

# ENDÜSTRİ 4.0 ve ÜRETİM İŞLETMELERİ AÇISINDAN DEĞERLENDİRİLMESİ

## EVALUATION OF INDUSTRY 4.0 FROM THE PERSPECTIVE OF MANUFACTURING ENTERPRISES



**Mehmet ÖZKAN\***

### ÖZ

Son 250 yılda, endüstride (sanayide) köklü değişiklikler yaşandı. 1800'lerde, büyük ekseriyeti insanların işlettiği makinelerle seri üretime dayalı Endüstri 1.0 başladı. 19. y.y'ın sonunda, bunu; esaslı itici güç olarak elektrik olan, Endüstri 2.0, izledi. Otomasyon; motor ve modern telekomünikasyon yoluyla süreci hızlandırdı. 3.Endüstri devrimi 1970'lerden itibaren kişisel bilgisayar gelişimini otomatikleştirdi. Endüstri 4.0 bugün tam kapasite sayısallaştırmaya odaklanmasıyla; üretimde yeni ürün isteklerine önem verilmesi, minimum stok bulundurulması, yeni iletişim kanallarıyla piyasadaki gelişmelere hızla tepki verilebilmektedir. Akıllı Fabrikaların gelecek vizyonunu esas alan, yeni fırsatlar sunan Endüstri 4.0 dijitalleşmeyle üretim, mühendislik, yönetim ve internetin sayısız süreçlerini birleştirirken, sensörlerle üretimde etkin bir bilgi alışverişini gerçekleştirmektedir. Endüstri 4.0'ın dünyada değişimi başlatmasıyla, makineler birbiriyle konuşa-

### ABSTRACT

Over the last 250 years, there have been radical changes in the manufacturing industry. In the 1800s, Industry 1.0 started, most of which was based on mass production with machines operated by workers. At the end of the 19th century, it was followed by Industry 2.0, which used electricity as a main driving force. Increased automation helped to speed up the process through the motor or modern telecommunications. Since the 1970s, the third industrial revolution has automated personal computer development. Industry 4.0 today focuses on full capacity digitalisation; emphasising on new product requests in production, minimum stock is kept and new communication channels can be reacted quickly to the developments in the market. Based on the vision of the future of Smart Factories, Industry 4.0 combines digitalisation with numerous processes of production, engineering, management, and the Internet, and provides an effective exchange of information with sensors in production. With Industry 4.0 launching

\* Prof. Dr., Marmara Üni., İşletme Bölümü, mozkan@marmara.edu.tr, ORC-ID: 0000-0002-4855-1763.

Özkan, M. (Aralık 2019). Endüstri 4.0 ve Üretim İşletmelerinde İşletme Fonksiyonları Açısından Değerlendirilmesi, *Vergi Raporu*, 243, (76-110).

bilmekte, karar verebilmekte, olayları algılayarak yorumlayabilmektedir. Almanya dönüşümün üretim standartlarını oluşturarak süreci kontrol etmeyi ve makine üretimi liderliğini korumayı amaçlarken, Japonya "Toplum 5.0", İngiltere "4R-Dördüncü Devrim", Çin başlattığı "İnovasyon Liderliği", ABD. "Akıllı Fabrika ve Akıllı Şehir" ile mücadeleyi sürdürmektedir. Diğer gelişmiş ülkelerde de durum farksızdır, üretimde "Yapay Zeka" ve İnsan-Makine kullanımı, Zeka-Bilgi-İletişim-Ürün gelişmeleri sürmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Üretim, Endüstri 4.0, İnternet, Yapay Zeka, İnsan-Makine

**Jel Sınıflandırması Kodları:** H20, K30, K34

## GİRİŞ

Toplumsal ve kişisel yaşamımızı önemli boyutlarda etkileyen ve öncelikle bilişim ve iletişim alanlarında oluşan yenilikler son günlerde kendisini daha sık hissettirmeye başlamıştır. Buna bağlı olarak da; makro ve mikro açılardan hem dünya ekonomisi hem de ülke ekonomileri yeni değişim ve dönüşümler yaşamaktadır ki, bunun en belirgin etkisi ulusal ve uluslararası işletmeler de karşımıza çıkmaktadır.

Değişimin öncüsü, Endüstri-Sanayi 4.0, başlangıçta insan-makine (endüstriyel robot) işbirliğini gerçekleştirmeyi amaçlamıştır. Daha açık ifadesiyle, insan beyin gücü ve makine iş gücünün birlikte çalışacağı, temelinde özellikle üretim faaliyetlerinde maliyeti azaltmak, verimliliği artırmak ve ürün kalitesini yükseltmek amacı yatan özgün bir üretim aracının oluşturulması

change in the world, machines can communicate with each other, make decisions, and perceive and interpret events. While Germany aims to control the process by maintaining production standards of transformation and to maintain its leadership in machine production, Japan with 'Society 5.0', UK with '4R-Fourth Revolution', China with 'Innovation Leadership' and the USA with 'Smart Factory and Smart City', are also part of this competition. In other developed countries, the situation is no different, "Artificial Intelligence" and "Human Machine" are used in production, "Intelligence-Knowledge-Communication-Product" developments are continuing.

**Keywords:** Production, industry 4.0, the İnternet, artificial intelligence, human-machine

**Jel Classification Codes:** H20, K30, K34

fikrini ortaya çıkartmıştır. İnsan ve robot arasında ki bu işbirliğinde dikkat çekici en önemli husus günümüzde olduğu gibi, gelecekte de özellikle robotlar için güvenlik mecburiyeti, çalışanların işlerini kaybetme ve işsiz kalma riski vb. çözümlenecek pek çok sorun ile karşılaşılacaktır.<sup>1</sup> Bunun yanı sıra üretimde sağlanan etkinlik ve üretkenlik artışları, mamul ve hizmet kalitelerinin yükseltilmesi, maliyet tasarrufu, müşteri istek ve arzularının özellikle önemsenmesi ve rekabet gücü yaratılması gibi hususlar ise, Endüstri 4.0 üzerinde dikkatleri yoğunlaştırmaktadır.<sup>2</sup>

Bu hususta tüm ülkeler arasında işbirliği çalışmaları artmakta olup; "Paris'te Geleceğin Endüstrisi İçin Bir Avrupa Etkinliği Organizasyonu" ortak projesi bunun en güzel örneklerinden biridir. Bu projenin kapsamı ve yönetim şekli Alman Sanayi 4.0 Platformuyla doğal bir ara yüz

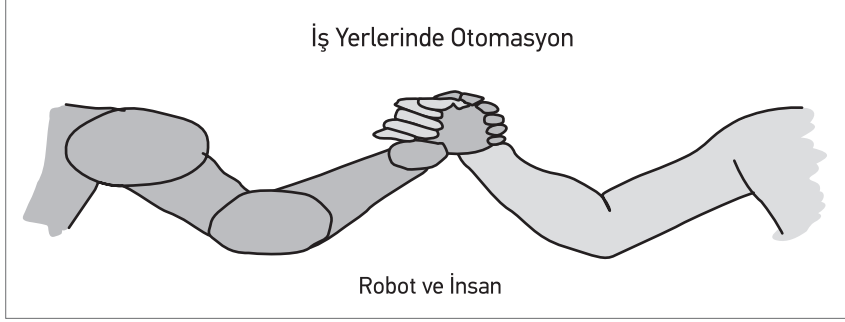
<sup>1</sup> Özkan, M., Al, A., Yavuz, S. "Uluslararası Politik Ekonomi Açısından Dördüncü Sanayi-Endüstri Devrimi'nin Etkileri ve Türkiye", Marmara Üniversitesi Siyasal Bilimler Dergisi, C.6, S.2, ss.127.

<sup>2</sup> Hartmut Hug, "Industrie4.0 Historische Grundlagen, technische Veränderungen wirtschaftliche und soziale Auswirkungen" S.9-14, 1. Auflage 2018, Merkur Verlag Rinteln Hutkap GmbH&Co. KG, 31735 Rinteln E-Mail: info@merkur-verlag.de lehrerservice@merkur-verlag.de, İnternet: www.merkur-verlag.de, Erişim tarihi: 10 Ocak 2018.

oluşturmak üzere tasarlanmış olup, bu işbirliği Avrupa Yatırım Planının bir parçası olarak sunulacak ortak ve pilot projelerde veya teknolojik gelişmelerde somutlaştırılacaktır.<sup>3</sup> Endüstri

4.0'ın, diğer endüstri devrimlerinden en belirgin üstünlüğü, insan ve makine/robot işbirliğini sağlaması olup; bu durum aşağıda görselleştirilmiştir.<sup>4</sup>

**Şekil 1:** İnsan Robot İşbirliği



Şirketler için yeni teknolojiler, değer yaratma biçimini değiştirerek, kullanılan düzenli ve büyük veriler sayesinde robotikler/yapay zekalar aracılığıyla, tamamen yeni ürünler ve uygulamalar ortaya çıkabilmektedir. Örneğin, hiç ucuz olmayan ve daha iyi kullanılabilir teknolojiler, “Kendi taksileri olmadan dünyanın en büyük taksi şirketi” olan sadece “On” denin ünlü olmasında olduğu gibi. “Neyin otomatikleştirilebileceğini otomatikleştirmek” ilkesine paralel olarak sayısallaştırmanın artan hızı giderek iş dünyasını değiştirmekte ve artık Endüstri 4.0 ile yeni teknolojiler, sadece asırlardır yapılan üretim işlerini değil, aynı zamanda zihinsel faaliyetlerin de otomatikleştirmesine neden olabilmektedir.<sup>5</sup>

## 1- TARİHSEL GELİŞİM

Kollektif bir sistem olarak nitelendirebilen Endüstri 4.0; birçok çağdaş otomasyon sistemini, veri iletişim ve üretim teknolojilerini kapsamakta yani, bu sistem günümüzde nesnelerin interneti, internet hizmetleri ve siber-fiziksel sistemler vb. yeni ve çok önemli bileşenleri bütün olarak değerlendirmektedir. Böylece, akıllı fabrikalarda yapılan üretimde tüm verilerin toplanması doğru bir biçimde izlenerek analiz edilmesine olanak veren daha verimli iş modelleri geliştirilmektedir.<sup>6</sup> Bu hususta; tarihsel gelişim sürecinde Endüstri 1.0'dan 4.0'a doğru yaşanan gelişmeler kısaca şöyledir:

<sup>3</sup> (<https://www.economie.gouv.fr/lancement-seconde-phase-nouvelle-france-industrielle>). 18/05/2015, Erişim tarihi: 09 Ocak 2018.

<sup>4</sup> (<https://www.wfb-bremen.de/de/page/stories/digitalisierung-industrie40/geschichte-der-digitalisierung-teil-zwei>). Erişim tarihi: 10 Ocak 2018.

<sup>5</sup> (<https://www.wfb-bremen.de/de/page/stories/digitalisierung-industrie-40/geschichte-der-digitalisierung-teil-zwei>). Erişim tarihi: 10 Ocak 2018.

<sup>6</sup> Industrielle Revolutionen; “Von der Dampfmaschine zum intelligenten Roboter” 11.04.2015, (<http://www.spiegel.de/fotostrecke/von-der-industrie-1-0-bis-4-0-fotostrecke-125537-2.html>). Erişim tarihi: 11 Mayıs 2017 ve Özkan, M., Al, A., Yavuz, S. ss:132.

### **Birinci Endüstri Devrimi** (1800'den itibaren)<sup>7</sup>

- Mekanik Üretim Tesislerinin Uygulanması (18. YY.)
- Britanya'da başlayan 1.Devrim, makinelerin üretimde kullanımına olanak sağlayan(1760-1840)bu süreç, elle üretilen ve buharla çalıştırılan motorların ve suyun bir güç kaynağı olarak kullanılmasını da kapsamaktadır.
- 1712 Buhar Makinesinin İcadı
- Bu, tarıma büyük ölçüde yardımcı olmasının yanı sıra "fabrika" terimini de biraz daha popülerleştirdi. Bu tür değişikliklerden en çok fayda sağlayan o dönemlerde İngiliz ekonomisinin de büyük bir bölümünü oluşturan ve bu yöntemlerin benimsendiği ilk sektörlerden birisi de tekstil sanayidir.

### **İkinci Endüstri Devrimi** (1900'dan itibaren)

- Elektrik ve İş Bölümüne Dayanan Seri Üretime Geçilmesi (19. YY.)
- Telgraf (1840) ve Telefonun (1880) İcatları
- İkincisi 1870-1914 yılları arasındadır (özelliklerinden bazıları 1850 yılına kadar uzanmasına rağmen), telgraf, demiryolları gibi sanayilere önceden var olan sistemleri tanıtmıştır. Belki de o dönemin en belirleyici özelliği, genel olarak üretim için birincil araç olarak seri üretimin getirilmesiydi.
- 1920 Taylorizm (Bilimsel Yönetim)
- Fabrikaların elektrifikasyonu, üretim faaliyetlerine büyük katkı sağlayarak özellikle seri üretimin gelişimine ve sisteme demiryollarının girmesine yardımcı olmuştur. Kimya alanındaki yenilikler ile örneğin sentetik boya icadı gibi, birçok faaliyetler ilkel hale gelmiştir.
- Bununla birlikte, sanayiye yönelik devrimci yaklaşımlar, I. Dünya Savaşı'nın başla-

masıyla bitmesine karşılık, kitlesel üretim sürmüştü ve hiçbir endüstriyel devrim olarak adlandırılmayacak gelişmeler yaşanmıştır.

### **Üçüncü Endüstri Devrimi** (1970'den itibaren)

- Üretim Süreçlerinin Otomasyonu (20. Yüzyıl)
- İlk mikro bilgisayarın (Altair 8800) üretimi (1971)
- Apple I (S. Jobs ve S. Wozniak) üretimi (1976)
- Belki de üçüncüsü, bugün yaşayan insanların çoğunun üretimde dijital teknolojilere dayalı endüstrileri bilmesi nedeniyle, diğerlerine göre daha çok tanınmakla birlikte, genellikle 1950-1970 döneminde kendini göstermiştir.
- Dijital Devrim olarak sıkça anılan, analog ve mekanik sistemlerden dijital sistemlere geçişi ifade eder.
- 3. Devrim, bilgisayarlar ve bilgi iletişim teknolojilerindeki dev gelişmenin sonucu ortaya çıkan ve halen süren Bilgi Çağıdır.

### **Dördüncü Endüstri Devrimi** (2011'den itibaren)

- Otonom Makineler ve Sanal Ortamlar (21. YY.)
- 1988 AutoIDLab. (MIT)
- 2000 Nesnelerin İnterneti
- 2010 Hücresel Taşıma Sistemi
- 2020 Otonom Etkileşim ve Sanallaştırma
- 4.Endüstri Devrimi özelleştirilmiş ve esnek seri üretim teknolojilerini sunarak üretim süreçlerinin otomasyonunu yeni bir düzeye taşımaktadır.
- Böylece kendi başına çalışmaya devam eden müşteri odaklı bir üretim alanı yaratan makinelerin bağımsız olarak çalışması veya insanlarla işbirliği yapması manalanacak ve

<sup>7</sup> (<http://www.notch-interactive.com/de/blog/2017/04/20/industrie-40-eine-ueber-2000-jaehrige-geschichte/>). Erişim tarihi: 25 Mayıs 2017.

buna bağlı olarak makine; veri toplamak, analiz etmek ve üzerinde öneriler yapabilen bağımsız bir varlık haline gelecektir.

- Bu ise kendiliğinden optimizasyon olup; kendi kendini bilme ve özelleştirmeyi endüstride tanıtılarak mümkün olabilir. Üreticiler, bilgisayarları kullanmak yerine daha çok bilgisayarlarla iletişim kurabileceklerdir.

Bununla birlikte; endüstride/sanayide oluşan birçok gelişme önümüzdeki yıllarda karşımıza çıkacaktır. Örneğin **Dijital Ekosistem** 2030 dan itibaren gündeme gelebilecek, belki de 5.Sanayi Devrimi; *“Esnek ve entegre tedarik zinciri ağları ve böyle sanal ve sanal tüketici arayüzü gibi günlük iş süreçlerine iyi uyum muhtemel olup, yoğun endüstriyel işbirliği, başarının anahtarı olacaktır.”* biçiminde görüntülenecektir.<sup>8</sup>

Endüstri 4.0'ın başlangıcında birliktelik olmayıp; Endüstri 4.0'ın öncüsü Almanya da 2011 yılında ilk defa Hannover fuarında kullanılmıştır. Geniş bir kitleye sunulan bu sistem çok kısa bir sürede, dar kapsamlı bir disiplin olmaktan çıkarak daha genel algıya dönüşmüştür. Endüstri 4.0 getirdiği endüstriyel üretim anlayışı, uzun süre önemsenmeyen daha sonra hızla güncellenen çok etkin ve güçlü bir yaklaşım olduğu gibi, (bazen yıkıcı olabilen) aynı zamanda yüksek seviye ve kalitede IT (BT.=Bilişim Teknolojileri) temelli ilerlemenin çekirdeğidir. Siyasi düzeyde, ekonomik ve endüstriyel politikanın, stratejik hedefi olan Endüstri 4.0; *“Endüstrinin mekanizasyon, elektrifikasyon ve bilgilendirmeden sonra, şeylerin ve hizmetlerin internet ortamında fabrikaya girişi 4. sanayi devrimini müjdeliyor”* ve *“Gelecek-*

*te, makineleri, depolama sistemleri ve ekipmanlarını Siber-Fiziksel Sistemler (CPS) olarak dünya çapında buluşturacaklardır.”* biçiminde ifade edilmektedir.<sup>9</sup>

## 2- ENDÜSTRİ 4.0.'IN YAPISI ve NİTELİKLERİ

“Endüstri 4.0”, üretim teknolojilerinde otomasyon ve veri iletişimi eğilimi olarak; siber fiziksel sistemleri, şeylerin interneti, bulut ve bilişsel işlemleri<sup>10</sup> içermekte ve *“Akıllı Fabrika”* olarak adlandırılan üretim merkezlerini (işyerleri, fabrikalar, imalathaneler vb.) oluşturmaktadır. Gerçekten de modüler yapıllı akıllı fabrikalarda, siber-fiziksel sistemler, fiziksel süreçleri izlemekte ve ayrıca fiziksel dünyanın sanal bir kopyası oluşturularak ademi merkezietçi kararlara olanak yaratılmaktadır. Şeylerin İnterneti; hem siber-fiziksel sistemlerin birbirleriyle hem de insanlarla gerçek zamanlı iletişim kurulması ve işbirliğini gerçekleştirilirken; Hizmetler İnternet'inde iç ve çapraz örgütsel hizmetler, eğer zincirinin katılımcılarına sunulmakta ve kullanılmaktadır.<sup>11</sup>

### 2.1- Endüstri 4.0.'in Tanımı ve Yapısı

Endüstri 4.0 insan-makine ilişkilerine önem vererek, üretimde daha çok kullanılmasını amaçlayan ve bugüne dek yaşanan en büyük sanayi devrimi olup; kuramsal ve yapısal(uygulamalı) yönleriyle diğerleriyle kıyaslandığında, daha farklı özellikler sergilemekte, getirdiği tüm yeni anlayışları ile endüstride yeni ve geliştirilmiş faaliyetlere olanak yaratmaktadır.

<sup>8</sup> <http://www.notch-interactive.com/de/blog/2017/04/20/industrie-40-eine-ueber-2000-jaehrige-geschichte/>, Erişim Tarihi: 25 Mayıs 2017.

<sup>9</sup> Sabine Pfeiffer; Aus Politics and Contemporary History /bpb.de -2015/07/24, (<http://www.bpb.de/apuz/209955/industrie-40-und-die-digitalisierung-der-produktion?p=all>). Erişim tarihi: 30 Temmuz 2017.

