacaktır? sorusuna 12 (yüzde 63,2) akademisyen, işletmelerin mali durumuna bağlı olarak akıllandırma veya yeni teknolojilerin satın alınmasına karar verileceğini belirtmişlerdir. Öncelikli olarak mevcut ürünlerin akıllandırılması daha sonrasında ise gelişen teknolojinin takibi ile yeni ürünlerin satın alınması şeklinde işletmelerin Endüstri 4.0'a dâhil olacağı belirtilmiştir. 7 (yüzde 36,8) akademisyen ise rekabet ve Dünya üzerindeki üretim trendlerinin yakalanmasının sağlanması için yeni teknolojik araçların satın alınması gerektiğini vurgulamışlardır.

İşletmelerin Endüstri 4.0'a geçişi yüksek maliyet gerektiren bir süreç midir? sorusuna 18 (yüzde 94,7) akademisyen tarafından yazılım, sensörler gibi teknolojik ihtiyaçları nedeniyle maliyetli olacağı ama uzun vadede bunun üretim, dağıtım gibi işletme faaliyetlerinde yaşanan verimlilik sayesinde fazlasıyla tolere edilebileceği şeklinde cevaplandırılmıştır. 1 (yüzde 5,3) akademisyen ise fikrinin olmadığını ifade etmiştir.

Türkiye'de bulunan mevcut teknolojik altyapı sizce Endüstri 4.0'ı karşılayabilecek yeterlilikte midir? sorusuna, 5 (yüzde 26,4) akademisyen Türkiye'nin bu konuda yeterli olduğunu dile getirmiştir. 14 (yüzde 73,6) akademisyen ise yazılım ve teknolojik altyapı eksiklikleri nedeniyle yetersiz olduğunu ifade etmiştir.

İşletmelerin, Endüstri 4.0'a geçmeleriyle birlikte üretimde bulunan çalışanlar işten çıkarılacak mıdır? sorusuna 19 akademisyen kısmen işten çıkarılmalarının olacağı ve bu kişilerin yerine daha kalifiye personelin alınacağını söylemiştir. Araştırmaya katılan akademisyenlerin 9 (yüzde 48) akademisyen bazı işletmelerin, çalışanlarını işten çıkarmak yerine çalışanlarını yeni ortaya çıkabilecek işlere veya işletme içinde başka birimlere de kaydırılmasının daha etik bir karar olacağını belirtmişlerdir.

Kurulacak sistem ile çalışan çıkarılması ve üretimin çalışanlar yerine makinelere emanet edilmesi boyutunda artan işsizlik nedeniyle devlet müdahalesi mümkün müdür? Sorusuna verilen cevaplarda, akademisyenlerde, devlet müdahalesinin yeni iş alanları açılması ve eğitim verilmesi açısından olacağı görüşü hâkim olduğu tespit edilmiştir. Devletin, işletmelere fazladan çalışan buldurması için baskı yapması veya Endüstri 4.0'a geçişlerini ertelemeleri konusunda müdahalesi beklenmemektedir. Ayrıca iş yerindeki üretimin robotlu sistemlere geçişiyle insanların hizmet sektöründe yoğunlaşması ve tüketimin ucuzlayacak olması nedeniyle artacağı değerlendirilmektedir.

Sensör teknolojileri, nesnelerin interneti, internet bağlantı teknolojileri, bulut ve sis depolama sistemleri gibi uygulamaların mevcut işletme de görevli lise mezunu ustabaşı ve işçi kadrosuyla yönetilmesi mümkün müdür? sorusuna 7 (yüzde 36,8) akademisyen, çalışanların uyum ve eğitim sürecinden geçirilmeleri durumunda mümkün olabileceğini ifade etmişlerdir. 12 (yüzde 63,2)

akademisyen ise bu işlemlerin karmaşıklığı nedeniyle bunun mümkün olmadığını belirtmiştir.

İşletmede mevcut lise mezunu usta başı ve işçi kadrosunun eğitilmesi ile yeni IoT ve entegrasyon yazılımı kullanımı ve gelişimi sağlanabilir mi? sorusuna 15 (yüzde 78,9) akademisyen eğitim ile kullanıcı düzeyinde bunun sağlanabileceğini vurgulamıştır. 4 (yüzde 21,1) akademisyen ise bunun mümkün olmadığını söylemiştir.

