DÜNYA'DA VE TÜRKİYE'DE SANAYİ'DE DİJİTAL DÖNÜŞÜM (SANAYİ 4.0) İNCELEMESİ VE TÜRKİYE'NİN ENTEGRASYONU İÇİN DEĞERLENDİRMELER

Dr. AYŞE BAYRAK

Eylül, 2018
ANKARA

DÜNYA'DA VE TÜRKİYE'DE SANAYİ'DE DİJİTAL DÖNÜŞÜM (SANAYİ 4.0) İNCELEMESİ VE TÜRKİYE'NİN ENTEGRASYONU İÇİN DEĞERLENDİRMELER

Dr. Ayşe BAYRAK

ÖZET

Bu çalışmada son 5-6 yıldır konuşulmaya başlanan ve şu ana kadarki literatürde daha çok Endüstri 4.0 olarak ifade edilen 4. Sanayi Devrimi ele alınmış, teknoloji ve kavramları tanıtılmaktadır. Endüstri 4.0 konusunda Dünya'da yapılan çalışmalara ve örneklere yer verilerek, Türkiye'de Endüstri 4.0 kavramı ve yapılan farkındalık çalışmaları anlatılmaktadır.

Anahtar kelimeler: Endüstri 4.0, Sanayi Devrimi, Dijital Dönüşüm, Endüstri 4.0 Teknolojileri

REVIEW ON INDUSTRY 4.0 ON IN THE WORLD AND IN TURKEY AND EVALUATION TO ADAPTATION OF TURKEY

Dr. Ayşe BAYRAK

ABSTRACT

In this study, the 4th Industrial Revolution, which has been talked about for the last 5-6 years and also expressed as Industry 4.0, has been discussed and the technologies and concepts that belong to Industry 4.0. The studies and examples of the Industry 4.0 in the world are given. The concept of Industry 4.0 in Turkey and the awareness studies carried out are explained.

Keywords: Industry 4.0, Industrial Revolution, Digital Transformation, Technologies of Industry 4.0

İÇİNDEKİLER

ÖZET i
ABSTRACT ii
İÇİNDEKİLER iii
TABLO LİSTESİ v
ŞEKİL LİSTESİ vi
KISALTMALAR viii
1. GİRİŞ 1
2. SANAYİ DEVRİMLERİ TARİHSEL GELİŞİMİ 2
2.1. Birinci Sanayi Devrimi 3
2.2. İkinci Sanayi Devrimi 4
2.3. Üçüncü Sanayi Devrimi 4
2.4. Dördüncü Sanayi Devrimi veya Endüstri 4.0 5
3. ENDÜSTRİ 4.0 TEKNOLOJİLERİ 10
3.1. Nesnelerin İnterneti (Internet of Things, IOT, IoT) 12
3.1.1. Uygulama örnekleri 13
3.1.2. Kullanım alanlarına göre nesnelerin interneti 19
3.2. Büyük Veri ve Analitik (Big Data and Analytics) 23
3.2.1. Büyük veri uygulama örnekleri 25
3.3. Eklemeli Üretim (Additive manufacturing) 32
3.3.1. 3D Yazıcı Kullanım Alanları Örnekleri 33
3.4. Bulut (Cloud) 35
3.4.1. Bulut teknolojisi uygulamaları 37
3.5. Gelişmiş Robotlar (Advanced Robots) 37
3.5.1. Gelişmiş robot uygulama örnekleri 38
3.6. Simülasyon (Simulation) 43
3.6.1. Simülasyon Uygulama Örnekleri 43
3.7. Artırılmış gerçeklik (Augmented reality) 43
3.7.1. Artırılmış Gerçeklik Uygulamaları 44
3.8. Yatay ve Dikey Entegrasyon (horizontal/vertical integration) 47
3.8.1. Yatay ve dikey entegrasyon ile Endüstri 4.0 ilişkisi 49
3.9. Siber Güvenlik (Cyber-security) 50
3.9.1. Siber güvenlik etki alanları 50
4. DÜNYA'DA DİJİTAL DÖNÜŞÜM (ENDÜSTRİ 4.0) İNCELEMESİ 52
4.1. Endüstri 4.0 Literatürü 55
4.2. ALMANYA 60
4.2.1. Almanya'daki Önemli Oyuncular 61