<sup>10</sup> (<http://www.xinfo.de/industrie-40-definition>). Erişim tarihi: 08 Aralık 2017.

<sup>11</sup> Oliver Bendel; “Definition ,Industrie 4.0” Gabler Wirtschaftslexikon, Erişim tarihi: 01 Ağustos 2017 ve Özkan ve diğerleri; ss.135.

### **Endüstri 4.0.'in Tanımı**

Endüstri 4.0, dijital sipariş taşıma (ve lojistik) yönetimi vasıtasıyla sürekli otomatikleştirilen, ağa bağlı ve kendi kendini organize eden yeni nesil fabrikalar için teknolojik ve organizasyonel bir yaklaşım olduğu kadar, bu fabrikaların yanı sıra tedarikçiler ve müşteriler gibi diğer fabrikalarla da bağlantılı bir sistemdir. Bu amaçla; Almanya'da Dresden Üniversitesi Uygulamalı Bilimler Yüksek Okulu (HTW=Hochschule für Technik und Wirtschaft) tarafından "Endüstri 4.0" için 1.5 milyon avruluk bir model fabrika kurulmuştur. Proje müdürü Prof. Dirk Reichelt tarafından "Fabrikanın 2017 yılının başında faaliyete geçeceği" açıklanmıştır. Ayrıca, "Çok sayıda ağ bağlantılı sensör, radyo çipi, konumlandırma sistemleri, kablosuz ışık kontrolörleri, robotlar ve prototip üretim ekipmanları ile donatılmış olacağını, bu bileşenlerin, örneğin malzemelerin ve araçların tam bir takip ve lokalizasyonunu sağlayacağını, model fabrikasıyla, akıllı fabrikanın gerçekleştirilmesi için yeni üretim süreçlerinin ve kontrol yaklaşımlarının uygulanabileceği ifade edilmiştir."<sup>12</sup>

Endüstri 4.0, kapsam olarak iki açıdan tanımlanabilir.

**Birincisi dar açıdan-kısaca;** Endüstri 4.0 aynı zamanda bilimsel iletişimde kullanılan bir pazarlama konseptidir ve Alman federal hükümetinin "Gelecekteki Bir Projesi=Yüksek Teknoloji Stratejisi Web Sitesi" anlamına haiz olup,

4.Sanayi Devrimi, ürünlerin bireyselleştirilmesi veya melezleştirilmesi, müşterilerin ve iş ortaklarının iş süreçlerine entegrasyonu ile karakterize edilmektedir.

**İkincisi kapsamlı;** Endüstri 4.0 da bilimsel iletişimde kullanılan ve Alman Federal Hükümetinin bir pazarlama kavramı olarak, "Gelecekteki Projesi"; sayılar ile belirtilen 4. Sanayi Devrimi bireyselleştirme(seri üretimde dâhil)veya ürünlerin melezleşmesi,(üretim ve hizmetin eşleştirilmesi) müşterilerin ve iş ortaklarının iş dünyasına katma değerli (değer zinciri) süreçlere entegrasyonu ile karakterize edilmektedir. Temel bileşenler gömülü sistemler ile (kısmen) bağımsız makineler olup, bunlar insan kontrolü olmaksızın serbestçe üretim-iş ortamlarında hareket eder, çalışır, bağımsız kararlar verebilmekle beraber, 3D yazıcılar gibi gelişmelere sahiptir. Teknolojilerin ve çipli nesnelerin birbirine bağlanması, çok karmaşık yapılar olup; Siber-Fiziksel Sistemler (CPS) ve Nesnelerin İnternet'i ile sonuçlanır.<sup>13</sup>

### **Endüstri 4.0.'in Yapısı**

Teknolojilerin ve değer zincirinin kolektif bütünleyen ve akıllı fabrika vizyonunun oluşmasına büyük katkı sağlayan **Endüstri 4.0** genel olarak<sup>14</sup>

- Nesnelerin (Şeylerin) İnterneti (IoT),
- Hizmetlerin İnterneti (IoS),
- Siber-Fiziksel Sistemler,

olmak üzere üç yapı/bileşenden oluşan Endüstri 4.0'ın yapısı şöyledir.<sup>15</sup>

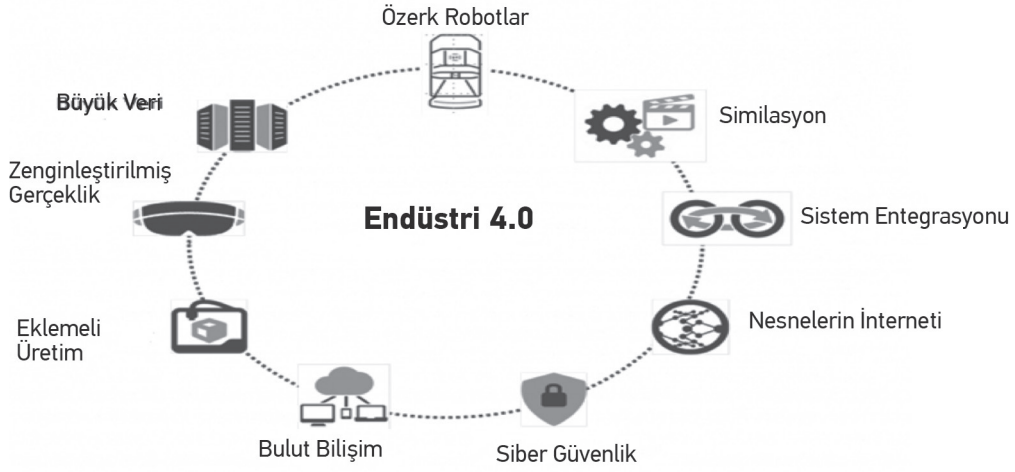
<sup>12</sup> Heiko Weckbrodt;"Modellfabrik für Industrie 4.0 entsteht in Dresden" (<https://oiger.de/2016/08/31/modellfabrik-fuer-industrie-4-0-entsteht-in-dresden/> 160960). Erişim tarihi: 30 Temmuz 2017.

<sup>13</sup> Oliver Bendel; "Definition , Industrie 4.0" Gabler Wirtschaftslexikon, Erişim tarihi: 01 Ağustos 2017.

<sup>14</sup> (<https://www.cleverism.com/industry-4-0/...08/09/2017>). Erişim tarihi: 15 Ekim 2017.

<sup>15</sup> Ali Selek; "Endüstri Tarihine Kısa Bir Yolculuk", (<http://www.endustri40.com/endustri-tarihine-kisa-bir-yolculuk/>). Erişim tarihi: 11 Ekim 2017

**Şekil 2:** Endüstri 4.0'ın Yapısı Kaynak: Özkan ve diğerleri, 2018, ss.134



## 2.2- Endüstri 4.0'ın Özellikleri

Endüstri 4.0 bileşenleri, ilkeleri, uygulanabilmesi ve uygulama yöntemleri açısından diğer üç sanayi devriminden farklı olup; bu farklar şunlardır:

### Endüstri 4.0'ın Bileşenleri

4. Sanayi Devriminin ortak bir ifadesi olmasına rağmen, Endüstri 4.0, akademisyenlerce henüz doğru bir tanımlanmamıştır. Birliktelik sağlanamamış olması, kavram mücadelesinin sürmesi, bu yaklaşımın ana bileşenlerinin ayırt edilmesini daha da zorlaştırmaktadır. Yazın incelemesinde Hermann, Pentek ve Otto, Endüstri 4.0'ın ana bileşenlerini bulmayı bizzat üstlenerek kavramın Almanca konuşulan bir alandan kaynaklandığı gerçeğinden hareketle, ilgili en sık kullanılan kavram ve tanımlara ulaşmayı amaçlamışlardır. Yapılan araştırmalarda Endüstri 4.0'ı oluşturan bileşenler (yapısal unsurlar) için şüphesiz her unsura ait Almanca veya belki İngiliz eşdeğeri kullanılmış olup; ulaşılan sonuçlar şunlardır:<sup>16</sup>

*a- Siber-Fiziksel Sistemler, Şeylerin İnterneti, Akıllı Fabrika ve İnternet Hizmetleri, akademik araştırma ve yayınlarda endüstri ile ilgili en yaygın biçimde kullanılan dört kavram olduğu kadar,*

*b- Bunlar; sonuçta ve ilk aşamada olduğu gibi, Endüstri 4.0'ın dört ana bileşenidir.*

### • Siber Fiziksel Sistemler

Yukarıda da belirtildiği gibi, bir siber-fiziksel sistem, hesaplamaların ve fiziksel işlemlerin bütünleştirilmesini amaçlamakta olup; bu, bilgisayarların ve ağların belirli bir süreçte fiziksel üretim sürecini izleyebildikleri anlamı taşır. Böyle bir sistemin gelişimi üç aşamadan oluşmaktadır:<sup>17</sup>

- Birinci aşama "Tanımlama" aşamasıdır. Bu aşamada üretimde benzersiz tanımlama şarttır. Bu, bir makinenin iletişim kurabileceği en temel dil olup; RFID (Radyo-frekans tanımlama) bunun en güzel örneğidir. RFID, bir nesneye sıklıkla bağlı olan belirli bir etiketi tanımlamak için, bir elektromanyetik

<sup>16</sup> M.Hermann, T. Pentek ve B. Otto; Design Principles for Industrie 4.0 Scenarios", Working Paper No. 01 / 2015, ss..8,http://www.thiagobranquinho.

com/wp-content/uploads/2016/11/Design-Principles-for-Industrie-4\_0-Scenarios.pdf, Erişim tarihi:17 Haziran 2018.

<sup>17</sup> (https://www.cleverism.com/industry-4-0/....08/09/2017). Erişim tarihi: 15 Ekim 2017.



alan kullanır. Her ne kadar bu tür teknoloji 1999 yılından beri kullanılmış olsa da, yine de Endüstri 4.0'ın başlangıçta nasıl çalıştırıldığına dair mükemmel bir örnek teşkil eder.

- İkinci aşama “*Sensörlerin ve Aktüatörlerin Entegrasyonu*” aşamasıdır. Bu bir makinenin çalışmasında çok önemlidir ve belirli bir makinenin hareketinin kontrol edilebileceği ve çevredeki değişikliklerini algıladığı anlamı taşır. Bununla birlikte, sensörlerin ve aktüatörlerin entegrasyonu ile dahi bunların kullanımı sınırlıdır ve birbirleriyle iletişim kurmalarına izin vermemektedir.
- Son aşama ise “*Sensörlerin ve Aktüatörlerin Geliştirilmesi*” aşamasıdır. Bu tür gelişmeler, makinelerin veriyi depolamasına ve analiz etmesine izin verir ve bir CPS, şimdi bilgi alışverişi için ağa bağlanmış birden fazla algılayıcı ve çalıştırıcıyla donatılmıştır.

#### • Şeylerin İnterneti (IoT)

Günümüzde siber-fiziksel bir sistem bize aşına gelmekte olup; makineler veri alışverişi yapabilir ve birçok uygulamada çevresindeki ortamda gerçekleşen değişiklikleri hissedebilirler. Yangın alarmları bunun iyi bir örneği olmakla birlikte, Şeylerin İnternetinin gerçek anlamda Endüstri 4.0'ı başlattığı düşünülmektedir. *Şeylerin İnterneti*, taşınabilir telefonlar ve sensörler gibi nesnelerin ve makinelerin çözüm üretmek için, insanların yanı sıra birbirleriyle de “*iletişim kurmasını*” sağlayan şeydir. Bu tür teknolojilerin entegrasyonu, nesnelerin bağımsızca sorunları çözmesine olanak tanımakla beraber doğal olarak, insanoğlunun da müdahale etmesine izin verildiği için bu tümüyle doğru değildir. Ancak çelişen hedeflerin olması durumunda çözüm ge-

nellikle daha üst sıralara çıkarılır. Hermann, Pentek ve Otto'ya göre; “şeyler” ve “nesneler” CPS olarak anlaşılabilir. Bu nedenle IoT, CPS'nin benzersiz adresleme şemaları aracılığıyla birbirleriyle işbirliği yaptığı bir ağ olarak tanımlanabilir.<sup>18</sup>

#### • Hizmetlerin İnterneti (IoS)

Günümüz dünyasında her bir elektronik cihazın başka bir cihaza veya internete bağlanma olasılığının daha yüksek olduğu kolayca görülebilir. Elektronik ve akıllı cihazlardaki büyük gelişme ve çeşitlilik ile giderek daha fazla sayıda cihazın bulunması karmaşıklık yaratır ve eklenen her cihazın kullanımını zayıflatır. Akıllı telefonlar, tabletler, dizüstü bilgisayarlar, TV'ler veya saatler giderek daha fazla birbirine bağlı hale gelmekte, ancak daha fazla satın alındığında son cihazın katma değeri tanınmamaktadır. Bu nedenle İnternet Hizmetleri, süreci basitleştirerek tüm bağlantılı cihazları sadeleştirerek daha kolay kullanım sağlayıcı bir özel malzeme (müşteri için üreticinin, ağ geçidinde olduğu gibi) oluşturmayı amaçlamaktadır.<sup>19</sup>

#### • Akıllı Fabrikalar

Endüstri 4.0'ın dikkat çekici özelliği akıllı fabrikalar olup; akıllı bir fabrika, hem fiziksel dünyayı hem de sanal dünyayı birlikte düşünebilen bir sistem olarak “arka plan sistemleri” olarak sakin bir sistemi benimsemektedir. Böylece bir bakıma sahnenin arkasında çalışmakta olan sakin yapısıyla çevresini ve çevresindeki nesnelere bilen bir sistem olduğu belirtilmektedir. Hermann, Pentek ve Otto'ya göre; akıllı fabrikalar, aynı zamanda çizim ve modeller gibi imal edilen nesne ile ilgili yumuşak bilgilerle beslenebilir. “Akıllı Fabrika, CPS'nin IoT üzerinden iletişim kurduğu ve görevlerini yerine getirirken insanlara ve makinelere yardımcı olan bir fabrikadır.”<sup>20</sup>

<sup>18</sup> (<https://www.cleverism.com/industry-4-0/...08/09/2017>). Erişim tarihi: 15 Ekim 2017.

<sup>19</sup> (<https://www.cleverism.com/industry-4-0/...08/09/2017>). Erişim tarihi: 15 Ekim 2017.

<sup>20</sup> (<https://www.cleverism.com/industry-4-0/...08/09/2017>). Erişim tarihi: 15 Ekim 2017.



### **Endüstri 4.0'ın İlkeleri**

Endüstri 4.0 günümüzde politik, ekonomik, pratik yönleri ve sonuçlarıyla birçok olayın konusu olup, “Akıllı üretim teknolojilerinin üreticiler tarafından uygulanan yaklaşımlarının, nasıl uygulanırsa Endüstri 4.0'dan faydalanılabilecektir?” sorusunun yanıtı aranmaktadır. Endüstri 4.0 aşığıda verilen altı temel tasarım ilkesine sahiptir.<sup>21</sup>

- **Karşılıklı-Birlikte Çalışabilirlik:** Nesnelere, makineler ve insanların birbirleriyle bağlanmaları ve iletişim kurma becerilerini içermekte olup, gerçekte bir fabrikayı akıllı yapan en temel ilkedir, böylece ortak çalışma daha da otomatik hale gelir.
- **Sanallaştırma:** “Her şeyin sanal bir kopyası olmalıdır” biçiminde belirtilen bu yapı/sistem sensör verilerinin (CPS), sanal tesis ve simülasyon modellerinin bağlanmasıyla oluşturularak çevredeki nesnelere izlenebilmektedir.
- **Özerk Yönetim:** CPS'lerin bağımsız çalışabilme yeteneğini (siber fiziksel sistemlerin akıllı fabrikalar içinde kendi kararlarını kendisinin vermesi) ifade eder. Bu, özelleştirilmiş ürünlerde yer ve sorun çözme imkanı sağlayarak üretim için, daha esnek bir ortam yaratır. Başarısız olan veya çakışan hedefli sorunlar, üst seviyelere devredilerek sorunlar çözülmekle birlikte, kalite güvencesi ihtiyacı tüm süreçte bir zorunluluk olmaya devam etmektedir.<sup>22</sup>
- **Gerçek Zamanlılık Yeteneği:** Verileri toplama ve analiz etme yeteneğiyle hızla uygulanabilen bu anlayışta, akıllı bir fabrika, sadece pazar araştırmasına bağlı kalmayan gerçek zamanlı verileri toplayarak depola-

yabilmeli, irdeleyerek yeni bulgulara göre; kusurları tanımlayabilme, görevleri diğer işletim makinelerine yeniden atayabilmeleri vb. kararlar verebilmelidir. Böylece üretimde esneklik ve optimalleşmeye büyük katkı sağlanır.

- **Hizmet Odaklılık:** Hizmetlerin interneti siber-fiziksel sistemler, insanlar ve akıllı fabrika servislerine olanak sağlamaktadır. Bu nedenle; müşteri odaklı üretim, insanlar ve akıllı nesnelere/cihazlarla müşterilerce özelleştirilmiş ürünler daha çok önemsenmeli, Hizmetler İnternet'inden daha verimli bir şekilde yararlanılmalıdır. Zira, burası Hizmetler İnternetinin gerektiği yerdir.
- **Modülerlik:** Bireysel modüllerin oluşan değişiklikleri için, akıllı fabrikalara uyum ve esneklik sistemi sağlar. Çünkü dinamik bir pazarda, akıllı fabrikanın yeni pazarlara uyum yeteneği önem taşımaktadır. Bazı tipik durumlarda bir şirketin piyasayı incelemesi ve üretimini buna göre değiştirmesi zaman alabilmekte olup; akıllı fabrikaların mevsimsel değişimlere ve piyasa trendlerine hızlı ve sorunsuz uyumu zorunludur.

### **Endüstri 4.0 Sistemin Uygulanabilirliği**

Üretim sistemleri açısından Endüstri 4.0, hizmetin makineler tarafından sunulması, ürünlerle gerçek zamanlı bilgi paylaşılan bir sisteme benzetilmekte olup; örneğin, Almanya-Kaiserslautern' de küçük bir akıllı fabrikada buna benzer bir sistem uygulanmaktadır. Bu fabrika; Alman Yapay Zeka Araştırma Merkezi (DFKI=Deutsches Forschungszentrum für Künstliche Intelligenz/ German Research Center for Artificial Intelligence) tarafından içinde Siemens AG.'nin de bulun-

<sup>21</sup> Thomas Donato”Prinzipien von Industrie 4.0praktisch umgesetzt” 24/09/2015, (<http://www.etz.de/5453-0Prinzipien+von+Industrie+40+praktisch+umgesetzt.html>). ve (<https://www.it-business.de/was-ist-industrie-40-a-597701/>). Erişim tarihi: 08 Aralık 2017,

(<https://www.cleverism.com/industry-4-0/...08/09/2017>). Erişim tarihi: 15 Ekim 2017 ve Özkan ve diğerleri, 2018,ss:135.