Devlet ve resmi internet sitelerinin dahi çok büyük güvenlik önlemlerine rağmen hacklenebildiği günümüzde, bu sistemi kuran işletmelerde yeterli düzeyde siber güvenlik sağlanabilir mi? sorusuna 15 (yüzde 78,9) akademisyen, bunun dış kaynak kullanımı ile sağlanabileceğini özellikle bankaların bu güvenliği sağladığı ve bu durumun işletmelerinde sağlayabileceğinin göstergesi olduğunu belirtmişlerdir. 4 (yüzde 21,1) akademisyen ise bunun mümkün olmadığını düşündüklerini söylemiştir.

Kurulacak sistemlerin ilk yıllar içerisinde sorunsuz entegrasyon ve uyumluluk sağlayacağını düşünüyor musunuz? sorusuna akademisyenlerin tamamı ilk yıllarda sorunların olabileceği, her sistemin kuruluş aşamasında büyük veya küçük bazı sıkıntılarının bulunduğunu ve zamanla bunların aşılacağını belirtmiştir.

İşletmelerde kullanılan Kurumsal Kaynak Planlaması (ERP) gibi programlar ile tam uyum sağlanabilecek midir? sorusuna akademisyenlerin tamamı ilk yıllarda sorunların olabileceği, zamanla tam entegrasyonun mümkün olabileceğini ifade etmişlerdir.

Türkiye'deki işletmeler sizce Endüstri 4.0'a geçiş kapsamında hangi (önde giden, önde gidene takip eden, geriden gelen, duyarsız) pozisyonda yer almaktadır? sorusuna 11 (yüzde 57,9) akademisyen geriden gelen, 7 (yüzde 36,8) akademisyen önde gidene takip eden, 1 (yüzde 5,3) akademisyen ise duyarsız olduğunu belirtmiştir.

#### IV.Sonuç

Bu çalışmada, Almanya'da ortaya çıkan ve diğer toplumlarda ve ülkemizde değişim ve dönüşümlerin meydana gelmesini sağlayacak/sağlayacağı düşünülen Endüstri 4.0 konusu ele alınmıştır. Ülkemizin ithalat ve ihracatında en büyük payı alan Almanya'da yaşanan bu gelişmenin ülkemizi derinden etkileyeceği düşünülmektedir. Ticaretimiz açısından gerekli önlemleri almak Almanya ile olan ilişkimizi ticari dengede tutacaktır.

Endüstri 4.0 ile birlikte robotların daha verimli üretim yapabilmeleri nedeniyle üretimin ucuzlayacağı ve üretim hatlarında değişimlerin olacağı çalışmaya katılan akademisyenlerin çoğunluğu tarafından belirtilmiştir. Endüstri 4.0'ın işletmeler için bir zorunluluk olduğu vurgulanmıştır. Schumpeter'in yıkıcı yenilik teorisi ile akademisyenlerin genelinin düşünceleri arasında bir uyum söz konusudur. Endüstri 4.0'ın zorunluluk olmadığını belirten akademisyenler tarafından işletmelerin büyüklüğü belirtilse de 3 boyutlu

yazıcıların farklı boyutlardaki (ele sığabilecek yapıdan oda boyutuna kadar değişen) yapısı ve bir çok hammaddeyi kullanabilmeleri sebebiyle uyum sağlayamayan bir çok işletme gelecekte var olamayacaktır. Örneğin bakır işleme sanatı ve uygulamalarının daha ince işçilik ve hatasız olarak 3 boyutlu yazıcılar ile uygulanması sonucu bu mesleği icra edenler ya bu teknolojiyi kullanacak yada istenilen oranda kazanç ve iş yapamayarak farklı alanlara yöneleceklerini söylemek mümkündür.

Fabrikalarda kurulacak olan tam otomasyona dayalı sistemler ile birlikte işletmelerde organizasyon ve yönetim kademelerinde akademisyenler tarafından değişiklikler beklenmektedir. Bu değişiklikler mavi yakalılarının sayısının azalması ve işletmede beyaz yakalılarının sayısının artması ile beraber iş yüklerinde aynı doğrultuda artması beklenmektedir. Eskiden işletmelerin ağırlıklı yükünü mavi yakalılar üstlenirken Endüstri 4.0 ile beraber bunu beyaz yakalılarının omuzlarına yükleneceği düşünülmektedir.