4.3. ABD 64
4.4. FİNLANDİYA 65
4.5. ÇİN 66
4.6. HİNDİSTAN 68
4.7. BÜYÜK BRITANYA VE KUZEY İRLANDA BIRLEŞIK KRALLIĞI 68
4.8. JAPONYA 68
4.9. GÜNEY KORE 69
5. TÜRKİYE'DE DİJİTAL DÖNÜŞÜM (SANAYI 4.0) İNCELEMESİ ve YAPILAN ÇALIŞMALAR 71
5.1. TÜBİTAK Yeni Sanayi Devrimi Akıllı Üretim Sistemleri Teknoloji Yol Haritası71
5.2. Sanayide Dijital Dönüşüm Platformu 75
5.3. Endüstri 4.0 Farkındalık Çalışmalarına Örnekler 76
5.4. Türkiye için Endüstri 4.0 Neden Önemli? 77
6. GENEL BİLGİLER 82
6.1. SANAYİ 4.0 SÜRECİNİN MESLEK GRUPLARINA MUHTEMEL ETKİSİ ... 82
6.1.1. Endüstriyel Veri Bilimciliği 84
6.1.2. Robot Koordinatörlüğü 84
6.1.3. IT/IoT Çözüm Mimarlığı 84
6.1.4. Endüstriyel Bilgisayar Mühendisliği / Programcılığı 85
6.1.5. Bulut Hesaplama Uzmanlığı 85
6.1.6. Veri Güvenliği Uzmanlığı 85
6.1.7. Şebeke Geliştirme Mühendisliği 86
6.1.8. 3-D Yazıcı Mühendisliği 86
6.1.9. Endüstriyel Kullanıcı Ara yüzü Tasarımcılığı 87
6.1.10. Giyilebilir Teknoloji Tasarımcılığı 87
6.2. ENDÜSTRİ 4.0 A ÖNCÜLÜK EDEN 5 ŞİRKET 88
6.2.1. Siemens 88
6.2.2. Bosch Rexroth 89
6.2.3. GE 89
6.2.4. Festo 90
6.2.5. Mitsubishi 91
6.3. ENDÜSTRİ 4.0'la Gelecek Bazı Rakamlar 92
7. SONUÇ VE ÖNERİLER 94
7.1. Öneriler 94
KAYNAKLAR 98

TABLO LİSTESİ

Tablo **Sayfa**

Tablo 2.1. 2006 ile 2011 yılları arasında sanayi malı satış gelirlerindeki değişimi 5
Tablo 4.1. Dördüncü Endüstriyel Devrim kategorilerini kullanarak Dünya Ekonomik Forumu Küresel Rekabet Edebilirlik Raporu-Sıralamalar 57
Tablo 4.2. Dördüncü endüstriyel devrim için küresel rekabet gücü sıralamaları..... 58

ŞEKİL LİSTESİ

Şekil **Sayfa**

Şekil 2.1. Sanayi (D)evriminin aşamaları (Kaynak BCG) 3
Şekil 2.2. Dünyanın geleceğini şekillendiren akımlar (Kaynak BCG) 7
Şekil 2.3. Geleneksel üretim modellerinin Sanayi 4.0 ile değişimi (Kaynak BCG) 8
Şekil 2.4. Endüstri 4.0'ın genel görünümü (Alçın, 2016) 9
Şekil 3.1. Teknolojik ilerlemenin 9 ayağı (Michael Rüßmann ve diğ, 2015) 11
Şekil 3.2. Amazon Echo 14
Şekil 3.3.Nest 14
Şekil 3.4. Micoach Akıllı Top 15
Şekil 3.5.Edyn 16
Şekil 3.6.Philips Hue 17
Şekil 3.7.Maid Oven 18
Şekil 3.8. Bluesmart 18
Şekil 3.9.Jindo Köprüsü 21
Şekil 3.10. Turkcell Akıllı Bileklik – T-Fit 22
Şekil 3.11.Netflix 26
Şekil 3.12 UPS 27
Şekil 3.13 Starbucks 28
Şekil 3.14. British Airways 28
Şekil 3.15. Ebay 29
Şekil 3.16 American Express 30
Şekil 3.17 Dell 30
Şekil 3.18 Amazon 31
Şekil 3.19 T-Mobile 31
Şekil 3.20. Kuka endüstriyel robotları 38
Şekil 3.21. Yumi_ABB 38
Şekil 3.22. Asimo Honda 39
Şekil 3.23. Handle ATLAS_ Boston Dynamics 40
Şekil 3.24. ATLAS Boston Dynamics 41
Şekil 3.25. Petman_ Boston Dynamics 42
Şekil 3.26. NAO_ Aldebaran Robotics 42