<sup>22</sup> (<https://www.cleverism.com/industry-4-0/..08/09/2017>). Erişim tarihi: 15 Ekim 2017.

duğu 20 endüstriyel ve araştırma ortağının katkılarıyla kurulmuştur. Boş sabun şişelerinin üzerinde bulunan radyo frekansıyla tanımlanan (RFID) etiketleri sayesinde, makineler şişelerin rengini algılayabilmekte, böylece ürünler ve üretim makinelerinin birbirleriyle nasıl iletişim kurdukları belirlenmektedir. Bu sistemde bir ürünün radyo sinyalleriyle iletildiği bilgiler, üretimin başından itibaren, dijital ortamda saklanabilmekte ve bir siber fiziksel sistem haline dönüşmektedir.<sup>23</sup>

Ancak Endüstri 4.0'ın uygulanmasında bazı zorluklar ortaya çıkmaktadır. Bunlar BT için güvenlik, makineden makineye iletişim (M2M) için gerekli güvenilirlik ve kararlılık, üretim süreçleri için süreç bütünlüğünün korunma gereksinimi, endüstriyel otomasyon için, endüstriyel bilgiyi korumak (kontrol dosyaları oluşturulması) ve en önemlisi de paydaşların da genellikle değişime isteksizliğidir. Ayrıca 4. Sanayi Devrimine geçişi hızlandırmak da yeterli beceri setinin eksikliği söz konusu olup; kurumsal BT.nde fazlalık/artıklık tehdidi söz konusu olup; işlerin, otomatik ve IT kontrollü süreçlerde gerçekleştirilmesi, özellikle toplumun eğitim seviyesinin düşük katmanları arasında sorun yaratmaktadır.<sup>24</sup>

Endüstri 4.0, imalatın yanı sıra, tüm sektörlerde<sup>25</sup> (ticaret ve hizmetler, ulaşım ve lojistik, tıbbi uygulamalar ve sağlık bakımı, el sanatları, ofis ve yönetim vb.) uygulanabilmekte, iklim ve enerji sektörleri en önemli uygulama alanları olarak dikkat çekmektedir. Bu nedenle en son teknolojiye sahip, robot tabanlı araç üretimi (Smart Factory ve Smart Production), sürücü yardım sistemlerinin ve veri toplayan, atölyelere ve üreticilere gönderen self-propelled (**kendinden tahrikli/sürüşlü araçların=Güç/enerji**

**kaynağını kendi içerisinde bulunduran makineler,")** geliştirilerek ağlarının oluşturulmasının yanı sıra, genellikle tüm sektörlerde önemli roller üstlenmektedir. Sağlık sektöründe, ameliyat, hemşirelik, terapi ve genel hizmet robotları uzmanları tamamlayan çok hassas ve kalıcı araçlar olarak, gerekli bilgileri her zaman değerlendirebilirler. Elektronik hasta kayıtları, gereksiz tedavileri önler, otomatik bildirimlerin yanı sıra tıbbi akıllı zekalar, akıllı haplar ve bireyselleştirilmiş tıp ile de yeni anlayışlar geliştirilebilir. Ayrıca akıllı şebeke, enerji yönetiminde devrim yaratarak, küçük ve büyük güç kaynağı sistemlerini ve çok çeşitli sistemleri birbirine bağlamıştır.<sup>26</sup>

1781'de buhar makinesi icat edildiğinde yakın bir gelecekte emek yoğun işlerin azalarak, biteceği yargısı hakimdi. Yeni icatlarla doğal olarak fiziksel güç gereksiniminin azaltılmasına karşılık, beklenenin aksine buhar makineleri, demiryolu sistemleri, hızlı ve verimli çalışan fabrikalar vb. yeni iş alanları oluşturarak ayrıca mühendislik makine operatörlüğü veya bakım-onarım işleri gibi çeşitli iş imkanlarını da beraberinde getirdi. Ancak yaklaşık çeyrek asır (238 yıl) geçmesine rağmen, günümüzde hala benzer sorulara yanıt aranmaktadır. Endüstri 4.0'ın mevcut mesleklerin geleceğine etkileri en ilgi çekici konu olup, "The Second Machine Age" (İkinci Makine Çağı) adlı ünlü kitapta robotların beyaz yakalıların işlerini/yerini alacağı öngörülmekte, çizilen karanlık tabloda kalite kontrol, üretim montajı, planlama gibi sürekli tekrar eden basit işlerde gerçekleştirilecek değişiklikler mantıklı görülmektedir. Yapılan araştırmalar, genel olarak toplam iş sayısının gerçekten azalıp azalmayacağı konusunu aydınlatmaktadır. Yakın bir zamanda yayınlanan

<sup>23</sup> Özkan ve diğerleri; 2018, ss:135.

<sup>24</sup> (<http://www.notch-interactive.com/de/blog/2017/04/20/industrie-40-eine-ueber-2000-jaehrige-geschichte/>). Erişim tarihi: 25 Mayıs 2017 ve (<https://www.cleverism.com/industry-4-0/...08/09/2017>). Erişim tarihi: 15 Ekim 2017.

<sup>25</sup> (<https://www.beratungzukunft.de/>). Erişim tarihi: 08 Aralık 2017.

<sup>26</sup> Oliver Bendel; "Definition, Industrie 4.0", Gabler Wirtschaftslexikon, Erişim tarihi: 01 Ağustos 2017.

bir raporda Endüstri 4.0'ın oluşturacağı genel görüntü çok da kötü görünmemekte, yeni teknolojilerin yeni iş modelleri oluşturmasıyla iş rollerinde önemli bir kayma olduğu gözlenmektedir.<sup>27</sup>

### 2.3- Endüstri 4.0'ın Yarar ve Sakıncaları

Endüstri 4.0 uygulamalarında birçok yarar-avantaj ve sakınca-dezavantaj ortaya çıkmakta olup; bunlar özellikle belirli noktalarda yoğunlaşmaktadır.<sup>28</sup> Endüstri 4.0'ın yararlarının özellikle ortaya çıktığı faaliyetler Pwc tarafından yapılan bir araştırmaya göre; üç noktada toplanmıştır.

- Birincisi **üretim optimizasyonu** olup; Endüstri 4.0 için önemli bir avantajdır. Üretimi kendisi optimize edebilen yüzlerce veya hatta binlerce akıllı aygıt içeren bir Akıllı Fabrika, üretimde hemen hemen sıfır duruş süresine olanak sağlayacaktır. Bu, yarı iletken endüstrisi gibi oldukça pahalı yüksek üretim ekipmanlarını kullanan endüstrilerde son derece önemlidir ve sürekli bir biçimde üretimden faydalanabilme şirketi daha çok kazançlı kılacaktır.

- İkincisi **özelleştirmedir** ki, müşteri odaklı esnek bir pazar yaratmak, müşterilerin ya da halkın ihtiyaçlarını hızlı ve düzgün bir şekilde karşılamaya yardımcı olacağı gibi, ayrıca üretici ile müşteri arasındaki boşluğu da giderecektir. İletişimin doğrudan doğruya gerçekleşmesiyle, üreticiler firma içinde (şirketler ve fabrikalarda) ve dışarıdan (müşteriler ile) iletişim kurmak zorunda kalmayacaklar böylece üretim ve teslimat süreleri de kısaltılacaktır.

- Üçüncü ise; **araştırmaların gelişimi** olup, Endüstri 4.0 teknolojilerinin benimsenmesi, araştırmayı BT güvenliği gibi çeşitli alanlara yönlendirecek ve özellikle eğitim üzerinde etkili olacaktır. Yeni bir endüstri yeni bir dizi beceriye ihtiyaç duyacaktır. Sonuç olarak eğitim ve öğretim, böyle bir sanayinin gerekli vasıflı işçiliği sağlayacak yeni bir şekil alacaktır.<sup>29</sup>

Endüstri 4.0'ın yukarıda açıklanan avantajlarını-yararlarını kullanıcıları ve işletme organizasyonları açısından aşağıdaki gibi görselleştirebiliriz.<sup>30</sup>

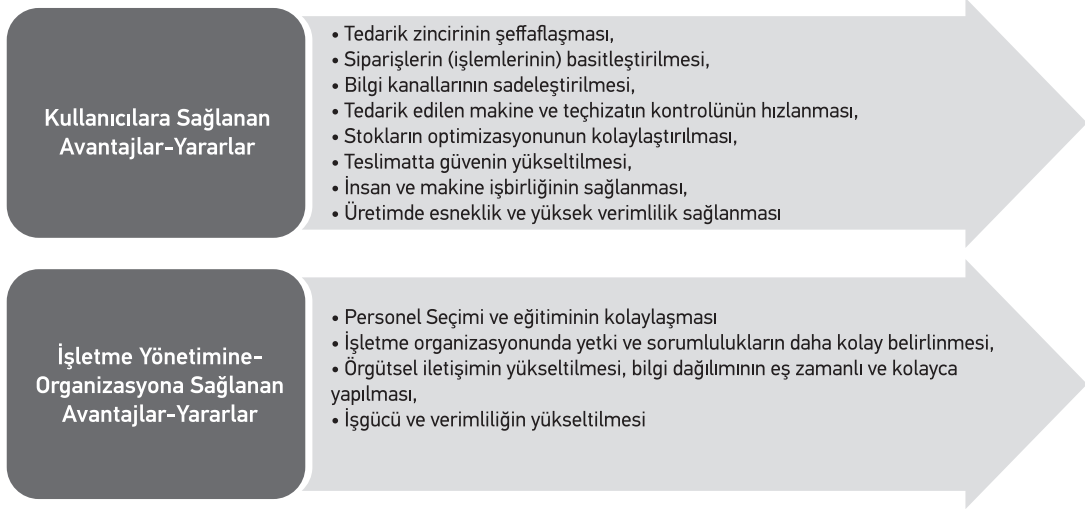
<sup>27</sup> Ender Eger; " Endüstri 4.0 ile Birlikte Gelecek 10 Yeni Meslek", ([http:// www. endustri40.com/endustri-4-0-ile-birlikte-gelecek-10-yeni-meslek/](http://www.endustri40.com/endustri-4-0-ile-birlikte-gelecek-10-yeni-meslek/)). Erişim tarihi: 20 Temmuz 2018.

<sup>28</sup> Dominic Lindner; (<https://agile-unternehmen.de/risiken-nachteile-von-industrie-4-0/>). Erişim tarihi: 20 Ağustos 2017.

<sup>29</sup> Claudie Blum; 8 August 2016, "İndüstri 4.0: 7 Vorteile von denen wir profitieren werden", ([www.management-circle.de/blog/industrie-4-0/](http://www.management-circle.de/blog/industrie-4-0/)). Erişim tarihi: 12 Aralık 2017.

<sup>30</sup> Claudie Blum; 8 August 2016, "İndüstri 4.0: 7 Vorteile von denen wir profitieren werden", ([www.management-circle.de/blog/industrie-4-0/](http://www.management-circle.de/blog/industrie-4-0/)). Erişim tarihi: 12 Aralık 2017 ve Özkan ve diğerleri, 2018ss.136.

### Şekil 3: Endüstri 4.0'ın Yara ve Sakıncaları



Endüstri 4.0'ın sakıncaları ise; özellikle dört ana noktada ortaya çıkmaktadır.

- Bunlardan ilki **güvenliktir**; belki de Endüstri 4.0 tekniklerini uygulamanın en zor kısmı BT'nin güvenlik riskidir. Bu çevrimiçi entegrasyon, güvenlik ihlalleri ve veri sızıntılarına yer açacağı gibi, aynı zamanda siber hırsızlık da göz önüne alınmalıdır. Bu durumda sorun bireysel değildir ve muhtemelen üreticilere pahalıya mal olabileceği gibi itibarına da zarar verebilir. Bu nedenlerle, güvenlik araştırmaları çok önemlidir.
- İkinci nokta **sermayedir**; endüstri 4.0'ın ucuz olmayan yeni bir teknolojiye büyük bir yatırım yapılması büyük sermaye gerektireceği için, böyle bir dönüşümü yapma kararı CEO düzeyinde olmalıdır. O zaman dahi, riskler hesaplanmalı ve ciddiye alınmalı ve ek olarak, bu tür bir dönüşümün özellikle, küçük işletmeler açısından gelecekte pazar paylarına mal olabilecek büyük bir sermaye gerektireceği unutulmamalıdır.<sup>31</sup>

- Üçüncü nokta **istihdamdır**; endüstri 4.0'ın dünya çapında benimsenmesiyle istihdam koşulları hakkında spekülasyon yapmak hala erken olsa da, çalışanların farklı ya da tamamen yeni bazı bilgi ve beceri kazanmaları gerektiği dikkate alınmalı ve bunun istihdam oranlarının yükselmesine yardımcı olabileceği ancak sektörlerde işçilerin büyük bir kısmını da yabancılaştıracağı unutulmamalıdır. Çalışmalarını sürdüren işçiler sektörlerinde ortaya çıkan endüstri değişimine ayak uydurmada zorluklarla karşı karşıya kalacakları için, farklı eğitim biçimleri geliştirilmelidir.<sup>32</sup> Ancak yine de eğitimde yapılacak geliştirmeler işçilerin yaşlı kesimi için sorunu çözmekte olup; bu, çözülmesi daha uzun sürebilecek olması nedeniyle daha sonra ayrıntılı bir biçimde tekrar analiz edilmesi gereken bir konudur.
- Dördüncü ve son nokta ise **gizlilik**; bu yalnızca müşterilerin değil, aynı zamanda üreticilerinde endişe duyduğu bir husus

<sup>31</sup> (<https://www.cleverism.com/industry-4-0/....08/09/2017>). Erişim tarihi: 15 Ekim 2017.

<sup>32</sup> Özkan ve diğerleri; 2018 ss.151.

olup; bunun için birbirine bağlı faaliyetleri içeren bir endüstride üreticilerin kesinkes birlikte verileri toplamaları ve analiz etmeleri gerekir. Müşteri açısından bir tehdit gibi görünebilen bu gizlilik sadece müşterilere/tüketicilere özel değildir. Verilerini geçmişte paylaşmayan küçük veya büyük şirketler daha şeffaf bir ortama doğru yol almayı sürdürürken aynı zamanda da tüketici ile üretici arasındaki uçurumu kapatmak, her iki taraf için de büyük bir mücadeleye neden olacaktır.<sup>33</sup>

### 3- ENDÜSTRİ 4.0'İN ÜRETİM İŞLEMLERİNDE DEĞERLEMESİ

4. Endüstri devrimi, özelleştirilmiş ve esnek seri üretim teknolojilerini sunarak üretim süreçlerinin otomasyonunu yeni bir düzeye taşımakta olup;bu, makinelerin kendi başına çalışmayı sürdüren müşteri odaklı bir üretim alanı yaratmada makinelerin bağımsız olarak çalışacağı veya insanlarla işbirliği yapacağı anlamını taşır. Böylece; makine, veri toplamak, analiz etmek ve üzerinde önerilerde bulunabilen bağımsız bir varlık haline gelerek; endüstride kendiliğinden optimizasyon, kendi kendini bilme ve özelleştirme kavranarak mümkün olacaktır. Yani; üreticiler, sadece bilgisayarları kullanmakla kalmayıp aynı zamanda bilgisayarlarla iletişim kurabileceklerdir.Üretim işlemleri açısından Endüstri 4.0 yönetim, satın

alma, üretim, finansman, maliyetleme, satış ve pazarlama, Ar.-Ge.ve BT./BİT. faaliyetleri açısından dikkat çekicidir.

#### 3.1- İşletme Yönetimi Açısından

Endüstri 4.0 işletme yönetimi açısından işletmenin fonksiyonları ve faaliyetleri üzerinde önemli etkiler yaratmış olup; işletme örgütünün yenilenmesine müşteri istek ve arzularına daha da önemseyerek faaliyetlerini sürdürmesine neden olmuştur.<sup>34</sup> Öte yandan örgütlenme açısından Endüstri 4.0 bir devrim olup, örgütlerin organizasyonu için önemli bir unsurdur ve özellikle *ağ oluşturma, bilginin şeffaflığı, ademi merkezîyetçi kararlar, teknik yardım*" üzerine kurulmuştur.<sup>35</sup> Endüstri 4.0'ın yönetim işlevleri açısından,

- Sistemin izlenmesi ve arıza tespitinin kolaylaştırılması,
- Sistem ve bileşenlerinin öz farkındalık kazanması,
- Sistemin çevre dostu, kaynak tasarruflu ve sürdürülebilir olması,
- Yüksek verimlilik sağlaması,
- Üretimde esnekliği artırması,
- Maliyetleri azaltılması, yeni hizmet ve iş modellerinin geliştirilmesi

hususlarında etkili ve dikkat çekicidir.<sup>36</sup> İşletme faaliyetleri düşünüldüğünde ise;Endüstri 4.0'ın üretim işlemlerinde ki etkileri şöyle görülebilmektedir.<sup>37</sup>

<sup>33</sup> (<https://www.cleverism.com/industry-4-0/....08/09/2017>). Erişim tarihi: 15 Ekim 2017.

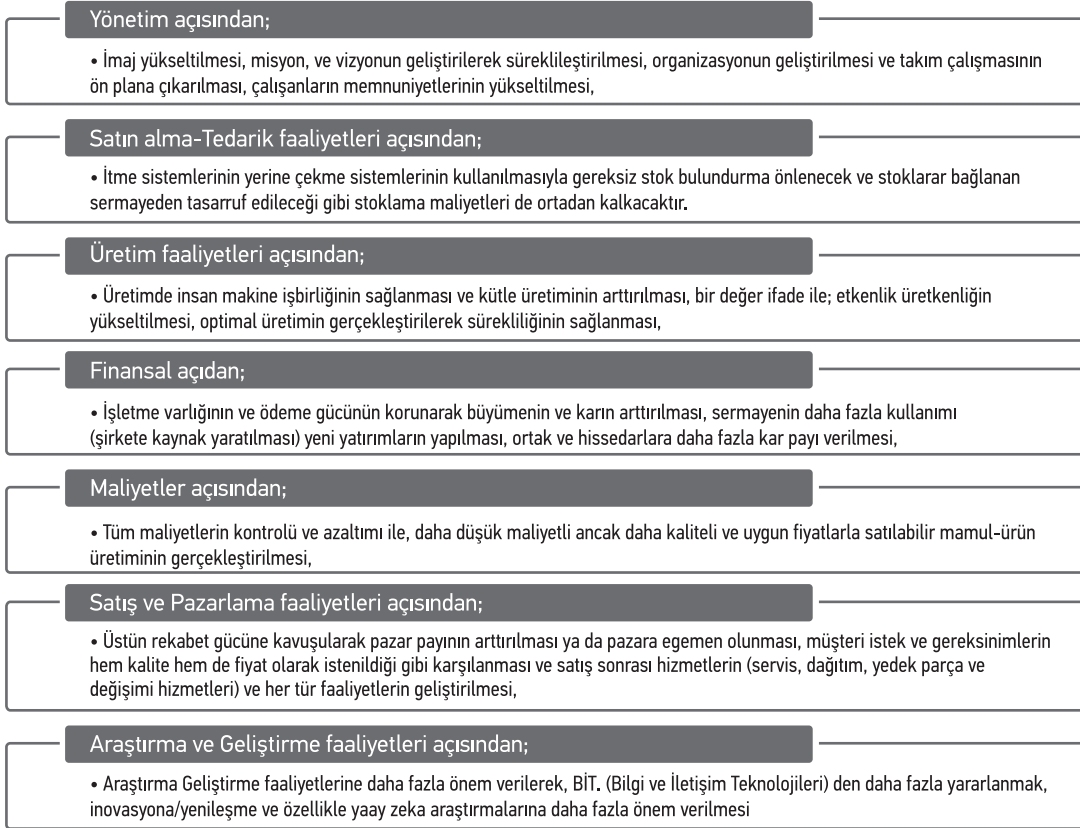
<sup>34</sup> CANCOM; Rockwell Automation, SAP,SIEMENS, Wikipedia, Erişim tarihi: 20 Ekim 2017.

<sup>35</sup> Nico Litzel; "Definition / Was ist Industrie 4.0?" 01.09.2016, (<https://www.big-data-insider.de/was-ist-industrie-4-0-a-563898/> ve <https://www.cleverism.com/industry-4-0/....08/09/2017>). Erişim tarihi: 25 Ekim 2017.

<sup>36</sup> Özkan ve diğerleri; 2018 ss.136.