Araştırma esnasında yazarlar tarafından yapılan gözlemler sonucu akademisyenlerin verdiği cevaplarda en kararsız kaldığı sorunun işletmelerde bulunan makinelerin akıllandırılması ile mi yoksa yeni cihazların satın alınması ile mi Endüstri 4.0'a geçişin olacağını tespiti olduğu görülmüştür. Bu husus Dünya ülkeleri için bir sorunsal olarak güncelliğini korumakta, tartışılmakta ve çeşitli deneyler yapılmaktadır. Örneğin Tayvan'da Kuo ve arkadaşlarının (2017) araba yayı üreten bir işletmede yaptığı deneyde, on yaşının üzerinde bulunan yay üretim makinelerine 13 dolarlık sensör sistemi takılmış ve Matlab isimli program ve ortalamanın üzerinde bir bilgisayar sistemi ile sonuçlar toplanmıştır. Toplanan sonuçların karmaşık algoritma hesaplamaları sonucunda 191 mm +-3mm (kısa 188, uzun 194) aralığında olan 24 farklı uzunlukta ki standart üretim modeli 8'e indirilerek yüzde 93.1 oranında başarı sağlanmıştır. Eski sistemlerin ucuza akıllandırılması mümkün iken ortaya çıkan büyük verinin hesaplanmasında gelişmiş bilgisayar sistemlerine ihtiyaç duyulacaktır. Eski sistemlerin akıllandırılması bazı kronik sorunları da beraberinde getirmesi muhtemel görünmektedir. Bu nedenle işletmelerin ekonomik yapısı ve üretim sistemi modeli yapılacak yenileştirmenin şeklini belirleyeceği düşünülmektedir.

İşletmelerin Endüstri 4.0'a geçişi maliyetli bir unsur olduğu akademisyenlerin neredeyse tamamı tarafından vurgulanmaktadır. Bazı büyük otomotiv ve beyaz eşya üretimi yapanlar hariç Türkiye gerçeği değerlendirildiğinde Endüstri 4.0'ı büyük fabrikalar ve içinde çalışan binlerce robot olarak düşünmek maalesef imkansız olacaktır. Ülkemizde faaliyet gösteren bir çok firmanın KOBİ'lerden (Küçük ve Orta Büyüklükte İşletmeler) oluştuğunu düşündüğümüzde Endüstri 4.0'a Türkiye'nin geçişinin birkaç robotik kol ve 3 boyutlu yazıcılar ekseninde olması daha muhtemel olacaktır. Bu kapsamda CNC (Computer Numerical Control) tezgahları yerini 3 boyutlu yazıcılara bırakacak CNC tezgahının 20-30 bin dolarlık maliyeti ile 3 boyutlu yazıcılar alınarak çokta maliyetli olmayacak şekilde Endüstri 4.0 geçiş ülkemizde sağlanacaktır.

Türkiye’de bulunan teknolojik altyapı konusunda 14 akademisyen tarafından olumsuz görüş bildirilmiştir. Ülke altyapısında bazı eksiklikler olsa da işletmeler tarafından umut verici bazı çözüm ve uygulamalar gerçekleştirilmiştir. Örneğin yazılım konusunda, Arçelik firmasının 500 milyon TRY (Türk Lirası) yatırım ile açılışını yaptığı akıllı ve otomasyonun en üst seviyede tuttuğu Çerkezköy Televizyon Fabrikasında 107 adet robot yer almaktadır ve yazılım işlemleri Arçelik firmasında görevli mühendisler tarafından yerli imkânlar ile hazırlamıştır. Bu tesis ile Arçelik firması enerji tüketiminde yüzde 50 oranında iyileşme, su tüketiminde yüzde 60 tasarruf ve sera gazı salınımında yüzde 25 azalma olacağını değerlendirmektedir (Haber Türk Gazetesi). Bulut teknolojileri açısından Turkcell Bulut, Türk Telekom BuluTT Depo, Tübitak Safir Depo, Buluthan gibi yerli hizmet sunucuları bulunmaktadır. Ülkemizde yerli olarak 3 boyutlu yazıcı üretimi gerçekleştiren Sintertek, Şenertek, Artıboyut, 3D4E, EPS Mühendislik, Trivend, tripod3d, t3 dizayn, rigid3d, Zaxe 3d, Megamaker 3d gibi marka ve modellerde üreticiler bulunmaktadır. Endüstriyel robot üretimi açısından Altınay Robot ülkemizde otomotiv lojistik endüstriyel otomasyon gibi birçok alan için robot ve teknoloji üretimine devam etmektedir (<http://www.altinay.com/tr/>). İnsansız robot üretimi açısından Akın Robotics firması tarafından insansız (insan gibi davranabilen, konuşan, sipariş alan, erik dalı oynayabilen vb.) robot üretim işlemleri gerçekleştirilmekte olup Ada ve Akıncı Serisi insansız robotlar garson, resepsiyon görevlisi gibi çeşitli alanlarda kullanıma sunulmuştur. Bu insansız robotlar satın alınabileceği gibi kiralanması da mümkündür (<https://www.akinrobotics.com/tr/>).