Şekil 3.27. Sofia 42
Şekil 3.28. Artırılmış gerçeklik uygulaması_paketleme 45
Şekil 3.29. iOnRoad 46
Şekil 3.30. Star Walk 47
Şekil 4.1. Dünya'da Google üzerinde "Industry 4.0" terimi arama grafiği 52
Şekil 4.2. "Industry 4.0" terimi aramasında Dünya (Bölgeye göre) ilgi 52
Şekil 4.3 "Industry 4.0" terimi aramasında (Dünya Şehire) göre ilgi 53
Şekil 4.4. Türkiye'de Google üzerinde "Industry 4.0" terimi arama grafiği 53
Şekil 4.5 "Industry 4.0" terimi aramasında alt bölgeye göre ilgi 54
Şekil 4.6 Türkiye'de Google üzerinde "Endüstri 4.0" terimi arama grafiği 54
Şekil 4.7 "Endüstri 4.0" terimi aramasında şehre göre ilgi 54
Şekil 4.8. Yıllara göre "industry 4.0" araştırmalarının değişimi 55
Şekil 4.9. Yıllara göre "smart manufacturing" araştırmalarının değişimi 55
Şekil 4.10. Geleneksel iş modelleri değişiyor 56
Şekil 4.11. Dünya'da 4. Sanayi Devrimi çalışmaları Ülke örnekleri 59
Şekil 4.12. Almanya'da Sanayi 4.0 dönüşümünün potansiyel faydaları (Kaynak BCG).... 61
Şekil 4.13.Pepper 69
Şekil 5.1. BTYK'nın 2016/101 no.lu 'Akıllı Üretim Sistemlerine Yönelik Çalışmaların Yapılması' Kararı 71
Şekil 5.2. TÜBİTAK Mevcut Durum Anket ve Analiz Çalışması 73
Şekil 5.3. 'Akıllı Üretim Sistemleri' Kritik ve Öncü Teknolojileri 74
Şekil 5.4. Türkiye'nin Dünyadaki Seviyeyi Yakalaması/Üzerine Geçmesi için belirlenen 10 Teknolojik Hedef 75
Şekil 5.5 Türkiye'nin küresel değer zincirindeki konumu (Kaynak BCG Group)..... 78
Şekil 5.6. Türkiye imalat sanayisinin küresel değer zincirindeki konumu (Kaynak BCG) 79
Şekil 5.7. Almanya'nın Sanayi 4.0 dönüşümünün Türkiye'ye muhtemel etkisi 80
Şekil 5.8. Sanayi 4.0'ın Türkiye açısından rolü (Kaynak BCG) 81
Şekil 6.1. Almanya'daki iş büyümesinin meslek kategorilerine etkisi 83
Şekil 7.1 Siemens'in dijital fabrikaları 88
Şekil 7.2 Bosh Rexroth 89
Şekil 7.3. GE 90
Şekil 7.4. Festo 91
Şekil 7.5. Mitsubishi 91