<sup>37</sup> Özkan ve diğerleri; 2018 ss.152

#### Şekil 4: Endüstri 4.0'ın Etkileri



### 3.2- Satın Alma-Tedarik Faaliyetleri Açısından

Satın alma-tedarik, özellikle üretimde kullanılmak amacıyla işletmelerin tüm bölümsel faaliyetlerinde gereksinme hissedilen ve ilk madde ve malzeme, makine ve teçhizat ile ürün ve hizmetlerin tedarik edilmesi ile ilgili faaliyetlerin tümü olup, tedarik zinciri içinde ilk halkadır. Günümüzde Endüstri 4.0 ile beraber daha da anlam kazanan tedarik zinciri satın almadan başlayarak satış ve sonrası hizmetlere kadar uzanan tüm faaliyetleri kapsamaktadır. Ancak kanaatimizce zincirin tedarikçinin tedarikçisinden başlayarak işletme içinde süren ve alıcının alıcısına kadar uzanan faaliyetler zinciri olarak değerlendirilmesi daha doğru olacaktır. Zira üretim işletmesinin

satın almada bulunduğu işletmenin de bir tedarikçisi olduğu gibi satış yapılan alıcı/ müşterinin de bir alıcısı/müşterisi olabilir.

Öte yandan Endüstri 4.0 ile birlikte küreselleşme ve bilgi teknolojilerinin gelişmesi ile birlikte, rekabet koşulları daha da ağırlaşarak, üretim işletmelerinin rakiplerine göre öne geçmeleri, verimlilik ve karlılıklarını arttırmaları ile maliyetlerini düşürmelerine bağlıdır. Değişim ve gelişimlere açık olmak Endüstri 4.0 devrimi ile şirketlerin operasyonel ve idari faaliyetlerinde tepeden tırnağa oluşan değişimlere de ayak uydurmasını kolaylaştırır. Bu devrimin stratejik ve operasyonel satın almaya etkileri satın alma 4.0 kavramı olarak ön plana çıkmıştır. Ancak satın alma 4.0'ın tam olarak nasıl bir kavram olduğu,

bugünün ve geleceğin satın alma profesyonellerinin ve yöneticilerinin stratejik olarak nasıl bir yol izlemesi gerektiği ise; henüz yeterince açıklanamamıştır. Bununla birlikte, Endüstri 4.0 kendine özgü bazı fırsatlar sunmasının yanında bazı tehditler de içermektedir. Endüstri 4.0 satın almada veya herhangi bir alanda sadece çalışma şeklinde değil tedarikçiden müşteriye kadar tüm değerler zincirinde bir dönüşüm gerçekleştirmeye aday olmakta ve şu bileşenlerden oluşmaktadır.<sup>38</sup>

- **Katma Değer Yaratma:** Satın alma 4.0 kapsamında ilk dönüşüm “katma değer yaratmaya” öncelikle ele alarak, satın alma yöneticileri için, satın alma faaliyetlerinin sadece maliyet düşürmeden ibaret olmadığı, Endüstri 4.0 ve bunun yaratacağı arz-talep dengesindeki değişim sebebiyle işletmeden ve hatta tüm sektörden beklentileri çok daha farklı olabilecektir. Dolayısıyla satın alma yönetimi bunu göz önünde bulundurmalı ve yönünü daha çok Risk Yönetimi, Marka Yönetimi gibi katma değer içeren işlemlere çevirmelidir.
- **Dijital Kategori Yönetimi:** Endüstri 4.0 ve beraberinde gelen satın alma 4.0. data toplama, analiz etme ve bundan sonuç çıkarma gibi bazı yeteneklerin geliştirilmesini de gerektirecektir. Çünkü Endüstri 4.0 temelde her an sisteme giren dataların işlenmesi ve bunun sonucunda sistemdeki makinelerin birbirleriyle iletişim kurarak operasyonel faaliyetleri yürütmesi eksenlidir. Bu noktada satın alma yönetimi, bu datadan tedarikçiden müşteriye kadar olan süreçte yüksek katma değerli sonuç üretebilecek şekilde faydalanmayı amaçlamalıdır. Bir başka ifadeyle, satın alma sadece iyi malı daha ucuza

alma amacıyla değil, bütün bir dijital süreci okuyup geleceğe yönelik öngörülerde bulunarak bir ürün grubu ve kategoriyi yönetmek amacıyla hareket etmelidir.

- **Dijital Tedarik Zinciri Yönetimi:** Endüstri 4.0 ile müşterilerden, distribütörlerden, tüketicilerden, nakliyecilerden alınan data'nın üretime entegre edilmesi sağlanırken, siber fiziksel sistemler tedarik süreçlerinin optimizasyonu için kullanılacaktır. Çok yakın gelecekte olmasa dahi sonuçta, nihai tüketici istediği herhangi bir ürünü, istediği anda elde etme olanağına ulaşırken bu siber fiziksel sistemlerin sürece dahil edilmesinde Satın alma 4.0 en önemli rolü üstlenecektir.

- **Inovatif (Yenilikçi) Data Yönetimi:** Satın alma 4.0 süreçlerinde data başrolde olmakla beraber, yenilikçi anlayışla data yönetiminin biraz daha farklı bir yöne gitmesi beklenmektedir. Bugüne kadar data analizi denildiğinde sadece geçmişe dönük var olan bilginin analizi ifade edilirken, satın alma 4.0 kapsamında yenilikçi bir yaklaşımla var olan datalardan geleceğe yönelik öngörülerde bulunabilmek zorunlu olacaktır.

Yukarıda yapılan açıklamalara bağlı olarak satın alma 4.0 ile, artık satın alma profesyonelleri ve yöneticileri tekrarlayan aktivitelerini bilgisayar yazılımlarına devredip daha çok; bilgiyi, datayı okuyarak stratejik çözümler üretme faaliyetleriyle meşgul olacaklardır.<sup>39</sup>

### 3.3- Üretim Faaliyetleri Açısından

Endüstri 4.0 özellikle üretim faaliyetlerine yeni bir kimlik kazandırmış ve köklü değişimler yaratmıştır. Bir yandan daha önceki endüstri dev-

<sup>38</sup> Arıkan, I., “Endüstri 4.0'dan Satın Alma 4.0'a”, ([https://www.fiyatimbu.com/blog/endustri-4-0-dan-satinalma-4-0\\_a\\_346](https://www.fiyatimbu.com/blog/endustri-4-0-dan-satinalma-4-0_a_346)). Erişim tarihi: 13 Ocak 2019.

<sup>39</sup> Arıkan, I., “Endüstri 4.0'dan Satın alma 4.0'a”, ([https://www.fiyatimbu.com/blog/endustri-4-0-dan-satinalma-4-0\\_a\\_346](https://www.fiyatimbu.com/blog/endustri-4-0-dan-satinalma-4-0_a_346)). Erişim tarihi: 13 Ocak 2019.



rimlerinin önünde yeni ufuklara koşarken, öte yandan üretim faaliyetleri açısından tümüyle yeni bir uygulama olan karanlık fabrikalar ile insansız üretim ve işgücü açısından önemli etkilere sahip olmuştur. Bu nedenle bu kısım olabildiğince detaylı bir biçimde ele alınmıştır.

### **Akıllı-Karanlık Fabrikalarda İnsansız Üretim**

Günümüzde karanlık akıllı fabrikalar aslında, aktif olarak üretim faaliyetlerini gerçekleştiren (Lightsout)fabrikalarda kullanılan bir otomasyon yöntemidir.<sup>21</sup> yüzyılı etkileyecek en büyük üretim devrimi sayılabilecek karanlık fabrikalar üretimde insan gücüne ihtiyaç duyulmaması ve tamamen insansız üretimin sağlanması özelliği ile dikkat çekmekte olup; otomasyon, robotlar, bilişim, üretim ve işgücü vb. arasındaki yeni ilişkileri içermektedir.<sup>40</sup>

Aslında akıllı-karanlık fabrikalar üretim için yeni bir yaklaşım olmayıp, 1980'lerden beri gerçekleştirilmek istenen bir uygulamadır. Örneğin, bu hususta; GM. (General Motors) firmasının tamamen otomatik bir fabrikada üretim yapabilmek için denediği ancak başarılı olamadığı bir sistem bilinmektedir. Günümüzde otomasyon sistemleri teknolojik açıdan daha gelişmiş olmakla beraber, karanlık fabrikalar da üretimin gittikçe daha çok önem kazanarak uygulanabilmesi, gerçekten dikkat çekici bir haldir. Çünkü günümüzde hala çoğu üretim biçimlerinde insan gücü kullanılmakta olup; makinelerin işleyişine bakıldığında karanlık fabrikalar çok farklı şartlar altında dahi, 24 saat performans göstererek gerçekleştirilen üretim sürecinde artan bir verimlilik eğrisiyle yüksek hedeflere ulaşıldığı gözlenmek-

tedir. Aslında karanlık fabrikalar özünde tamamen insan bulundurmeyen bir sistem olmadığı gibi, burada gerçekleştirilen üretim, bir iş kurma ve o işin sürekliliğini sağlayan gibi basit bir faaliyet de değildir. Bu nedenlerle, bu sistemin çok dikkatli bir planlama, deneyimli çalışanlar, gelişmiş bir programlama bilgisi ve sürekli bakım onarım gerektirdiği asla unutulmamalıdır.<sup>41</sup>

Çünkü sürekli olarak işleyen bu sistemin arızalanması, bakım ile birlikte sisteme insan müdahalesi gerektirmesiyle beraber; sistemin kurulmasından önce, ürünün, üretim aşamaları hakkında detaylı bilgiye sahip usta ve işçiler de zorunludur. Bu yoldan edinilen deneyimlerle sistemin analizi gerçekleştirilerek, öngörülen sistemin pratikte çalışan bir sisteme dönüşebilmesinde hassas bir programlama ve otomasyon bilgisine gereksinim duyulmaktadır.<sup>42</sup>

Tümüyle otomatik sistemlerle donatılmış ve bünyesinde hiçbir insanın varlığına ihtiyaç duyulmayan akıllı-karanlık fabrikalar, sahip olduğu bu büyük potansiyel ile ekonominin en önemli kilometre taşıdır. Günümüzde fabrikalarının birçoğu karanlık fabrika özelliğini barındırmakla birlikte, parçaların kaldırılması, taşınması, makinelerin kurulması gibi tipik insan gücü gerektiren yerlerde işçilerin çalışması bu fabrikaların kendi yapıları gereği bir zorunluluktur. Özellikle, tüketim sektörünün aktivitesi ve arz talep arasındaki farkın açılmasını önlemek amacıyla, birçok fabrika kendi kapasitelerindeki teknolojinin sağladığı imkanlarıyla, artan talebin karşılanabilmesi ve fabrikanın kendi finansal gücünü yükseltebilmesi için vardiyalar arasında karanlık üretim yapmaya başlamıştır. Karanlık fabrikalarda, ham madde-

<sup>40</sup> "Karanlık Fabrikalar ile İnsansız Üretim"; (<http://www.endustri40.com/karanlik-fabrikalar-ile-insansiz-uretim/>). Erişim tarihi: 30 Mayıs 2018.

<sup>41</sup> "Karanlık Fabrikalar ile İnsansız Üretim", (<http://www.endustri40.com/karanlik-fabrikalar-ile-insansiz-uretim/>). Erişim tarihi: 30 Mayıs 2018.

<sup>42</sup> "Karanlık Fabrikalar ile İnsansız Üretim", (<http://www.endustri40.com/karanlik-fabrikalar-ile-insansiz-uretim/>). Erişim tarihi: 30 Mayıs 2018.

nin fabrikaya girişinden ürünün fabrikadan çıkışına kadar geçen süreçte insan müdahalesine çok az gereklidir veya hiç gerekmez.<sup>43</sup>

Karanlık fabrikalar bir üretim sistemi olarak, henüz yeni uygulanan etkileyici bir süreç olarak karşımıza çıkmakta, bugün teknolojinin ulaştığı nokta ile tekniğin ne olduğu konusunda ipuçları vermektedir. Burada özellikle, dikkat çekici olan, kullanılan teknoloji sayesinde aydınlatma ve işgücü/işçilik maliyetlerinden büyük ölçüde tasarruf edilmesidir. Çünkü akıllı-karanlık fabrikalarda (lights-out) kullanıcıya hiçbir insan gücüne gereksinim duyulmaksızın robotik sistemler aracılığıyla ışıklar kapalıyken de yapılabilen üretim ile gerçekleştirilen sabit bir üretim çıktısı sunulmaktadır.<sup>44</sup>

Üretimde devamlılığı sağlayan bir otomasyon formu olarak karşımıza çıkan karanlık fabrikalar da üretime insanlar dahil olmasıyla, örneğin; yapılması gereken bir iş yada işlem sırasında yüksek

sıcaklık, tonlarca ağırlık ya da zehirli gazlar veya diğer tüm tehlikeli çalışma koşulları söz konusu olduğunda otomasyon sistemiyle gerçekleştirilen bu iş, içinden çıkılması çok güç bir hal alabilirdi. Oysa, bu faaliyetlerde insanlar yerine robotlar kullanılarak iş güvenliği ve verimlilik yönünden sorunsuz bir işleyiş gerçekleştirilmektedir.

Çin'de cep telefon modülü üreten bir fabrika sistemin ilk örneğidir. Bu fabrikada kullanılan bir robot kolun 6-8 işçinin yapabileceği işi tek başına yaptığı bilinmekte olup; fabrika müdürü tarafından açıklanan sonuçlara göre,

- *Fabrikada sistem kurulmadan önce 650 olan çalışan işçi sayısının sistemle birlikte 60'a indiği ve*
- *Sistemin fabrikada kurulup aktif olarak çalışmasıyla birlikte ise ürün çıktısındaki kusurlu parça oranının %25'lerden %5'lere çekildiği, gözlenmiştir. Karanlık fabrikalarda üretimin faydaları şöyledir.<sup>45</sup>*

---

<sup>43</sup> "Karanlık Fabrikalar ile İnsansız Üretim", (<http://www.endustri40.com/karanlik-fabrikalar-ile-insansiz-uretim/>). Erişim tarihi: 30 Mayıs 2018.

<sup>44</sup> "Karanlık Fabrikalar ile İnsansız Üretim", (<http://www.endustri40.com/karanlik-fabrikalar-ile-insansiz-uretim/>). Erişim tarihi:30 Mayıs 2018.

<sup>45</sup> "Karanlık Fabrikalar ile İnsansız Üretim", (<http://www.endustri40.com/karanlik-fabrikalar-ile-insansiz-uretim/>). Erişim tarihi:30 Mayıs 2018.

**Şekil 5:** Karanlık Fabrikalarda Üretimin Faydaları

<b>Verimlilik artışı</b>	Sistemin tümüyle robotik elemanlar tarafından oluşması hem zaman bakımından çalışma süresinde artış hem de kusurlu parça oranındaki azalış sağlayarak fabrika verimliliğini artırmaktadır.
<b>İşgücü maliyetinde azalma</b>	Sistem birçok insanın yaptığı işi tek bir makine ile gerçekleştirmekte, böylece sadece yakıt ve bakım onarım maliyetlerine katlanırken işgücünden tasarruf sağlayarak işgücü maliyetlerini büyük oranda azaltmaktadır.
<b>Ekipman işletiminin verimliliğinde işgücü ihtiyacını azaltması</b>	Sistem insanların çalıştığı durumlarla göre; ekipmanların kullanımında oluşan ölü zamanın ortadan kaldırılmasını olanak yaratır.
<b>Şirketlerin çok vasıflı çalışanlarının işlerine odaklanarak, teknik bilgi ve becerilerini daha üretken kullanabilmesi</b>	Sistemin bulunduğu fabrikaların yönetiminde ve sistemin Ar.-Ge.' de bulunan yüksek vasıflı çalışanların sistem işleyişindeki sıkıntıları, bakım onarım hariç, önem taşımaması nedeniyle çalışanlar tecrübe ve bilgi birikimlerini daha verimli şekilde kullanabilmektedir.
<b>Enerjide verimlilik sağlanması</b>	Sistem enerjide daha çok bağımlı gibi görünse de ürün/çıktı ve kullanılan enerji arasındaki oran dikkate alındığında birim üretim enerji tüketimi azalmakta böylece enerjide yüksek verimlilik sağlanmaktadır.
<b>Verimlilik artışının rekabet avantajı yaratması</b>	Üretim işletmeleri için şüphesiz sektörün diğer şirketlerle rekabetleri çok önemlidir. Bu rekabette, sistemin üretim hızını büyük oranda artırması vasıtasıyla daha fazla üretim daha fazla satış yapılabilmekte ve böylece karanlık fabrikalarda üretimin yapıldığı şirketler rekabette bir adım öne çıkartılmaktadır.

Tablodan da görüleceği gibi, yüksek otomasyonun standart bir uygulama olduğu akıllı/karanlık fabrikalar, sürdürülebilir ve hizmet odaklı iş uygulamalarına göre (esneklik, kendi kendini ayarlama ve öğrenme özellikleri, hata toleransı ve risk yönetimi vb.) tasarlanmıştır. Otomasyon, üretim süreçlerini büyük ölçüde otomatik olarak denetleyen, sanal fiziksel sistem tabanlı bir üretim sistemi ağıyla mümkün olup; genellikle gerçekleşen zaman koşullarında yanıtlayan esnek üretim sistemleri, kurum içi üretim süreçlerinin radikal olarak optimize edilmesine olanak sağlar. Üretim avantajları yalnızca bir defalık olmayan, aynı zamanda şebeke örgüt yapılarında

birden fazla operatöre ait uyarlanabilir ve optimize edilebilen bu sistem, yenilikçilik, maliyet ve zaman tasarrufu açılarından bir üretim devrimi sunmasının yanı sıra yeni ve daha fazla pazar fırsatları yaratan, ağ kapasitesini arttıran ve üretim değer yaratma modelini de temsil etmektedir.<sup>46</sup>

Karanlık fabrikalarda üretim günümüz üretim yöntemleri ile kıyaslandığında gerçekten çok mükemmel bir üretim yöntemi olarak teknik açıdan yerini almıştır. Geçmişte tam otomatik üretim yapan bir karanlık fabrika sadece düşüncelerde yer alırken, bugün dünyada tüm gerçekliğiyle insanlığa hizmet etmektedir. Yakın gelecekte bu sistemi kullanan işadamları/yöneticiler işlerinden

<sup>46</sup> Ali Soylu; "Endüstri 4.0 Ve Girişimcilikte Yeni Yaklaşımlar", Pamukkale Üni.-Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, Sayı 32, Temmuz 2018, S.46-47.

evlerine giderek uzandıklarında dahi, robotların fabrikalarında gece boyu üretim yaptıklarını düşüneceklerdir. Görülüyor ki; bu sistem doğrudan sadece üretimi etkiler gibi görünse de, sürekli artan ürün/ürünlerin taleplerini karşılamada kullanılabilir en uygun çözümlerden birisidir.<sup>47</sup>

Ancak Endüstri 4.0 ve akıllı fabrikaların geleceğini belirleyen bir diğer önemli faktörde robotlar olup; Endüstri 4.0'ın hedefi üretimin tümüyle otomatikleştirilmesine bağlı olarak, müşteri ve tedarikçilerden toplanan verileri kullanarak üretim verimliliğini artıracak analizler yapabilmek için akıllı fabrikalarda robotlar kullanılarak üretim yapılabilir bir üretim sürecidir.<sup>48</sup> Hatta bu hususta yapay zeka alanında oluşan gelişmeler çok dikkat çekici olup; robotların işlev ve performanslarını da yükseltecektir. Çünkü 2018 yılında bu durumun habercisi olarak bu sahada yaşananların bazıları şunlardır:<sup>49</sup>

- *Google'ın yapay zeka araştırma şirketi Deep Mind yapay zekanın kendi başına öğrenmesini sağlayan bir sistem geliştirdi.*
- *Daha önce zıplama, kavrama, engel aşma gibi hareketleri başaran robot, bu kez hepsini aynı anda daha çevik ve daha estetik olarak gerçekleştiriyor.*
- *Dünyanın hem Çince hem İngilizce haber sunabilen ilk yapay zeka spikeri Çin'in resmi haber ajansı Xinhua'da göreve başladı.*
- *Japonya'da, Ulusal İleri Bilim ve Teknoloji Kurumu, insan gibi tümüyle serbestçe hareket eden ve ağır işleri yapabilen "HRP-5P" insansı robot basına tanıtıldı. Robot, 12 kilogramlık alçı panelleri taşıyabiliyor ve duvara vidalayabilmekte, taşıdığı materyalin*

*ağırlığına göre, kolları ve bacaklarının açısı ayarlanabilmektedir. Ayrıca gemi ve uçak montajı yapacak insansı robotların tasarlandığı bildirildi.*

- *Bu yapay zeka programı, soruları insan gibi yanıtlayabilmektedir. Sınava katılan robotların not ortalaması 82,304 iken bu program 82,650 aldı. Microsoft Research Asia araştırma merkezinde, Stanford Üniversitesi tarafından 100 bin soru arasından seçilen "SQuAD" adlı okuma-anlama sınavını bitiren başarılı bir yapay zeka teknolojisi geliştirildi. Microsoft'a göre bu yapay zeka hala insan düzeyine uzak olmakla birlikte büyük gelişme kat etmiştir.*

#### **Yönetim(Organizasyon),BT/BİT ve İnsan Etkileşimleri**

Günümüz bilgi toplumu, yaşamın her alanında yeni teknolojilerden en çok maksimum faydayı sağlayabilen BİT.'nin en uygun ve verimli kullanılmalarını olası kılan ekonomik düzen yada toplum olarak belirtilebildiği gibi, bilginin üretimi, keşfi ve üretimde kullanılmasının servetin oluşumunda kısmen baskın bir ekonomik düzen olarak da tanımlanabilir. Zira sanayi döneminde servet makinelerin emeğin yerine kullanılmasıyla ile gerçekleştirilirken bugün bilgi birikimidir (ve kanaatimizce en önemli girdidir). Ekonomik büyüme bilgi birikimine bağlı olup; yeni teknolojik gelişmelerin diğer yeniliklerin teknik altyapısını oluşturacağı ve böylece ekonomik büyüme de anahtar bir role sahip olacağı ileri sürülmektedir.<sup>50</sup>

Özellikle üretim şirketlerinde BT/BİT önemli bir rol oynamakta ve bilgi akışı, şirketlere avantaj

<sup>47</sup> "Karanlık Fabrikalar ile İnsansız Üretim"; (<http://www.endustri40.com/karanlik-fabrikalar-ile-insansiz-uretim/>). Erişim tarihi: 30 Mayıs 2018.