Endüstri 4.0 kapsamında iş görenlerin durumunu ortaya koymak amacıyla sorulan sorulara akademisyenlerin tamamının olumlu baktığı, Marksist Teorinin aksine Schumpeter’e daha yakın bir izlenim sergiledikleri görülmüştür. Akademisyenler tarafından iş görenlerin hizmet sektörü veya başka alanlarda değerlendirilebileceğinin düşünüldüğü görülmüştür. Bazı iş görenlerin ise eğitim ile birlikte işletmede devam edebileceği görüşü akademik camiada etkin olmuştur. Kapitalist sistemin doğası gereği iş görenlerin kazanç sağlaması ve harcama yapması önemlidir. Fabrikaların ve ekonomik hayatın devamlılığı için iş görenlerin istihdamı önemli bir unsurdur.

Devletin artan işsizlik nedeniyle işletmelere müdahalesi beklenmemekte devletin müdahalesinin iş görenlerin eğitimi konusunda olacağı belirtilmiştir. İşsizliğin hizmet sektörü sayesinde dengelenmesi sonucu çalışanların Ludizm hareketine benzer protesto, yakma, yıkma gibi eylemlerinin beklenmediği görülmüştür.

Ülkemiz ile ilgili bulgulara bakıldığında mevcut teknolojik altyapımızın birkaç şirket ile sınırlı kaldığı, Endüstri 4.0 modeliyle de ortaya çıkan yeni işletmelerle rekabet edemeyeceğimiz ve değişmemizin gerekli olduğu düşüncesinin yaygın olduğu tespit edilmiştir. Bu noktada toplum olarak yeni Dünya düzenine entegre olmak için gerekli süreçleri gerçekleştirmemizin zorunlu olduğu söylenebilir. Toplumumuzla ilgili olması arzulanmış diğer bir sonuç

Endüstri 4.0'a geçiş kapsamında işletmelerimizin bu konuda önde giden olmasıdır. Araştırma sonucuna göre, arzulanan pozisyonda olduğumuzu düşünenlerin oranının düşük olduğu belirlenmiştir. Bu sonuca göre Endüstri 4.0'a geçiş kapsamında önde giden işletmemiz bulunmamakta, işletmelerimizin çoğunluğu Endüstri 4.0'ı geriden takip etmektedir. Bu bulgu farklı yönleriyle ele alınmalıdır. Çünkü böyle bir bulgu işletmelerimizin Endüstri 4.0 konusuna uzak olduğunu göstermekte ve bu konuda ülke olarak çok yol kat etmemiz gerekmektedir.