KISALTMALAR

Kısaltmalar	Açıklama
3D	3 dimension-boyut
Ar-Ge	Araştırma-Geliştirme
BTYK	Bilim ve Teknoloji Yüksek Kurulu
BCG	Boston Consulting Group
CAD	Computer Aided Design
CNC	Computer Numerical Control
EBSO	Ege Bölgesi Sanayi Odası
GSYİH	Gayri Safi Yurt İçi Hasıla
IBM	International Business Machines- Uluslararası İş Makineleri
IIC	Industrial Internet Consortium
IOT, IoT	Internet of Things-Nesnelerin İnterneti
KOBİ	Küçük ve Orta Ölçekli İşletmeler
KOSGEB	Küçük ve Orta Ölçekli Sanayiyi Geliştirme Başkanlığı
M2M	Machine-to-Machine
OECD	Organisation for Economic Co-operation and Development (Ekonomik Kalkınma ve İşbirliği Örgütü)
PLC	Programmable Logic Controller- Programlanabilir Mantıksal Denetleyici
PRODİS	Proje Değerlendirme ve İzleme Sistemi
R&D	Research and Development
RFID	Radio Frequency Identification-Radyo Frekans Tanımlama
SME	Small and Medium Size Enterprises
SMLC	Smart Manufacturing Leadership Coalition
TÜBİTAK	Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu
TÜSİAD	Türk Sanayicileri ve İşadamları Derneği

1. GİRİŞ

Endüstri 4.0 terimi ilk olarak 2011 yılında Almanya Hannover Fuarı'nda kullanıldı. Ekim 2012'de Bosch Grubu ve SAP'nin eski CEO'su Henning Kagermann bir çalışma grubu oluşturarak hazırladıkları Dördüncü Sanayi Devrimi öneri dosyasını, Alman Federal Hükümeti'ne sunmuş, 2013 yılında da Alman Hükümeti kendi Endüstri 4.0 dönüşüm yol haritasını hazırlamaya başlamıştır. Bosch da aynı yıl, kendi yol haritasını hazırlamak üzere çalışma başlatmıştır. İlk etapta Bosch, Endüstri 4.0 çalışma grubunda yer almış ve ona liderlik etmesiyle öncü bir rol üstlenmiştir. Felsefe olarak; Endüstri 4.0'ın, Dünya tarihinde ilk kez üretim miktarında Doğu'nun gerisinde kalan Batının bu tehditle savaşma planı olarak ortaya çıktığı konuşulmaktadır. Yani genel kanaat olarak Endüstri 4.0; Doğu'nun üretim gücü karşısında rekabette zorlanan Batı'nın insanı üretimden çekerek karşısına çıkan bu tehdidi alt etmeye çalışma çabasının adı olduğudur. Toplumların Endüstri 4.0 a geçiş yaptığı ölçüde esneklik, hız ve verimlilik sayesinde üretimde maliyetlerin azaltılması gibi birçok avantaj kazanılacağı öngörülmektedir. İnsanın sistemden çekilmesiyle sistemin mükemmelleşeceği ve ucuzlayacağı düşünüldüğünde Batı'nın üretim avantajını bu sayede tekrar kazanacağı belirtilmektedir.

Bu kapsamda düşünüldüğünde dijital değişimin ülkemiz gibi gelişmekte olan ülkeler için hem bir şans ve hem de bir tehdit niteliğinde olduğu değerlendirilmektedir. Dijital dönüşüm kavramı ağırlıklı olarak Almanya ve ABD'de ortaya çıkmıştır, ABD'nin yazılım ve elektronik tarafında, Almanya'nın ise üretim sistemleri ve makine ekipman tasarımı tarafında Dünya'da ön sıralarda olduğu bilinmektedir (Brettel M. ve ark, 2014). Türkiye olarak bu değişimden faydalanabilirsek tarihi bir fırsat ancak değerlendiremezsek de kaybımız olacağı değerlendirilmektedir. Rutin süreçlerde ve verimliliği etkileyen tüm süreçlerde mümkün olabildiğince otomasyona geçerek insan faktörünü devre dışı bırakmaya çalışan ABD ve Almanya, işgücünün farklı yetkinliklerle donatılması yani "işgücünün dönüşümü" için de önemli tutarlarda kaynak ayırmakta ve eğitimler programları düzenlemektedir.

Endüstri 4.0 kavramanın henüz 5-6 yıldır konuşulduğu dikkate alındığında 1. Sanayi devrimini birkaç yüzyıl, 2. Sanayi devrimini 150 yıl, 3. Sanayi devrimini 40-50 yıl kaçıran

ülkemizin Dünyada da henüz şekillenmekte olan dijital değişim sürecinde yer alarak 4. Sanayi devrimini kaçırmayacağı ifade edilmektedir.