<sup>48</sup> Ali Soylu; "Endüstri 4.0 Ve Girişimcilikte Yeni Yaklaşımlar", Pamukkale Üni.-Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, Sayı 32, Temmuz 2018, ss.47.

<sup>49</sup> ([www.fizikist.com/2018-yilina-damga-vuran-20-bilimsel-gelisme/](http://www.fizikist.com/2018-yilina-damga-vuran-20-bilimsel-gelisme/)). Erişim tarihi:24 Nisan 2019.

<sup>50</sup> Ekrem Karayılmazlar; "Bilgi Toplumu ve Eğitim", Bilgi Ekonomisi, Ekin Kitabevi, 2006 Bursa, ss.49-50.

yaratmalıdır. Yazılımı kullanarak çalışanlar, çevik ve esnek kalmanın karmaşık zorluklarını karşılamak üzere desteklenebilir. Sürekli değişen bir ortamda iş süreci ayarlamaları gerekmekte ve sayısallaştırmanın yanı sıra kişiselleştirilmiş ürünler de önemli bir rol oynamaktadır. Bunun temeli, tüm ilgili bilginin varlığı ve insan, nesne (organizasyon) ve sistem (IT) arasında bir ağ oluşturulmasıdır.<sup>51</sup> Diğer bir anlatımla; Endüstri 4.0 ile;

- *Bilgi teknolojilerinin ürettiği ürünlerin toplu olarak özelleştirilmesini sağlamak,*
- *Üretim zincirinin otomatik ve esnek uyumunu sağlamak, parçaları ve ürünleri izlemek, parçalar, ürünler ve makineler arasındaki iletişimi kolaylaştırmak,*
- *İnsan-makine etkileşimi (HMI) paradigmalarını uygulamak, akıllı fabrikalarda nesnelerin interneti özellikli üretim optimizasyonunu sağlamak ve*
- *Değer bakımından yeni tür hizmetler ve iş modelleri sunulmak amaçlamaktadır.*<sup>52</sup>

Üretimde teknolojik ilerlemenin zirvesi Endüstri 4.0 olabilmekle beraber yine de makineler endüstriyi devir almış gibi görünmekte ve gelecekte emek ile ilgili olarak demografik değerler (nüfusun yapısı, durumu ve özellikleri vb.) üzerine sonuçlar çıkarabilmek için bu yaklaşımın daha derin bir biçimde analiz edilmesi büyük öneme sahiptir. Böylece günümüz işçilerinin şimdiye kadar bilinmeyen bir geleceğe hazırlanmasına yardımcı olunacaktır.<sup>53</sup>

İnsanların, giderek kontrol ve düzenleme görevlerini üstlenmelerinin sonucu Sürveyans (**verilerin sistematik olarak toplama, işleme, ulaştırılan sonuçlara göre kullanacak kişilere ve**

**ihtiyaç duyanlara bu değerlendirmelerin hızla geri bildirim süreci**) faaliyetleri de birlikte artmaktadır. İş yoğunluğu arttıkça ve insan-makine arayüzü daha karmaşık/anlaşılmaz hale geldikçe, bilgi ve beceri gereksinimleri yükselecek, işi insancıl yapmak ve kişisel sorumluluk düzeyini yükseltmek daha önemli olacak ve böylece bu hususta oluşan yükler/zorluklar düzenlenebilecektir. Bu ise; iş, insan ve makine entegrasyonu oluşturulmasını zorunlu kılmaktadır ve bu amaçla günümüzde mühendislik, üretim, hizmet vb. faaliyetlerinde bilişim teknolojilerinin çoğu henüz tümüyle bütünleşmemiş olup; Endüstri 4.0 aracılığıyla Yatay ve Dikey Sistem Entegrasyonu ile Uçtan Uca-Mühendislik Entegrasyonu gerçekleştirilmiş olacaktır.<sup>54</sup>

Endüstri 4.0'ın ana özelliklerini içinde yer alan üç tür entegrasyon kısaca şöyle açıklanabilir:

- **Yatay Entegrasyon:** Bir şirket hem diğer ilgili şirketlerle hem rekabet etmeli hem de işbirliği yapmalıdır. Kurumlar arası yatay entegrasyon ile ilgili şirketler etkin bir ekosistem oluşturabilirler. Bu şirketler arasında bilgi, finans ve materyal akıcı bir şekilde ayarlanabilir ve böylece yeni değer ağları ve iş modelleri ortaya çıkabilir.
- **Dikey Entegrasyon:** Bir fabrika, aktüatör (**bir enerji kaynağı tarafından çalıştırılan bir mekanizma yada sistemi kontrol eden ve hareket ettiren bir tür motordur.**) sensör, kontrol, üretim yönetimi, üretim ve kurumsal planlama gibi çeşitli fiziksel ve bilgilendirici alt sistemlere sahiptir. Ancak, esnek (ve yeniden yapılandırılabilir) üretim sistemi için aktüatör ve sensör sinyallerinin kurumsal kaynak planlama

<sup>51</sup> Alfons Botthof-Ernst Andreas Hartmann; Zukunft der Arbeit in Industrie 4.0. Berlin Heidelberg: Springer Vieweg 2015, ss.82-83.

<sup>52</sup> Aytay Yıldız; Endüstri 4.0 Ve Akıllı Fabrikalar” Sakarya Üniversitesi - Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 22(2) 2018, S. 549.

<sup>53</sup> <https://www.cleverism.com/industry-4-0/...08/09/2017>.

<sup>54</sup> Shiyong Wang, Jiafu Wan, DiLi, ... "Implementing smart factory of industrie 4.0: an outlook ,<http://journals.sagepub.com/doi/abs/10.1155/2016/3159805> <https://doi.org/10.1155/2016/3159805>.

(ERP) seviyesine kadar farklı seviyelerde dikey entegrasyonu şarttır. Böylece, akıllı makineler farklı ürün tiplerine uyum sağlamada dinamik olarak yeniden yapılandırılabilen, kendini organize eden bir sistem oluşturması sonucu üretim sürecinin şeffaflaşması, muazzam bilgilerin toplanarak işlenmesiyle kolaylaştırılır.

- **Uçtan Uca Mühendislik Entegrasyonu:** Ürün odaklı bir üretim sürecinde müşteri gereksinimleri; ürün tasarımı ve geliştirme, ÜPK, üretim mühendisliği, hizmetler, bakım ve geri dönüşüm vb. faaliyetler zincirini kapsamaktadır. Entegrasyonla, süreklili ve tutarlı bir ürün modeli her aşamada yeniden kullanılabilir ve ürün tasarımının üretim ve hizmet üzerindeki etkisi, özelleştirilmiş yazılımların etkinleştirilmesinde güçlü yazılım araç zinciri kullanılarak öngörülebilir.<sup>55</sup>

Şirket çalışanlarının giderek makineler ve sistemler ile daha yoğun çalışmasının zorunlu olmasına bağlı olarak; sağlık risklerinin kaçınılmaz oluşu nedeniyle daha dikkatli olunmalıdır. Örneğin; bir robotla birlikte çalışırken, çalışanların karmaşık sistemler ve bilgi birikimi nedeniyle aşırı yük altında kalması ya da işlerin sıkıcı/burnaltıcı olması veya insanların/çalışanların, teknik sistemler tarafından kontrol edildiğine düşünmesi gösterilebilir. Ayrıca veri koruma ile ilgili önlemler alınmalıdır. Böylece, teknik sistemleri kontrol etmek için hassas verileri toplanabilmekte, yeni teknolojiler ile sağlığın korunmasında yeni olanaklar yaratılmakta olup; çalışanlar için fiziksel stresin hafifletilmesine ve sağlık ha-

sarlarının önlenmesine yardımcı olunabilir.<sup>56</sup>

İlk adımda, yük miktarı ve nedenleri hakkında şeffaf bilgi verilmesi gerekmesinin yanı sıra ayrıca, siber-fiziksel lojistik sistemleri ile çalışılması, motive edici ve öğrenmeye elverişli sağlıklı bir çalışma ortamı gerektirir. Bu ortama hem yöneticiler hem de çalışanlar katılabilir. Sosyal paylaşım ağları veya akıllı telefonlar gibi ağ ve iletişim ortamlarının boş vakitlerde çalışmaya entegrasyonu gibi yeni işbirliği biçimleri ortaya çıkarmakta ve böylece iletişim basitleştirilmekte ve hatta eğlenceli hale getirilebilmektedir. Bir başka yenilikçi yaklaşım da eğlenceli unsurların eğlenceli olmayan bir bağlamda entegrasyonu olarak belirtilen oyunlaştırma'dır. Bunların, özellikle işin daha ilginç ve çeşitlendirilmesinde günlük rutin çalışmalara dâhil edilmesi çalışanları olumlu biçimde etkilemektedir.<sup>57</sup>

### 3.4- Finansman Faaliyetleri Açısından

Akıllı Fabrikanın gelecek vizyonu gibi temel bir unsura sahip olan Endüstri 4.0, çok sayıda yeni fırsat sunmaktadır. Daha açık ifadesiyle; değişik sistemlerde üretim, mühendislik, yönetim ve internet servislerinin sayısız süreçleri bütünleştirilerek, sensörler aracılığıyla bilgi akışı sağlanmakta ve çeşitli eylemler gerçekleştirilmektedir. Demografik değişim yönetimini destekleyen Endüstri 4.0 vasıtasıyla, işin demografik yapısının hassaslaştırılması ve taşıdığı yükün hafifletilebilmesiyle, uzun süreler çalışan yaşlıların verimliliği de korunabilmektedir. Teknoloji yoğun işler; personel açısından hem ağır hem de monoton işler yapılmasını zorunlu kılabileceği için, çalışan personelin iş ve özel yaşamlarını kendi

<sup>55</sup> Shiyong Wan ,Jiafu Wan, Di Li; ... "Implementing smartfactory of industrie 4.0: an outlook ,<http://journals.sagepub.com/doi/abs/10.1155/2016/3159805> (<https://doi.org/10.1155/2016/3159805>). Erişim tarihi: 24 Temmuz 2018.

<sup>56</sup> Thomas Bauernhansel-Michael ten Hompel, Birgit Vogel-Heuser; *Indüstri 4.0 in Produktion, AutomatisierungundLogistikWiesbaden 2014*, ss.318.

<sup>57</sup> Thomas Bauernhansel-Michael ten Hompel, Birgit Vogel-Heuser, *Indüstri 4.0 in Produktion, AutomatisierungundLogistikWiesbaden 2014*, ss.318-319.

taleplerine göre düzenlemelerinde rekabetçi bir çalışma gereklidir. Bu hususlar göz önüne alındığında iş ve aile arasında sağlıklı bir denge sunan şirketler çekiciliğini artırır,<sup>58</sup> ancak bunun içinde yeni yatırımların yapılması zorunludur.

Sayıllaştırma ve teknoloji kullanımında karşılaşılan en büyük zorluk, yüksek tutarlı yatırımlardır. Uzun vadede yatırımın güvenliğini açısından, standardizasyona ihtiyaç duyulurken ayrıca, yüksek nitelikli çalışanların sıklıkla duyulan talepleri de dikkat çekicidir. Böylece, değişen çalışma koşullarını uyabilmek amacıyla ek eğitim ve öğretim faaliyetleri sürdürülmekte ve aynı zamanda makine mühendislerinin yerine yazılım geliştiricileri veya elektrik mühendislerinin yerine otomasyon teknisyenleri gibi mesleki değişiklikleri de tercih edilebilmektedir. Bunun sonucunda; giderek daha karmaşıklaşan sistemlerde, büyük çaplı veri yığını-selinin kontrol edilebilmesi amacıyla planlama ve açıklayıcı modellere gereksinim büyümektedir.<sup>59</sup>

Endüstri 4.0, politik ve sosyolojik tartışmalarda kullanılan ortak bir kavram olarak, hayatı kolaylaştıracak bir ekonomik değişikliktir. Çünkü ekonomi dijital hale getirilerek, işletmelerin/şirketlerin ve siyasal iktidarın/hükümetin en azından ortak argümanları olan süreçler ile ağa bağlanmaktadır.<sup>60</sup> Bu bağlamda; "Peki Endüstri 4.0 ne anlama gelmektedir? İş hayatını ve toplumu nasıl etkilemektedir?" sorularının yanıtlarının peşinde olan Rene Arnsburg, "*İnsan Olmayan Makineler*" adlı yeni kitabında bunu dile getirmektedir.<sup>61</sup>

Endüstri 4.0'ın özellikle uygulanması açısından büyük yatırımlara gereksinim duyulduğu

açıkça görülmektedir. Bu gereksinimin karşılanması ile yüksek kaliteli ürünlerin üretimi hızlanacağı gibi, kalitesizliğin getireceği yüksek maliyetler önlenebilir. Bununla beraber, rakiplerin pazara sundukları yeni üretim yöntem ve sistemleriyle üretilen yüksek kaliteli ürünleri ile rekabet edebilmek için yeni yatırımlara zorlanmasıyla ek maliyetlere katlanılmaktadır. Bu maliyetler daha sonra, satış sonrası servis ve garanti hizmetleri ile geri alınabilmektedir. Yapılan bu yenileşme yatırımları ile üretimde Endüstri 4.0'a önem verilmesiyle, en az stokla çalışma ve stoklama maliyetlerine ulaşılabilir. Çünkü tüm stoklar, (hammadde ve malzeme, yardımcı madde ve malzeme, yarı mamul ve mamul stokları, ticari mallar, hazır parçalar-yedek parçalar stokları vb.) işletme sermayesi içinde yer alan en önemli unsurların başında gelir. Stoklara gereksiz biçimde bağlanacak işletme sermayesi stoklara değer katmadığı gibi, yüksek stoklama maliyetlerine (depolama, güvenlik vb.) neden olmaktadır. Bu nedenlerle; Endüstri 4.0'ın uygulanmasıyla minimum maliyetli stok yatırımları ile müşteri istek ve arzularında oluşan değişimler karşılanabilmektedir.

### 3.5- Maliyet Hesaplamaları Açısından

Endüstri 4.0'ın, öncelikle etkilediği en önemli maliyet unsurları üretim maliyetleri olup; bununla beraber satın alma, satış pazarlama ve dağıtım maliyetleri, Ar.-Ge. maliyetleri de etkilenmektedir. Endüstri 4.0'ın iki yönlü etkisi aslında enerji maliyetleri üzerinde görülmektedir. Çünkü aydınlatma, ısınma, havalandırma/klima, dışarı-

<sup>58</sup> Alfons Botthof-ErnstAndreasHartmann; Zukunft der Arbeit in Industrie 4.0. Berlin Heidelberg: SpringerVieweg 2015,ss38 ve Özkan ve diğerleri,2018 ss.152.

<sup>59</sup> Alfons Botthof-Ernst Andreas Hartmann; Zukunft der Arbeit in Industrie 4.0. Berlin Heidelberg: SpringerVieweg 2015,ss38 ve Özkan ve diğerleri,2018 ss.150-151.

<sup>60</sup> Özkan ve diğerleri;2018 ss.149.