### Kaynaklar

- Akın Robotics, <https://www.akinrobotics.com/tr/>, Erişim Tarihi:17.10.2018
- Alçın, S. (2016), "Üretim İçin Yeni Bir İzlek: Sanayi 4.0", *Journal of Life Economics*, 3 (2), ss. 19-30, <https://doi.org/10.15637/jlecon.129>
- Altınay Robot, <http://www.altinay.com/tr/>, Erişim Tarihi:17.08.2018
- Dallasega, P., Rauch, E. ve Linder C.(2018), "Industry 4.0 as An Enabler of Proximityfor Construction SupplyChains: A SystematicLiteratureReview", *Computers in Industry*, 99, ss.205–225, <https://doi.org/10.1016/j.compind.2018.03.039>
- Davies, R., Coole, T. ve Smith A. (2017), "Review of Socio-Technical ConsiderationstoEnsureSuccessfulImplementation of Industry 4.0", *ProcediaManufacturing*, 11, ss. 1288-1295, <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2017.07.256>
- Dergipark, [www.dergipark.gov.tr](http://www.dergipark.gov.tr), Erişim Tarihi:17.08.2018
- Ege Bölgesi Sanayi Odası (EBSO) (2015), "Sanayi 4.0", Ege Bölgesi Sanayi Odası Yayınları.
- Göçmen, E. ve Erol, R.(2018), "TheTransitiontoIndustry 4.0 in One Of TheTurkishLogisticsCompany", *International Journal Of 3d Printing Technologies andDigitalIndustry*, 2 (1), ss. 76-85.
- Gönen, S. ve Rasgen, M.(2016), "Kurumsal Kaynak Planlaması Ve Satın Alma Süreci Uygulaması.", *Paradigma*, 1 (1), ss. 15-33.
- Habertürk Gazetesi, <https://www.haberturk.com/arcelik-cerkezkozde-500-milyon-tl-lik-yatirimla-gelecegin-akilli-televizyon-fabrikasini-kurdu-2190460-ekonomi#>, Erişim Tarihi:25.10.2018
- Hofmann, E. ve Rüşch, M.(2017), "Industry 4.0 andTheCurrentStatus as Well as FutureProspects on Logistics", *Computers in Industry*, 89, ss.23–34, <http://dx.doi.org/10.1016/j.compind.2017.04.002>
- HyperledgerFabric, <https://www.hyperledger.org/projects/fabric>, Erişim Tarihi:12.08.2018

- Jabbour, A.B.L.S., Jabbour, C.J.C. ve Filho, C. F.M.G.(2018), “When Titans Meet – Can Industry 4.0 Revolutionise The Environmentally Sustainable Manufacturing Wave? The Role of Critical Success Factors.”, *Technological Forecasting & Social Change*, 132, ss. 18-25, <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2018.01.017>
- 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. ss:2, [http://www.wolfgangwahlster.de/wordpress/wp-content/uploads/Industrie\\_4\\_0\\_Mit\\_dem\\_Internet\\_der\\_Dinge\\_auf\\_dem\\_Weg\\_zur\\_vierten\\_industriellen\\_Revolution\\_2.pdf](http://www.wolfgangwahlster.de/wordpress/wp-content/uploads/Industrie_4_0_Mit_dem_Internet_der_Dinge_auf_dem_Weg_zur_vierten_industriellen_Revolution_2.pdf), Erişim Tarihi: 12.10.2018
- Kamble, S.S., Gunasekaran, A. ve Sharma, R. (2018), “Analysis of the Driving and Dependence Power of Barriers to Adopt Industry 4.0 in Indian Manufacturing Industry”, *Computers in Industry*, 101, ss. 107-119, <https://doi.org/10.1016/j.compind.2018.06.004>
- Kuo, C., Ting, C., Chen, Y., Yang, D. ve Chen, H.(2017), “Automatic machine status prediction in the era of Industry 4.0: Case study of machines in a spring factory”, *Journal of Systems Architecture*, 81, ss. 44-53, <http://dx.doi.org/10.1016/j.sysarc.2017.10.007>
- Lina, C., Hea, D., Huang, X., Chooc, K. ve Vasilakos, A. (2018), “BSeIn: A Blockchain-Based Secure Mutual Authentication With Fine-Grained Access Control System for Industry 4.0”, *Journal of Network and Computer Applications*, 116, ss. 42-52, <https://doi.org/10.1016/j.jnca.2018.05.005>
- Marks, Karl (Çevr. Bilgi, A.), (2003), “Kapital, Kapitalist Üretim Eleştirel Bir Tahlili, I.Cilt”, Üçüncü Baskı, Eriş Yayınları.
- Mrugalska, B. ve Wyrwicka, M.K. (2017), “Towards Lean Production in Industry 4.0”, *Procedia Engineering*, 182, ss. 466-473, <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2017.03.135>
- Murray, J.C.(2010), *Technologies of Power in the Victorian Period*, Cambria Press, New York
- Müller, J.M., Buliga, O. ve Voigt, K.(2018), “Fortune Favors The Prepared: How SMEs Approach Business Model Innovations in Industry 4.0”, *Technological Forecasting & Social Change*, 132, ss. 2-17, <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2017.12.019>
- Nunes, L.M., Pereira A.C. ve Alves A.C. (2017), Smart Products Development Approaches for Industry 4.0”, *Procedia Manufacturing*, 13, ss. 1215-1222, <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2017.09.035>