<sup>61</sup> Rene Arnsburg;"Industrie 4.0-Zwischen Maschinen, Revolutionund Krisen?4 Eylül 2017, (<https://diefreiheitsliebe.de/kultur/industrie-4-0-zwischen-maschinen-revolution-und-krisen/>).(Kitap özeti) Erişim tarihi: 21 Temmuz 2018.



dan sağlanan enerji hizmetlerinden (ve gaz türbinleri-buhar türbinleri, atık ısı kazanları, jeneratör, şalt sistemi ve transformatörler, kondanser ve soğutma suyu sistemi, demineralize su sistemi kojenerasyon sistemiyle oluşan elektrik enerjisi) tasarruf sağlanırken; makine ve teçhizat kullanımı, bilgisayarların kullanımı, otomasyon ve robotların kullanımı sonucu oluşan enerji maliyetleri yükselmektedir. Çünkü enerjisiz hiçbir faaliyet gerçekleştirilememekte ve enerji maliyetleri ve bilgi teknolojileri maliyetleri ile birlikte en önemli üretim maliyetleri olmuştur. Gerçekten de günümüz modern maliyet hesaplamalarında enerji maliyetleri, üretim maliyetleri içinde ayrı bir unsur olarak incelenmelidir. Çünkü buna paralel olarak öne çıkan enerji yönetimi, üretim faaliyetlerini gerçekleştirebilmek, insan yaşamını sürdürmek ve toplumu oluşturmak için; özellikle madde, enerji, bilgi olmak üzere üç unsura ihtiyaç duyar. Bilgi ayrıca enerjinin verimli kullanılması için de gerekli olup; bu üç unsur, birbiriyle ayrılmaz bir bütünü oluşturur.<sup>62</sup>

Bunun yanı sıra enerji yönetimi ortaya çıkan ya da kullanılan enerji maliyetlerin yüksekliğine bağlı olarak ön plana çıkmış olup; *“Ürün kalitesinden, güvenlikten veya çevresel tüm koşullardan fedakarlık etmeksizin ve üretimi azaltmaksızın enerjinin verimli kullanımı doğrultusunda yapılandırılmış ve organize edilmiş disiplinli bir çalışmadır.”* biçiminde tanımlanarak, *“enerji atıklarının değerlendirilmesi, enerji verimliliğinin artırılması ve mevcut enerji kayıplarının önlenmesi yoluyla tüketilen enerji miktarının ekonomik kalkınmayı ve sosyal refahı engellemeden, kalite ve performansı düşürmeden en aza indirilmesini ilke edindiği”* belirtilmektedir.<sup>63</sup>

Tüm hayatımızda yaşamımızı kolaylaştırmak ve teknolojik gelişmelerle kalkınmamızı sağlamak için her zaman gerekli olan gerçek ve tüzel kişiler için bitmek tükenmek bilmeyen bir gereksinimi söz konusu olan enerji için; dikkat edilmesi gereken en önemli husus; *“enerji yönetimi ya da enerji verimliliği”* kavramı ile; kullanılan enerji miktarını azaltmak değil, aksine enerji kalitesini düşürmeden bu enerjiyi en verimli şekilde kullanmak yada kullanılan-tüketilen enerji miktarına gereğinden fazla kısıtlama getirmeden bu enerjiden elde edilen verimin en üst düzeye ulaştırılarak mevcut koşulları iyileştirmektir.<sup>64</sup>

Başarılı bir enerji yönetimiyle, bilinçsiz enerji tüketiminin önüne geçilmesi ve yüksek verim sağlanması açılarından önemli bir uygulama olarak, enerji performansında iyileştirme yaşanırken enerji maliyetlerinde gözle görülür bir düşüşle beraber bu süreç sayesinde %40'a varan enerji tasarrufu sağlanabilir.<sup>65</sup>

Buna paralel olarak, enerji kıtlığı sorununun en pratik ve en ucuz çözüm yolunun savaş olmaması, üreticileri mevcut kaynakları daha etkin kullanmaya yönlendirmiş ve örneğin rüzgar santralleri ile hibrit araçlar enerjinin çevreye duyarlı yollardan ve daha ucuza elde edilmesini sağlayarak ekonomik verimliliğinde artmasını sağlamaktadır. İktisatçı Jevons buhar makinesi sayesinde kömürün çok daha verimli kullanıldığını ancak buhar makinesinin ekonomik büyümeyi tetiklemesiyle kömür tüketiminin artmasına neden olduğunu gözlemiştir.<sup>66</sup>

Öte yandan, yeni ve büyük teknolojik gelişmeler, mühendislik uygulamaları ve elektronik ortamda üretim vb. değişiklikler tedarik zinciriyle beraber; üretim, satış ve pazarlama süreçlerini

<sup>62</sup> Çubuk, H; “Enerji Yönetimi” (<http://www.yildiz.edu.tr/~hcubuk/enerji%20yonetimi-1-HAFTA.pdf>). Erişim tarihi: 15 Ocak 2019.

<sup>63</sup> (<https://www.elektrikport.com/universite/enerji-yonetimi/10058#ad-image-0>). Erişim tarihi: 15 Ocak 2019.

<sup>64</sup> (<https://www.voltimum.com.tr/haberler/enerjiyonetimisistemleri>). Erişim tarihi: 15 Ocak 2019.

<sup>65</sup> (<https://www.voltimum.com.tr/haberler/enerjiyonetimisistemleri>). Erişim tarihi: 15 Ocak 2019.

<sup>66</sup> Alp, E., Çoşkun, Y., Yıldız Savaşlarının Nedeni: Ekonomi”, Bilim Teknik Dergisi, TÜBİTAK Yıl:51, Sayı:605, Nisan 2018, ss.69

de etkileyerek yeni açılımların gerçekleştirilmesiyle birlikte iş modelleri değişmiş ve yeni maliyetler oluşmuştur. En doğru anlamıyla bir iş modeli, şirketin kar etmede ortaya koyduğu iş yapma yöntemini belirtmekte olup, akıllı fabrikalar, dijitalleşme, robotlar, sensörler vs. geleneksel iş modellerini tamamen değiştirmektedir.<sup>67</sup>

Bu, işletmenin maliyetlerini yükseltmekte ve yeni kaynaklara gereksinim yaratmaktadır. Endüstri 4.0'ın en önemli faydası üretimde emek yoğun teknoloji yerine sermaye yoğun (teknoloji yoğun üretim) yatırımlara yönelmeyi hızlandırarak işçilik ve hammadde maliyetlerinden tasarruf sağlamasına karşılık, Genel Üretim Maliyetleri kalemlerinde artış yaratmaktadır. Çünkü otomasyon, robotlar, bilgisayarlar aracılığı ile maliyeti düşük, kalitesi yüksek, belirlenen standartlara haiz ürünleri daha yüksek miktarlarda ve sürekli üretmek olasıdır. Böylece Direkt Madde/Hammadde ve Direkt İşçilik-İşgücü maliyetlerinde büyük tasarruf sağlanabilmektedir. Ancak GÜM.'nde etkisi iki yönlü olup, bir yandan Endirekt İşçilik, Ustabaşı ve Ara Üretim İşçilik Maliyetleri ile Endirekt Madde Maliyetleri gibi GÜM. kalemlerinde azalma yaratmasına karşılık, özellikle; Tamir-Bakım Maliyetleri, Amortisman Maliyetleri, Sigorta Maliyetlerini arttırmaktadır.

Ayrıca Endüstri 4.0 ile genç çalışanlar daha çok tercih edilmekte olup; bunun nedenleri genç çalışanların teknolojiyi sevmeleri ve teknolojiye yatkınlıklarıyla bilgi ve becerileri daha yüksek olduğu gibi aynı zamanda yaşlı çalışanlara göre daha enerjik olmalarıdır. Bunun sonucunda özellikle yaşlı çalışanların iş kaybı artmakta ve tercih edilmemektedirler. Bu açıdan değerlendirildiğinde ise; genç ve yaşlı çalışanlar arasında adalet sağlamak için tüm çalışanları dönüşüm sürecine alacak

koşullar yaratılmalıdır. Bu da sağlık yönetimi, kariyer modelleri veya esnek çalışma organizasyonu yoluyla yapılabilir.<sup>68</sup> Buna bağlı olarak da hem başta direkt ve endirekt işçilik maliyetleri ile Genel Üretim maliyetlerinden tasarruf edilebilecek hem de oluşacak yüksek düzeyde ki verimlilik, satışlarda artışlar yaratarak karı yükseltecektir.

### 3.6- Satış Pazarlama ve Dağıtım Faaliyetleri Açısından

Endüstri 4.0 bilgi iletişimde kullanılan bir pazarlama terimi olup; Federal Alman Hükümeti-Yüksek Teknoloji Stratejisi web sitesinde "gelecekteki projesi" anlamı taşımaktadır. Pek çok endüstri kolunda uygulanma olanağı bulan endüstri 4.0 pazarlama ve dağıtım faaliyetleri açısından hem endüstriyel hem de ticari faaliyetlerle yakından ilişkilidir. **Burada önemli olan şey nedir?** İnsan gereksinimlerinin en uygun zamanda en uygun maliyetle en uygun yerde ve kaliteli ürünlerle giderilmesi olup; bu bir temel pazarlama ve satış ilkesidir. Bu açıdan Şeylerin-Nesnelerin İnterneti ile internet dünyasının çok yoğun kullanılmaya başlanmasıyla birlikte, müşterilerin özel arzuları, neyi ne zaman istedikleri ve alışkanlıklarının çok kolay takip edilebilir hâle gelmesi sonucunda elde edilen büyük veriler ihtiyaca göre, istenilen zamanda kullanılabilir hale dönüştürülmektedir.<sup>69</sup>

Tüm bu bilgileri ve yenilikleri kullanan Endüstri 4,0 BİT. endüstriyle buluşturarak, gelişmiş ekonomilerin yükselen ekonomilerle rekabet etmesini hedeflemekte ve ürünün sipariş aşamasından üretim, bakım hizmetleri, tedarikçiler, bayiiler ile ilişkilere kadar her adımı değiştirecek bir yapı oluşturarak, insanların yaşam alışkanlıklarını da yenilemektedir. Endüstriyel tesisler-

<sup>67</sup> Ahmet Fazıl Özsoylu, "Endüstri 4.0", Çukurova Üniversitesi İİBF. Dergisi Cilt:21. Sayı:1. Haziran 2017, ss.58.

<sup>68</sup> Alfons Botthof – Ernst Andreas Hartmann; Zukunft der Arbeit in Industrie 4.0. Berlin Heidelberg: SpringerVieweg 2015, ss.38.

<sup>69</sup> (<http://clickon.com.tr/endustri-4-0-4-sanayi-devrimi-mi.html>). Erişim tarihi: 06 Haziran 2018.

de kullanılan tüm makinelerin bakım ve parça değişim ihtiyaçlarını kendisinin bilmesi, gerekli yedek parçayı tedarikçiye bildirmesi, ilgili personele görev tanımlaması vb. ile birlikte hurda ve fireler azalırken enerji tasarrufuyla yeni yöntem ve teknikler uygulanarak firmanın rekabet gücü de arttırılacaktır.<sup>70</sup>

Pazarlama açısından, müşteriler arasında çevrimiçi ve çevrimdışı etkileşimleri birleştiren bir yaklaşım olarak nitelendirilebilen Endüstri 4.0, bu bağlamda pazarlamanın verimliliğini arttırmak için, bir yandan makineden makineye diğer yandan insandan insana iletişimi sağlayarak müşteri katılımını artırmaktadır. Teknolojinin hızı markaları daha esnek ve uyumlu olmaya zorlarken, pazara ürün sürme süreci ise; kısalmaktadır.<sup>71</sup> Özellikle küçük ve orta ölçekli işletmeler (KOBİ'ler) dijital 4.0 devriminin önümüzdeki yıllarda pazardaki başarılı ve rekabetçi olmaya devam etmesi için getireceği etkileri ve fırsatları hafife almamalıdır. Buna ek olarak, müşteri gereksinimleri giderek daha kişiselleştirilmiş ve daha karmaşık gereksinimleri ile şirketler üzerinde daha belirleyici olacaktır. İşletmede başarılı bir Endüstri 4.0'a geçiş yapmak ve pazarlama faaliyetlerinde başarılı olabilmek için birincil hedefler şunlar olmalıdır.<sup>72</sup>

- *Şirketinizin her alanının, iş modeli ve değer zinciri dâhil olmak üzere dijital olarak görümlenmesi,*
- *Mevcut verileri ve şirket bilgilerinin daha iyi değerlendirip kullanılması,*
- *Veri ve BT güvenliğinin artırılması,*
- *Yeni arayüzler aracılığıyla bireysel/müşteri gereksinimlerinin tam olarak karşılanması*

- *Şirketinizdeki sayısallaştırma için çalışanların eğitiminin yükseltilmesi,*
- *İşlemden üretime, artan hızlı geçişlerin sağlanması,*
- *En yeni teknolojilerin uygulanması,*
- *Yenilikçi düşünce ve gelişmelerin uygulanmasında yeni başlayanlarla işbirliği yapılmalıdır.*

Konfigürasyon (Fr. Configuration, İng. Configuration) yapılandırma, atomların uzaydaki dizilişleri, düzenlenmeleri<sup>73</sup> konfigürasyon yönetimi ise; artan müşteri isteklerini zamanında, tam ve doğru olarak karşılanması üretimde kaynak planlanması, zamanlama ve maliyet yönetimini ifade etmekte olup; ürün kullanımı, B2B satışlarını desteklemekte ve olup ilgili örnek bilgiler şöyledir.<sup>74</sup>

- Çubuklardan standart ürünler çıkmasının yerine, renk, şekil, boyut, özellikler veya teknik ayrıntılar açısından bireysel müşteri istekleri giderek daha önemli bir rol oynamaktadır. Ürün yapılandırıcılarının yardımıyla şirketler bu yeni gereksinimleri karşılayabilir ve aynı zamanda dijital süreç zincirleri aracılığıyla maliyetleri kontrol altında tutabilir.
- Ürün konfigürasyonunda, örnek eskizlerde veya hatta üç boyutlu bir görselleştirme içerisinde depolanan parça çizimleri yardımıyla müşteri, arzu ettiği ürünü/ürünleri önceden görebilir. Bu, onun bir ürünü zeminde karar vermesini kolaylaştırır. Böylece üretici satışları daha hızlı ve daha başarılı yapacaktır.
- Ürün özellikleri ve buna bağlı olarak maliyetlerinin büyük bir kısmı mümkün oldu-

<sup>70</sup> (<http://clickon.com.tr/endustri-4-0-4-sanayi-devrimi-mi.html>). Erişim tarihi: 06 Haziran 2018.

<sup>71</sup> (<http://www.pazarlama.org.tr/upk-2018/>). Erişim tarihi: 06 Haziran 2018.

<sup>72</sup> (<https://www.beratungzukunft.de/>) Erişim tarihi: 08 Aralık 2017.

<sup>73</sup> ([http://www.tdk.gov.tr/index.php?Option=com\\_bts&kategori1=veritbn&kelimesec=203452](http://www.tdk.gov.tr/index.php?Option=com_bts&kategori1=veritbn&kelimesec=203452)). Erişim tarihi: 06 Ağustos 2018.

<sup>74</sup> (<https://www.it-daily.net/itmanagement/industrie-4-0/15221-industrie-4-0-die-vorteile-von-produktkonfiguratoren-im-vertrieb>). Erişim tarihi: 08 Aralık 2017.

ğunca erken hesaplanırsa, artan çeşitlilik ve karmaşıklık daha iyi kontrol edilebilir. Ürün konfigüratöründen ERP. sistemine kesintisiz veri aktarımı zamandan tasarruf sağladığı gibi, hatta üretkenlikte en üst düzeye ulaşılan parti-sipariş büyüklüğünde üretim yapılabilir.

- Saklanan gerçek zamanlı olasılık kontrolleri ve eksiksizlik kontrolleri aracılığıyla doğru bir yapılandırma, hata oranını azaltılarak, sadece teknik olarak mümkün olan ürün çeşitleri ve doğru fiyatlar gösterilebilmekte ve. böylece, teknik bilgiye sahip olmayan satış elemanları da başarıyla satış yapabilir.
- Satış departmanı/Satıcı, seçilen türevin derhal eldeki materyal (hammadde ve malzeme) durumu, fiyatları, teslim tarihleri gibi gerekli tüm bilgilere sahip olarak, müşterilerine onlarlar yaptığı toplantılarda teslim tarihi hakkında ayrıntılı bilgi sunabilir. Bu, gerçek üretim yüküne dayalı biçimde çevrimiçi olarak belirlenebilir.
- Yapılandırma tamamlandıktan sonra, toplanan bilgilerden önbilgi mektubu, hesaplama, çizimler veya kullanma talimatları dahil olmak üzere derhal bir teklif oluşturulabilir. Bu mektupta yer alan teklife ait tüm bilgiler hem metinleri hem de değerleri açısından depolanan formüller ve kurallar kullanılarak otomatik olarak belirlenir. Bu, zamandan tasarruf sağlar, hataların gerçekleşme olasılığını azaltır ve müşteriye fiyat-performans oranı açısından optimum seçeneği hemen seçme özgürlüğü verir.
- Satış ekipleri, rutin işlerde satış süreçlerini hızlandırarak, müşteriye daha fazla hizmet verebilir, teklif sayısını artırabilir ve başarı

oranlarını bilgilerin doğruluğuyla iyileştirebilir. Bu ise gerçek satışlar ile ilgili tartışmalara çok daha fazla zaman yaratır.

- Bir web portalına entegrasyon, ürün konfigürasyon cihazını müşterilere doğrudan erişilebilir kılmayı mümkün kılar. Ardından istedikleri ürünü online self servisinde istedikleri yere koyabilirler.

Ürün konfigürasyonu, şirketteki sürekli dijital bir süreç zincirinin başlangıçnoktası olarak örneğin Endüstri 4.0 projeleri bağlamında kullanılabilir. Çünkü müşteri ihtiyaçlarına daha güçlü cevap vermek akıllı bir fabrikanın hedeflerinden biridir. Satış, tasarım ve üretim, küçük partilerin ve bireysel siparişlerin ekonomik olarak uzun vadede üretilebilmesini sağlamak için el ele-birlikte çalışmalıdır. Bunun için önkoşul proALPHA gibi komple ERP çözümleri oluşturur. Bir çapraz istemci yapılandırması genel olarak ulusal sınırlar boyunca çalışır, ancak farklı kuralları depolayarak belirli konumlara uyarlanabilir. Aynı zamanda, müşterilerin istedikleri ürünü rahatça monte etmelerine olanak tanıyan çevrimiçi öz-hizmetler sunmayı mümkün kılar. Bu amaçlarla, B2B satışlarında orta ölçekli imalat sanayi için yeni, düşük maliyetli satış kanalları açılmaktadır.<sup>75</sup>

### 3.7- Araştırma Geliştirme Açısından

Araştırma geliştirme faaliyetleri açısından özellikle; Endüstri 4.0 ile birlikte yapay zeka en başta olmak üzere, pek çok yenileşme faaliyeti ön plana çıkmıştır. 1950'li yıllarda bilgisayarların geliştirilmesiyle başlayan insan gibi düşünen sistemler yaratma fikri John McCarthy tarafından yapay zeka adıyla kavramlaştırılarak o günden bugüne kadar pek çok araştırmacıyı çekmeyi başarmış pek çok araştırmacının yapılmasına neden olmuş ve örneğin sinir ağları sayesinde makine-

<sup>75</sup> (<https://www.it-daily.net/itmanagement/industrie-4-0/15221-industrie-4-0-die-vorteile-von-produktkonfiguratoren-im-vertrieb>). Erişim tarihi: 08 Aralık 2017.

ler verilen görevleri nasıl yapacaklarını kendileri öğrenebilmiştir. Bu gelişmeler ışığında, “bir amaç için özelleştirilmiş(zayıf) yapay zeka, çok sayıda görevi yapabilen ve insan yaklaşımına sahip(güçlü)yapay zeka, insanlardan çok daha üstün(süper) yapay zeka” olmak üzere üç tip yapay zeka üretilmiştir.<sup>76</sup>

Günümüzde; finansal kurumlar (bankalar ve kredi kuruluşları) yapay zekanın; gelirlerin artırılması, maliyetlerin düşürülmesi, dolandırıcılık işlemlerinin tespiti ve müşteri deneyimi konularında anlam ve yararlarını kavramaya başladılar. Böylece, bu teknolojiyi önemseyerek, yapay zeka ve müşterilere sunulacak ürünlerin öngörülmesiyle daha verimli hale getirilmesine odaklanmışlardır.<sup>77</sup> Kurumlar yapay zeka ile büyüyen veri havuzlarından yararlanarak, resmi düzenlemeleri daha iyi uyabilir, kârlarını artırabilir, müşteri deneyimini ve daha fazlasını geliştirebilir. Hatta perakende finansal hizmetleri çeşitlendirerek doğru müşteriye doğru ürünleri sunabilirler. Çünkü tüm bankacılık hizmetlerinde bugüne kadar elde edilen veriler, yapay zeka uygulamalarını kolaylaştırmaktadır. Makine öğrenmesinin en önemli parçalarından doğal dil işleme ve algıya dayalı hesaplama bankalarda şu hususlarda çoktan hayat bulmuştur.<sup>78</sup>

- **Dolandırıcılık tespiti:** Yapay zeka, dolandırıcılığı daha işlem anında tespit edebilmekte ve buna bağlı olarak işlem hareketlerindeki deseni öğrenip henüz gerçekleşmeden bile uyarılar da bulunmaktadır.
- **Maliyet azaltımı ve karlılık artışı:** Infosys’in raporuna göre; yapay zekanın en büyük getirisi müşteri etkileşiminde yarattığı mucizeler olup; müşteri ile iletişimin daha akıllı hale gelmesi ve otomatikleştiril-

mesi maliyetlerde düşüş sağlarken memnuniyeti de üst seviyelere taşımaktadır. Sanal bir asistanın müşteriyi karşılayacağı ve tüm işlemlerini gerçekleştirerek müşteriyi memnun edeceği banka şubeleri çok uzak değil gibi görünmektedir.

- **Müşteri etkileşiminin artışı:** Yapay zeka sayesinde daha akıllı ürün ve hizmetler geliştirilerek daha verimli finansal tavsiyelerde bulunabilir. Örneğin, bugün müşteri temsilcileri çok sayıda müşteri ile ilgilenmek zorundayken yakın gelecekte her müşteriye ayrı birer finans danışmanı tahsis edebilecektir.
- **Yapay zekanın potansiyeli ve bankacılık iç içe geçmiş olması:** Yeni oluşan bankacılık ekosisteminin oluşmaya başlaması ile bu sistemde hem bankacılık hem de bankacılık dışı bileşenler önemli yere sahip olacaktır. Bankacılık endüstrisi, otomotiv ve sanayi kuruluşlarına kıyasla kuvvetli yapay zeka çözümlerini üretim ortamına taşımada daha önde görünmektedir. Bu gelişmeler kurumların maliyet ve gelir yapılarını etkilerken bir yandan da müşterilerin sadakat ve güvenlerini arttıracaktır.<sup>79</sup>

Endüstri 4.0’dan beklenen yararların daha çok robot bilimi ve yapay zeka araştırmaları ile artması otomasyon ile daha da ileri seviyelere çıkarılması yukarıdaki açıklamalardan da açıkça anlaşılmaktadır. The Economist’in yeni bir raporuna göre; Güney Kore, Almanya ve Japonya otomasyon ile en çok yakınlaşan(otomasyon ve robot teknolojisinin gelecekteki değişikliklerine karşı hazırlıklı olan) hazır ülkeler iken; ABD 25 ülke içinde 9.,Türkiye 15. sırada yer almaktadır. En riskli ülkeler ise; Meksika,Vietnam ve Endonezya’dır. Robotikte, yapay zekada ve oto-

<sup>76</sup> Ünal, E., “Yapay Zekadan Sanatçığa”, Bilim Teknik Dergisi, Aralık 2018 ss.60

<sup>77</sup> (<https://turkiye.ai/finans-alaninda-yapay-zeka-yatirimlerinin-donusu-muhtesem-olacak/>). Erişim tarihi:08 Mayıs 2018.

<sup>78</sup> (<https://turkiye.ai/finans-alaninda-yapay-zeka-yatirimlerinin-donusu-muhtesem-olacak/>). Erişim tarihi:08 Mayıs 2018.

<sup>79</sup> (<https://turkiye.ai/finans-alaninda-yapay-zeka-yatirimlerinin-donusu-muhtesem-olacak/>). Erişim tarihi: 08 Mayıs 2018.

masyonda göze çarpan ilerlemeler, önümüzdeki birkaç on yıl boyunca pek çok işi eskimekle tehdit ediyor. En kötü senaryolarda, dünya genelinde 800 milyon çalışan işini kaybedilebilir; en iyi senaryolarda, robotlar sadece risk altındaki birkaç meslekte insanları üzebilir.<sup>80</sup>

Yine; Uluslararası Barolar Birliğince (IBA) hazırlanan bir rapor göre, yapay zeka ve robot bilimindeki yenilikler devletleri istihdam yaratılması geleneksel çalışma biçimleri gibi hususlarda sorunlara itebilmekte örneğin, sürücüsüz araçların sigortalanması vb. açmazlar doğurabilir. Ayrıca yüksek tahsil gerektiren işlerin 1/3'nün, makine veya yazılım programlarınca yapılabileceğini iş yaşamı ve güvenlikle ilgili mevcut düzenlemelerin de hızla yetersiz kalacağına da dikkat çekmektedir.<sup>81</sup>

Küresel değişimlerin sonucu oluşan yeni anlayışa göre; bir işletmenin 'Sağlığı' ve "Geleceği" açısından; köken olarak 'yeni' anlamına gelen Latince 'nova' sözcüğünden türeyen İnovasyon/ Yenilikçilik girişimciliğin özünde yer almakta olup; "Bilginin, örgütsel fonksiyonları yerine getirmek üzere, orijinal, ilintili, benzersiz çözüm ve değer yaratan yeni kaynak, ürün, süreç, hizmet, yönetim tekniği veya teknoloji biçiminde somutlaştırılarak değiştirilmesi, birleştirilmesi ya da sentezlenmesi aracılığıyla ticari değer kazanması sürecidir". Şu halde, yenilik tüm faaliyetler için; fikir ve davranışların edinimi, gelişimi ,eşsiz ya da farklı ürünlerin yaratılması ile ilgilidir. Yeniliğin performansa, etkinliğe ya da örgüt yaşamına katkıda bulunduğu sürece yararlı olması önem taşımakta ve buna bağlı olarak, yenilik yapabilmenin, bir işletmenin sahip olabileceği tek temel yetenek olduğu da ileri sürülebilmektedir.<sup>82</sup>

## SONUÇ ve ÖNERİLER

2011 yılında Almanya'da yüksek teknoloji yönetimi ve stratejilerine dayanan yeni bir ekonomi politikasının geliştirilmesine yönelik bir öneri olarak ortaya çıkan ve Siber Fiziksel Sistemler, Nesnelerin (IoT) ve Hizmetlerin İnterneti (IoS) gibi, sistemleri kapsayan Endüstri 4.0 tüm yaşamımıza girmiştir. Artık sadece çalışanlar arasında, insan ve makine arasında ve makinelerin kendileri arasında bilgi alışverişiyle internet üzerinden sürekli iletişim gerçekleştirilmiş ve bu etkileşimler, bilgi yönetimi 4.0'ın (KM 4.0) kurulmasında da belirleyici olmuştur. Sosyal müşteri ilişkileri yönetiminde; KM 4.0 e-perakendecilere, sağlık çalışanlarına, imalatçılara, ev işçilerine, iş arkadaşlarına, müşterilere gerçek zamanlı olarak ihtiyaçlar ve bireysel durumlar hakkında sürekli bir bilgi iletişim kanalının kurulmasına doğru yönelmekte, kendileriyle tedarikçiler arasında bilgi iletmektedir. Böylece otomasyon aracılığıyla, kurumlar ve müşteriler için, katma değeri artıracak ürün ve hizmetlerin müşteri istek ve arzularına göre üretilerek müşteri memnuniyetinin ve sadakatinin yükseltilmesi ve kurumlar arasında güven tesis edilebilecektir. Endüstri 4.0, 3. Endüstri Devriminin esasları üzerinde, bazı faaliyet alanları (fiziksel, sayısal-dijital ve biyolojik alanlar gibi) arasındaki hatları grileştirmekte ve teknolojilerde birleşmeyi gerçekleştirmektedir. Hız, kapsam ve sistem açılarından oluşan etkileri, yeni bir döneme adım atılmasının gerekçesidir ve doğrusal/lineer değil üssel bir evrim geçirmesi diğerlerinden farklılığı olup böylelikle her sektörde yıkıcı etkiler yaratarak, tüm üretim, yönetim ve yönetim sistemlerini değişime zorladığı kabul edilmektedir.<sup>83</sup>

<sup>80</sup> John Koetsier," 23 Nisan 2018, (<https://www.forbes.com/sites/johnkoetsier/2018/04/23/usa-ranks-9th-in-global-robotics-automation-job-loss-report-after-korea-germany-japan-canada/#36d06e3e3f62>). Erişim tarihi:26 Temmuz 2018.

<sup>81</sup> (blog.caycuma.bel.tr), 2017. Erişim tarihi:18 Eylül 2017.

<sup>82</sup> G. Altuntaş ve D. Dönmez, "Girişimcilik Yönelimi ve Örgütsel Performans İlişkisi: Çanakkale Bölgesinde Faaliyet Gösteren Otel İşletmelerinde Bir Araştırma", İstanbul Üniversitesi, İşletme Fakültesi Dergisi 39, 1, 2010.

<sup>83</sup> Kozanoğlu, H. (2016). "Endüstri 4.0, İnsan Emeği ve Mühendis", Elektrik Mühendisliği, S.459.



Endüstri 4.0, hem bilgi hem de üretim tekniklerinde devrimci bir yaklaşım olup; bu konsept, sorunsuz bir geçiş için, sistematik birçok zorlukları ortadan kaldırması sonucunda, küresel üreticileri sadece yeni bir optimizasyon ve verimlilik düzeyine itmekle kalmayacak, aynı zamanda daha önce hiç üretilmeyen yeni kişiselleştirilmiş ürünlerin de kullanılması ve muazzam ekonomik kazançlar elde edilmesine olanak sağlayacaktır. Bunun yanı sıra, üretimde makine gücünün, özellikle robotların (yapay zeka ile donatılmış) kullanılması ile verimlilik artışı, kalite yükselişi ile beraber maliyet ve zaman tasarrufu sağlanmasının yanında, müşteri ihtiyaçlarının esnek bir şekilde karşılanabilmesi olanağına kavuşarak, işletmeler önemli bir rekabet avantajı sağlayacaktır.

Çünkü tedarik zincirinde yer alan tüm unsurlar birbirine bağlanarak, üretim sürecinin çeşitli aşamaları hakkında zamanında o gerçek ve doğru olduğu kadar güvenilir bilgi sahibi olabileceklerdir. Talepteki bir artış veya düşüşe bağlı olarak, yaşanabilecek kısa vadeli değişiklikler arasında tüm birimlerce makineden işçiye otomatik olarak haberdar edilerek üretim sorunsuz bir şekilde sürdürülebilecektir. Bir diğer ifade ile; Endüstri 4.0, çekme sistemleri ile üretimi esas alan ve satacağı kadar ürün üreten, yani sıfır stokla çalışan bir sistemi benimsemesi ve bilgi iletişim teknolojileri ile tedarik zincirindeki yer alan tüm aşamaları (ve kurumları) ya da faktörleri önemsemesi nedeniyle zaman, maliyet, kalite ve finans açılarından büyük fırsatlar sağladığı kadar rekabet gücünü de yükseltmektedir.

Gelecekte makineler ve otomasyonun üretimde daha da etkin olmak üzere,

- *İnsan-makine etkileşimi (uzmanlık senaryosu),*
- *Makine insanlar-yarı makine yarı insan robotlar (otomasyon senaryosu) ve*
- *Sadece makine-robotlar/yapay zekalar ile (insansız üretim senaryosu) olasıdır. Bunun sonucu çalışan nüfusun çalışmaması yada*

işsiz kalması sonucunda sosyal huzursuzluk, ayaklanmalar ve kitlesel yoksulluklar ortaya çıkabilecektir. Daha fazla iş ve satın alma gücü eksikliği nedeniyle yeni akıllı ürünler (ve akıllı servisler) sunulmasına rağmen bu ürünlerden faydalanmak çalışanlar için güçleşecektir. Çünkü, devlet çalışanların ücretlerini belirlerken insan emeğinin yerine, makinenin gücünü dikkate alarak ücretleri yeniden belirleyerek verimlilik ölçecektir.

Endüstri 4.0 üretimi, yarı insan-yarı makine ile karanlık fabrikalarda gerçekleştirdiği için bilgi iletişimi, tedarik zinciri, kalite, maliyet, zaman ve kaynaklar daha ön plana çıkarak ayrıntılı bir biçimde incelenmekte ve irdelenmektedir. Ancak özellikle makinelerin ve insanların/çalışanların üretimdeki yeri, çalışanların sorumluluğu ve disiplinler arası yaklaşım açılarından önem taşımaktadır. Üretimin yapıldığı karanlık fabrikalarda otomasyon ve yapay zekalı yarı insan-yarı robotlarla, kaliteli ve akıllı ürünlerle, müşterilerin istek ve arzularının giderilmesine büyük katkı sağlamaktadır. Bunların sonucu olarak da Endüstri 4.0, ekonomik açıdan özellikle makro ve mikro düzeyde getirdiği bilimsel ve teknolojik yenilikleri ile tüm dünyayı derinden etkilemiştir.

Özellikle dijitalleşme vasıtası ile kalite yükseltimi ile maliyet ve zaman tasarrufu sağlanmasına rağmen, dünyada ve ülkemizde bu sistem henüz yasal bir yapıya kavuşturulmadığı için, bilgi güvenliği açısından büyük bir eksiklik söz konusudur. Ancak öncü Almanya ve takipçileri Japonya, ABD, ÇHC, İngiltere ve Fransa gibi ülkelerde geleceğin üretim teknolojilerinde söz sahibi olmak amacıyla alt yapı ve stratejilerini Endüstri 4.0'a göre yenilenmek üzere, yoğun çalışmalar yapılmaktadır.

Bu hususta öncü ülkelerde yaşanan gelişmeler şöyledir:

- Endüstri 4.0'ın öncüsü Almanya'da, Endüstri 4.0 vizyonunun gelişimini koordine



etmek amacıyla “*Plattform Industrie 4.0*” kurulmuş olup; Alman Federal Ekonomi İşleri ve Enerji Bakanlığı ile Alman Federal Eğitim ve Araştırma Bakanlığı başkanlığında faaliyet göstermekte ve iş dünyası, akademi ve sendikalardan üst düzey temsilciler de platformun yönetiminde rol almaktadırlar. VDMA (Almanya Makine ve Tesis Üreticileri Birliği), ZVEI (Alman Elektrik ve Elektronik Üreticileri Birliği) ve BITKOM (Federal Bilgi Teknolojileri Birliği) gibi, önemli birlikler öncülüğünde gelişen platforma daha sonraları Almanya'nın birçok enstitüsü ve özel kuruluşu da katılmıştır. “*Yüksek Teknoloji Aksiyon Planı 2020*” ile kabul edilen projeler arasında yer alan platform altında çeşitli çalışma grupları oluşturularak, standartlaşma, ağ güvenliği, araştırma, eğitim ve yasal çerçeve gibi alt konular incelenmektedir. Aynı zamanda, sanayi, ticaret oda ve birliklerince oluşturulan Teknoloji Kümeleri ile disiplinler arası ortamda, inovatif/yenilikçi üretim modelleri araştırılmakta ulaşılan bulgular(veri ve deneyimler) platformun unsurlarına aktarılmaktadır.

- Endüstri 4.0'ın önemli küresel aktörlerinden birisi olan ABD.'nde ise; McKinsey'in “*Endüstri 4.0 Küresel Uzmanlık Araştırması 2015*” verileri en önemli kaynaklardan birisi olup; buna göre; Endüstri 4.0 ile ilgili Ar.-Ge. harcamalarının payı; Almanya'da %15 iken ABD.'nde %29 ve Endüstri 4.0'ın yarattığı gelirin toplam gelir içindeki payı ise; Almanya'da %19 ABD.'nde %30'dur. ABD.'nin üretim stratejilerine canlandırabilecek önemli yapılardan birisi, akademinin, kamu/devlet ve özel sektör kurumlarının yer aldığı ve 2014 yılında resmen kurulan NNMI (Ulusal Üretim İnovasyon Ağı) programı ABD. Ticaret Bakanlığı bünyesinde NIST'de (Ulusal Standartlar ve Tek-

noloji Enstitüsü) merkezi olan AMNPO tarafından (Ulusal Gelişmiş İmalat Programı Ofisi) yürütülmektedir. Programda, üretim sektöründe fark yaratacak yeni nesil teknolojilerin geliştirilmesi ve üniversiteler ile sektörel paydaşlar arasında teknoloji transferini kolaylaştırma hedeflenerek, Amerika'nın küresel rekabet gücünü artırmak amacıyla gelişmiş üretim modelleri üzerinde çalışılmaktadır.

- Japonya, Endüstri 4.0'a farklı bir bakışla ele alarak, insan faktörünü daha fazla öne çıkaran yepyeni bir vizyon belirlemektedir. Toplum 5.0 (Society 5.0) projesiyle toplum ve teknoloji arasında sağlıklı bir ilişki kurmayı amaçlayan Japonya, Endüstri 4.0'ın insana daha önemseyecek “*Akıllı Toplum*” stratejisi çerçevesinde, yenilikçi bir yaklaşımla yorumlamaktadır. Japon Ekonomi Federasyonu Keidanren tarafından hazırlanan bu çalışma, dijital teknolojilerin gerçek dünyaya verimli bir şekilde entegre edilmesi ve toplum yararına kullanımına yönelik oldukça yeterli ve iyi bir kaynaktır. Özellikle çevreye duyarlılığın vurgulandığı ve aşılması gereken engeller, toplumsal ön yargılar, hukuksal süreçler gibi hususları kapsayan ve insanların teknoloji ile uyum içinde yaşayabilmesini hedefleyen bu çalışmada geleceğin toplumlarını öngörebilmeyi kolaylaştırmaktadır. Tüm bu faaliyetler, Endüstri 4.0 ve sonrasına geniş açıdan bakan Japonya'nın, elektronik alandaki öncü konumunu Toplum 5.0 ile ileri bir noktaya taşıma isteğinin bir göstergesidir.
- Ülkemiz açısından, dünyada Endüstri 4.0'a geçişte büyük mesafe alınmışken, biraz gerilerde kalınmıştır. Türkiye'nin bölgesel güç olarak yerini sağlamlaştırabilmesinde Endüstri 4.0'a, özellikle; üretim faaliyetlerinde daha hızlı bir şekilde adapte olmasıdır. Son günlerde başta Bilim Sanayi ve

Teknoloji Bakanlığı olmak üzere, kamuda umut verici bir anlayış ve insiyatif gelişmiştir. Türkiye dünyadaki gelişmelerin uzağında kalmamalı ve özellikle teknolojik yatırımlara daha çok önem verilerek yazılım mühendisliği, matematik eğitim ve öğretiminde yapılacak büyük yatırımla yeni atılımlar gerçekleştirilmelidir. Çünkü dijital dönüşüm ile birlikte iş süreçlerinden müşteri beklentilerine kadar her şeyin çok hızlı değişimine ayak uydurabilecek ve bu değişimin bir parçası olarak yönetebilecek, yüksek bilgi ve beceriler e sahip çalışanlar ve yöneticiler bu dönüşümün olmazsa olmazı haline gelecektir.<sup>84</sup>

Bu hususta Mart 2016'da TÜSİAD bünyesinde yayımlanan "TÜSİAD Türkiye'nin Küresel Rekabetçiliği için Bir Gereklik Olarak Sanayi 4.0: Gelişmekte Olan Ekonomi Perspektifi" konulu raporun **5. Bölüm, "Sonuç: Türkiye için Bir Yol Haritası"** başlığında; şu ifadeler yer verilmiştir.

"Her ülke ve sanayi sektörü, Sanayi 4.0'ı farklı hızlarda, farklı yaklaşımlarla uygulamaya başlayacaktır. Otomotiv ve yiyecek-içecek gibi ürün çeşitliliğinin yüksek seviyede olduğu sanayiler, üretkenliğin artmasını sağlayan esneklikten yararlanmaya öncelik verirken, yarı iletkenler ve ilaç gibi alanlarda faaliyet gösteren endüstriler kalite odaklı yaklaşımlarla hata oranını azaltmak amacıyla veri analizine dayalı iyileştirmeleri uygulamaya yöneleceklerdir. Öte yandan nitelikli işgücü maliyetinin yüksek olduğu ülkeler, üretimde otomasyonun payını yükseltmek yoluna giderek, daha yüksek nitelikli işgücüne talep yaratacaklardır. Türkiye bu fırsattan ancak tüm paydaşları kapsayan, odaklı, eş güdümlü ve iyi tasarlanmış bir yaklaşımla yararlanabilir. Aktif bir dönüşüm şekillendirmek için, üreticiler, sistem tedarikçileri, altyapı sağlayıcıları, politika yapımcılar ve

akademisyenler, teknolojik ilerlemenin dokuz kaynağını benimsemeye yönelik kararlı adımlar atmalıdırlar. Sonuç itibarıyla genç, teknolojiyi içselleştirmiş ve büyüyen işgücüne sahip Türkiye, küresel ekonomideki rolünü değiştirecek büyük bir dönüşüm yaratma fırsatının eşliğindedir. Türkiye sanayisinin gelişmesinde ve rekabetçiliğinin artırılmasında çok temel bir faktör ve fırsat olacağına inandığımız Sanayi 4.0 (d)evriminin yakalanması ve öncü ülkeler arasında yer alınması için tüm paydaşların ortak bir ülke planı ve hedefi çevresinde odaklanarak çalışması bir aciliyet ve zorunluluk göstermektedir. Türkiye, önündeki bu fırsatı hayata geçirmek için gerekliliklerini, önceliklerini ve bir yol haritasını ortaya koymalıdır. Bu yol haritasının tüm paydaşlarla işbirliği içinde ve kararlı bir şekilde uygulanması önümüzdeki on yıl için ülke gündeminin en temel maddelerinden biri olmalıdır.