- Öztemel, E. ve Gürsev, S. (2018), "Türkiye'de Lojistik Yönetiminde Endüstri 4.0 Etkileri ve Yatırım İmkanlarına Bakış Üzerine Anket Uygulaması", *Marmara Fen Bilimleri Dergisi*, 2, ss. 157-168, <https://doi.org/10.7240/marufbd.408560>
- Poonpakdee, P., Koiwanit, J. ve Yuangyai, C. (2017), "Decentralized Network Building Change in Large Manufacturing Companies Towards Industry 4.0", *Procedia Computer Science*, 110, ss. 46-53, <https://doi.org/10.1016/j.procs.2017.06.113>
- Reischauer, G. (2018), "Industry 4.0 As Policy-Driven Discourse to Institutionalize Innovation Systems in Manufacturing", *Technological Forecasting & Social Change*, 132, ss. 26-33, <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2018.02.012>
- Rubmann, M., Lorenz, M., Gerbert, P., Waldner, M., Justus, J., Engel, P. and Harnisch, M. (2015), "Industry 4.0: The Future of Productivity and Growth in Manufacturing Industries", ss.2, [https://www.bcg.com/publications/2015/engineered\\_products\\_project\\_business\\_industry\\_4\\_future\\_productivity\\_growth\\_manufacturing\\_industries.aspx](https://www.bcg.com/publications/2015/engineered_products_project_business_industry_4_future_productivity_growth_manufacturing_industries.aspx), Erişim Tarihi: 12.10.2018
- Samsung SDS Nexledger, <https://www.samsungsds.com/global/en/solutions/off/nexledger/Nexledger.html>, Erişim Tarihi: 03.09.2018
- Schumpeter, J.A. (1942), *Capitalism, Socialism & Democracy*, George Allen & Unwin Publishers, Londra
- Schwab, K. (2016). *Dördüncü Sanayi Devrimi* (Çev. Zülfü Dicleli). Optimist Yayınları, İstanbul
- Science Direct, [www.sciencedirect.com](http://www.sciencedirect.com), Erişim Tarihi: 03.09.2018
- Siemens (2014), "Endüstri 4.0 Yolunda", <http://siemens-dergi.com/pubs/Endustri40/Endustri40/assets/common/downloads/publication.pdf>, Erişim Tarihi: 12.10.2018
- Thames, L. ve Schaefer D. (2016), "Software-Defined Cloud Manufacturing for Industry 4.0", *Procedia CIRP*, 52, ss. 12-17, <https://doi.org/10.1016/j.procir.2016.07.041>
- Tjahjono, B., Esplugues, C., Ares E. ve Pelaez, G. (2017), "What does Industry 4.0 mean to Supply Chain?", *Procedia Manufacturing*, 13, ss. 1175-1182, <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2017.09.191>
- TUBİTAK (2016), "Endüstri 4.0 Yeni Sanayi Devrimi Yol Haritası", Ankara Türkiye'nin Endüstri 4.0 Platformu, <https://www.endustri40.com/>, Erişim Tarihi: 12.10.2018
- TÜSİAD-BCG (2016): "Türkiye'nin Küresel Rekabetçiliği İçin Bir Gereklilik Olarak Endüstri 4.0 - Gelişmekte Olan Ekonomi Perspektifi", <http://www.tusiad.org/indir/2016/sanayi-40.pdf>, Erişim Tarihi: 12.10.2018



- Ungera, H., Börnera, F. ve Müllera, E.(2017), “ContextRelated Information Provision In Industry 4.0 Environments”, *ProcediaManufacturing*, 11, ss. 796-805, <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2017.07.181>
- Vaidya, S., Ambad, P. ve Bhosle, S. (2018), “ Industry 4.0-A Glimpse”, *2nd International Conference on MaterialsManufacturingand Design Engineering*, ss.233-238, <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2018.02.034>
- Zhong, R.Y., Xu, X., Klotz, E. ve Newman S.T.(2017), “IntelligentManufacturing in theContext of Industry 4.0: A Review”, *Engineering*, 3, ss. 616–630, <http://dx.doi.org/10.1016/J.ENG.2017.05.015>