Bu sebeple, sanayimizin dönüşümünden sorumlu tüm aktörlerin katılımıyla, Sanayi 4.0 yaklaşımının bütün boyutlarının ele alındığı ve hem stratejik hem operasyonel ihtiyaç ve uygulamaların kapsamlı bir şekilde tartışıldığı bir platformun oluşturulması gerekliliği vardır" (TÜSİAD,2016:59-64) görüşlerine yer verilirken, daha sonra hazırlanan "Türkiye'nin Sanayide Dijital Dönüşüm Yetkinliği" raporunda, bu süreçte Türkiye'nin konumuna ait tespitlerle beraber araştırma sonucu ulaşılan çok önemli bulgular şunlardır:(TÜSİAD, 2018)

- Şirketlerin büyük çoğunluğu sanayide dijital dönüşüme bilgili ve yüksek seviyelerde ilgili iken, dönüşüme hazır olan şirketlerin oranı nispeten daha düşüktür.
- Türkiye'de sanayi şirketlerinin dijital dönüşüm uygulamalarında henüz pilot projeleri gerçekleştirme (44/100) aşamasındadır.
- Şirketlerin özellikle Strateji ve Yol Haritası ile Yönetişim yetkinliklerinin düşüktür.

<sup>84</sup> (<http://www.fortuneturkey.com/akilli-uretim-cagi-endustri-40-42841>). Erişim tarihi: 15 Mayıs 2018.

- *Şirketlerin yetkinlik seviyeleri sektörlerle göre farklılaşmamış olmakla birlikte, büyük şirketlerin (yıllık 250 milyon TL'den fazla geliri olan şirketler) sanayide dijital dönüşüm yetkinlikleri (50/100) küçük ölçekli şirketlere göre (33/100) daha yüksektir.*
- *Şirketler için, dijital dönüşümün önündeki en büyük engellerin yatırım maliyetlerinin yüksekliği ve yatırımın geri dönüş belirsizliğidir.*

Bu durumda, Türkiye'de Endüstri 4.0 dönüşüm için, özellikle iş gücü maliyetlerinin düşüklüğü ve lojistik avantajıyla, sürdürülebilir rekabet gücünün artırmanın ötesinde katma değeri yüksek ve dünya üretiminden daha çok pay sahibi Türk Sanayisi yaratmak hedeflenmekle birlikte akıllı cihaz ve sistemler, yetkin insan kaynakları yatırımları yapılmalıdır.<sup>85</sup>

Endüstri 4.0 ve Bilgi Teknolojilerinin yaygın kullanımı bilgi mahremiyetini ön plana çıkarmaktadır. Zira günümüz küresel rekabet ortamı tekno-ekonomik odaklı olup; bu rekabet tüm ülkeleri, işletmeleri, kamu ve özel kişi kurum ve kuruluşlarını etkilemektedir. Bu rekabetin altın anahtarı, özelliklede bilgi ve iletişim alanları olmak üzere teknolojidir.

Hatta *"Gelecek teknolojidir-Teknoloji gelecektir."* ilkesine önem veren ülkeler (tüm kişiler ve kurumlar) teknolojiye hakim olarak, lider olacak ve yönetecektir. Bu açıdan bakıldığında mahremiyet, güvenlik ve istihdam ile ilgili spekülasyonlar nedeniyle daha fazla çalışmaya ihtiyaç duyulmasına rağmen, yaygın anlayış Endüstri 4.0'ün üretimde gerçekten devrimci ve yenilikçi bir yaklaşım olduğudur. Ancak giderek daha karmaşık bir ortamda daha yüksek üretkenlik taleplerine yanıt olarak sunulan Endüstri 4.0.'ın, kendinden beklenen yararları sağlayabilmesi için, bazı hususlara azami dikkat ve özen gösterilmelidir. Özellikle işletmelerde üretim, örgütsel planlama

ve kontrol faaliyetlerinin, en önemli (temel) teknolojilere sahip, eksiksiz bir sistem içinde gerçekleştirilmesi zorunlu olup, öncelikle Üretim faaliyetlerinde (üretim sürecinde kullanılan yöntem ve tekniklerinde, üretim makine ve donanımında, BİT.'nin kullanımında vb.) ve planlama ve kontrol faaliyetlerinde(kurumsal kaynak planlama, akıllı fabrikalar, etkinlik, esneklik, servis hizmetleri vb.)düzenlemeler yapılması gerekir. Ayrıca yapılacak faaliyet değerlemelerinde hem miktar yönünden (verimlilik, kalite, müşteri memnuniyeti, hız, zaman vb.) hem değer yönünden (karlılık, maliyetlerde tasarruf, rantabilite vb.) performans ölçümlerinin önemi unutulmamalıdır.

Sonuç olarak; Dünya ve ülkemiz açısından Endüstri 4.0'dan beklenenlere ulaşılabilmesi için, öncelikle hukuksal yapının düzenlenerek, günümüz koşullarına uygun ve geleceğe yönelik yasaların acilen çıkartılması ve uygulamaya geçirilmesi öncelikle şarttır.Buna bağlı olarak uygulamadan/pratikten kaynaklanan hataların, yanlışlıkların, eksikliklerin, kusurların giderilerek eğitim ve öğretim konusundaki yatırımların acilen yapılması ve hatta insan kaynakları gereksinimlerinin giderilmesi ivedi bir sorundur. Ayrıca, dijitalleşme, nesnelerin/şeylerin interneti, hizmetlerin interneti ve siber fiziksel sistemler endüstri 4.0.'ın temeli olup, Endüstri 4.0'dan beklenenleri gerçekleştirmede en önemli yapı taşları olduğu ve buna bağlı olarak ta hem BİT. hem de insan ve makine arasındaki ilişkilerin büyük öneme haiz olduğu hususlarının başucu kitabından farksız olduğu bilinmelidir.

## KAYNAKÇA

### Kitap Ve Dergiler

- ARNSBURG, R. (2017). "Industrie 4.0–ZwischenMaschinen, Revolutionund Kri-sen"

<sup>85</sup> (<http://www.fortuneturkey.com/akilli-uretim-cagi-endustri-40-42841>), Erişim tarihi: 15 Mayıs 2018.

- ALP, E. ve ÇOŞKUN, Y. (2018). “Yıldız Savaşlarının Nedeni: Ekonomi”, Bilim Teknik Dergisi, TÜBİTAK Yıl:51, Sayı:605, Nisan 2018.
- BAUERNHANSEL, T. ve Hompel, M., Heuser, B.V. (2014). “Industrie 4.0 in Produktion, Automatisierung und Logistik”, Wiesbaden.
- BOTTHOF, A., Hartmann, E.A. (2015). “Zukunft der Arbeit in Industrie 4.0.” Berlin Heidelberg: Springer Verlag, Vieweg.
- ALTUNTAŞ, G. ve DÖNMEZ, D. “Girişimcilik Yönelimi Ve Örgütsel Performans İlişkisi: Çanakkale Bölgesinde Faaliyet Gösteren Otel İşletmelerinde Bir Araştırma” / İstanbul Üniversitesi İşletme Fakültesi Dergisi 39, 1, 2010.
- HUG, H. (2018). “Industrie 4.0 Historische Grundlagen, technische Veränderungen, wirtschaftliche und soziale Auswirkungen” S.9-14, 1. Auflage 2018, MERKUR VERLAG RINTELN Hutkap GmbH & Co. KG, 31735 Rinteln www.merkur-verlag.de, Erişim tarihi: 10 Ocak 2018.
- KARAYILMAZLAR, E. (2006). “Bilgi Toplumu ve Eğitim”, Bilgi Ekonomisi” Ekin Kitabevi, Bursa.
- KOZANOĞLU, H. (2016). “Endüstri 4.0, İnsan Emeği Ve Mühendis”, Elektrik Mühendisliği, S.459.
- ÖZKAN, M., AL, A. ve YAVUZ, S. (2018). “Uluslararası Politik Ekonomi Açısından Dördüncü Sanayi-Endüstri Devrimi'nin Etkileri ve Türkiye”, Marmara Üniversitesi Siyasal Bilimler Dergisi, C.6, S.2, ss.126-156.
- ÖZSOYLU, A.F. (2017) “Endüstri 4.0”, Çukurova Üniversitesi, İİBF Dergisi, C.21. S.1.
- SOYLU, A. (2018). “Endüstri 4.0 Ve Girişimcilikte Yeni Yaklaşımlar”, Pamukkale Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, S.32.
- SÖZCÜ Gazetesi 27.11.2017
- ÜNAL, E. (2018). “Yapay Zekadan Sanatçıya”, Bilim Teknik Dergisi, TÜBİTAK Yıl:52, Sayı:613, Aralık 2018.
- YILDIZ, A. (2018). “Endüstri 4.0 Ve Akıllı Fabrikalar” Sakarya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 22(2).

#### İnternet Kaynakları

- “İnsan Makine Etkileşimi.” Osnabrücker Zeitung, T-Systems, Siemens, (<http://www.endustri40.com/insan-makine-etkilesimi-l-endustri-4-0-la-insan-ve-makinenin-uretimdeki-yeri/>). Erişim tarihi 30 Temmuz 2018. Kürzlich hat das Imec die Ergebnisse des Projekts „Claxon“ bei Audi in Brüssel präsentiert.
- “Karanlık Fabrikalar ile İnsansız Üretim” (<http://www.endustri40.com/karanlik-fabrikalar-ile-insansiz-uretim/>). Erişim tarihi: 30 Mayıs 2018.
- “Robot Biliminin Yükselişiyle Birlikte Yasalar Karışacak ve İnsanlar İçin İş Kontenjanları Oluşturulacak” (2017). (<http://blog.caycuma.bel.tr/2017/11/20/robot-biliminin-yukselisiyle-birlikte-yasalar-karisa-cak-ve-insanlar-icin-is-kontenjanlari-olusturulacak/>). Erişim tarihi: 30 Temmuz 2018.
- ARIKAN, I. “Endüstri 4.0'dan Satın Alma 4.0'a” ([https://www.fiyatimbu.com/blog/endustri-4-0-dan-satinalma-4-0\\_a\\_346](https://www.fiyatimbu.com/blog/endustri-4-0-dan-satinalma-4-0_a_346)). Erişim tarihi: 13 Ocak 2019.
- BENDEL, O. “Definition Industrie 4.0” Gabler Wirtschaftslexikon, Erişim tarihi: 01 Ağustos 2017.
- BLUM, C. (2016), “Industrie 4.0: 7 Vorteile von denen wir profitieren werden”, ([www.management-circle.de/blog/industrie-4-0/](http://www.management-circle.de/blog/industrie-4-0/)). Erişim tarihi: 12 Aralık 2017.
- CANCOM, “Rockwell Automation, SAP, SIEMENS”, Wikipedia, Erişim tarihi: 20 Ekim 2017.

- ÇUBUK, H. "EnerjiYönetimi", (<http://www.yildiz.edu.tr/~hcubuk/enerji%20yoneti-mi-1-HAFTA.pdf>). Erişim tarihi:15 Ocak 2019.
- DAYANÇ, M. "Kalite ve Kalite Kontrol Hak-kında", 12 Nisan 2018.
- DONATO, T. (2015). (<http://www.etz.de>). Erişim tarihi: 08 Aralık 2017.
- DORST, W. (2015). (<https://www.bpb.de/dialog/netzdebatte/200824/arbeit-in-der-in-dustrie-4-0>) Erişim tarihi:06 Ocak 2018.
- DURAN, A. (2018). "Dünyada Endüstri 4.0'a Öncülük Eden 3 Ülke: Almanya,
- KOETSİER, J. (2018). (<https://www.forbes.com/sites/johnkoetsier/2018/04/23/usa-ranks-9th-in-global-robotics-automation-job-loss-report-after-korea-ger-many-japan-canada/#36d06e3e3f62>). Erişim tarihi: 26 Temmuz 2018.
- LITZEL, N. (2016). (<https://www.bigdata-insider.de/was-ist-industrie-4-0-a-563898/>). Erişim tarihi: 26 Temmuz 2018.
- NUROĞLU, E. "Endüstri 4.0 Türkiye için tehdit mi, fırsat mı?" (<https://www.aa.com.tr/tr/analizhaber/endustri-40-turkiye-i-cin-tehdit-mi-firsat-mi/1086275>), Erişim tarihi:26 Temmuz 2018.
- PFEIFFER, S. (2015). "Aus Politics and Contemporary History/bpb", (<http://www.bpb.de/apuz/209955/industrie-4-0-und-die-digitalisierung-der-produktion?p=all>). Erişim tarihi: 30 Temmuz 2017.
- ROBLEK, V. (2016). (<https://doi.org/10.1177/2158244016653987>). Erişim tarihi: 25 Temmuz 2018.
- SCHULZE, A. (2014). (<http://www.flyacts.com/blog/potenziale-chancen-und-moeglichkeiten-durch-industrie-4-0/>). Erişim tarihi:27 Temmuz 2018.
- TÜSİAD, (2016). "Türkiye'nin Küresel Rekabetçiliği İçin Bir Gerekliklik Olarak Sanayi 4.0: Gelişmekte Olan Ekonomi Perspektifi Raporu.
- WAHLSTER, W. (2015). (<http://www.zukunftstechnologien.info/technik-und-wirtschaft/industrie-40/industrie-40-eine-zwischenbilanz>). Erişim tarihi:25 Temmuz 2018.
- WANG, S. "Implementing smart factory of industrie 4.0: an outlook", (<http://journals.sagepub.com/doi/abs/10.1155/2016/3159805https://doi.org/10.1155/2016/3159805>). Erişim tarihi:24 Temmuz 2018.
- ABD ve Japonya, (<https://magg4.com/dun-yada-endustri-4-0a-onculuk-eden-3-ul-ke-almanya-abd-ve-japonya/>). Erişim tarihi:27 Temmuz 2018.
- (<http://www.spiegel.de/fotostrecke/vonder-industrie-1-0-bis-4-0-fotostrecke-125537-2.html>). Erişim tarihi: 11 Mayıs 2017.
- (<http://www.notch-interactive.com/de/blog/2017/04/20/industrie-40-eine-ueber-2000-jaehrige-geschichte/>). Erişim tarihi: 25 Mayıs 2017.
- Indüstri4.0: ([http://en.wikipedia.org/wiki/File:Industry\\_4.0.png](http://en.wikipedia.org/wiki/File:Industry_4.0.png)). Erişim tarihi:20 Haziran 2017.
- ([blog.caycuma.bel.tr](http://blog.caycuma.bel.tr)), 2017. Erişim tarihi:18 Eylül 2017.
- (<http://www.xinfo.de/industrie-40-definitio-n>). Erişim tarihi: 08 Aralık 2017.
- (<https://www.it-business.de/was-ist-in-dustrie-40-597701/>). Erişim tarihi:08 Aralık 2017.
- (<https://www.beratungzukunft.de/>). Erişim tarihi: 08 Aralık 2017.
- (<https://www.it-daily.net/itmanagement/industrie-4-0/15221-industrie-4-0-die-vorteile-von-produktkonfiguratoren-im-vertrieb>). Erişim tarihi: 08 Aralık 2017.
- (<http://www.notch-interactive.com/de/blog/2017/04/20/industrie-40-eine-ueber-2000-jaehrige-geschichte/>). Erişim tarihi:10 Ocak 2018.

- (<http://www.fortuneturkey.com/akilli-uretim-cagi-endustri-40-42841>). Erişim tarihi:15 Mayıs 2018.
- (<https://turkiye.ai/finans-alaninda-yapay-zeka-yatirimlarinin-donusu-muhtesem-olacak/>). Erişim tarihi: 08 Mayıs 2018.
- (<https://turkiye.ai/finans-alaninda-yapay-zeka-yatirimlarinin-donusu-muhtesem-olacak/>). Erişim tarihi: 08 Mayıs 2018.
- (<http://clickon.com.tr/endustri-4-0-4-sanayi-devrimi-mi.html>). Erişim tarihi: 06 Haziran 2018.
- (<http://www.pazarlama.org.tr/upk-2018/>). Erişim tarihi: 06 Haziran 2018.
- (<http://www.srf.ch/news/wirtschaft/wef2016/industrie-4-0-eine-chance-fuer-die-schweizer-wirtschaft>). Erişim tarihi: 21 Temmuz 2018.
- (<http://endustriciler.com/kalite-ve-kalite-kontrolhakkinda/>). Erişim tarihi:24 Temmuz 2018.
- (<https://diefreiheitsliebe.de/kultur/industrie-4-0-zwischen-maschinen-revolution-und-krisen/>). Erişim tarihi: 21 Temmuz 2018.
- (<https://tusiad.org/tr/yayinlar/raporlar/item/9864-tusiad-bcg-turkiye-nin-sanayi-de-dijital-donusum-yetkinligi>). Erişim tarihi: 01 Ağustos 2018.
- ([http://www.tdk.gov.tr/index.php?Option=com\\_bts&kategori=veritbn&kelime\\_sec=203452](http://www.tdk.gov.tr/index.php?Option=com_bts&kategori=veritbn&kelime_sec=203452)). Erişim tarihi: 06 Ağustos 2018.
- (<https://www.cleverism.com/industry-4-0/>). Erişim tarihi:15 Ekim 2017.
- (<https://www.cleverism.com/industry-4-0/....08/09/2017>). Erişim tarihi:25 Ekim 2017.
- (<https://www.economie.gouv.fr/lancement-seconde-phase-nouvelle-france-industrielle->). Erişim tarihi:09 Ocak 2018.
- (<https://www.elektrikport.com/universite/enerji-yonetimi/10058#ad-image0>). Erişim tarihi:15 Ocak 2019.
- (<https://www.it-business.de/was-ist-industrie-4-0-a-597701/>). Erişim tarihi:05 Mart 2018.
- (<https://www.maschinenmarkt.vogel.de/industrie-4-0-und-mes-revolution-oder-evolution-a-445959/>). Erişim tarihi: 10 Nisan 2018.
- (<https://www.voltimum.com.tr/haberler/enerji-yonetimi-sistemleri>). Erişim tarihi:15 Ocak 2019.
- (<https://www.wfb-bremen.de/de/page/stories/digitalisierung-industrie-4-0/geschichte-der-digitalisierung-teil-zwei>). Erişim tarihi:10 Ocak 2018.
- Industrie 4.0: Meilensteinfür die Produktion – undmehr Wie Industrie 4.0 Produktion, Prozesseundsogar Geschäftsmodellevon Grundauf revolutioniert, (<https://www2.deloitte.com/de/de/pages/innovation/contents/Industrie-4-0.html>). Erişim tarihi:16 Nisan 2018.
- ([www.fizikist.com/2018-yilina-damga-vuran-20-bilimsel-gelisme/](http://www.fizikist.com/2018-yilina-damga-vuran-20-bilimsel-gelisme/)). Erişim tarihi:24 Nisan 2019.