Bu kapsamda, bu çalışmada 4. Sanayi devrimi ele alınmış Türkiye'nin entegrasyon sürecinde yapılabilecekler konusunda değerlendirilmelerde bulunulmuştur.
Çalışmanın ilk bölümünde yapılan girişin ardından;
İkinci bölümde ilk üç Sanayi Devrimi tanıtılarak üretim/iş süreçlerinin, günümüze gelene kadar hangi aşamalardan geçtiği anlatılmış ardından da 4. Sanayi devrimi veya Endüstri 4.0 vizyonu anlatılmaktadır.
Üçüncü bölümde Endüstri 4.0 Teknolojileri ve bazı tanımlamalara,
Dördüncü bölümde Dünya'da Sanayi'de Dijital Dönüşüm Çalışmaları İncelemelerine, Beşinci bölümde Türkiye'de Sanayi'de Dijital Dönüşüm çalışmaları incelemelerine yer verilmektedir.
Altıncı Bölümde; Endüstri 4.0 ile ilgili meslek gruplarına etkisi, öncülük eden şirketler, endüstri 4.0 la gelecek bazı rakamlar gibi genel bilgilere yer verilmektedir.
Yedinci ve son bölümde çalışma boyunca ortaya çıkan sonuçlar hakkında değerlendirmeler yapılarak önerilerde bulunulmaktadır.

Türkiye'de ve Dünya'da "Yeni Sanayi Devrimi", "Akıllı Üretim Sistemleri", "Yeni İmalat Sistemleri", "Dijital Dönüşüm", "Endüstri 4.0", "4. Endüstri Devrimi" ya da "4. Sanayi Devri" gibi çeşitli kavramlarla ifade edilen uluslararası değişimi anlayabilmek için öncelikle sanayi devrimlerinin tarihsel gelişimine bakmak gerekmektedir.

2. SANAYİ DEVRİMLERİ TARİHSEL GELİŞİMİ

Teknolojik ilerlemeler, sanayi devriminin başlangıcından bu yana, endüstriyel verimlilikte büyük artışa işaret eden üç ana aşamanın kat edilmesini mümkün kılmıştır. 18. yüzyılın sonlarında fabrikalarda buhar gücüyle çalışan makineler kullanılmaya başlanmış, 20. yüzyılın başında elektrik enerjisi ile seri üretim mümkün olmuş, 1970'lerden itibaren ise elektronik ve bilgi teknolojileri (BT) ile sanayide otomasyon yaygınlaşmıştır. Günümüzde ise; siber-fiziksel sistemler ve dinamik veri işleme ile değer zincirlerinin uçtan uca

bağlandığı, sanayi devriminin dördüncü evresine tanıklık edilmektedir (TÜSİAD Raporu) (Şekil 2.1.).

Şekil 2.1. Sanayi (D)evriminin aşamaları (Kaynak BCG)

Takip eden bölümlerde günümüze kadar olan süreçte gerçekleşen 4 Sanayi Devrimi tanıtılacaktır.

2.1. Birinci Sanayi Devrimi

18. yüzyılda başlayıp 19. yüzyılın ortalarına kadar (1870'ler) süren endüstrileşme sürecine, demir ve kömürün asıl enerji kaynağı ve hammaddeyi oluşturduğu makinalaşma çağı denilebilir. Özellikle 1760-1830 yılları arasındaki dönemi etkileyen Birinci Endüstri Devrimi, İngiltere'deki dokuma tezgahlarının mekanikleşmesiyle etkisini göstermeye başlamıştır. Bu kapsamda, odunun yerine maden kömürünün ve buharın kullanılması; hareket gücünün artırılması, makinaların yaygınlaşmasında ve üretimin fabrikalara taşınmasında önemli bir rol oynamıştır. Eski model aile şirketleri ve küçük imalathaneler yerini büyük fabrikalara bırakmıştır. Aynı şekilde; buhar, kömür ve demirin enerji kaynağı ve hammadde olarak birlikte kullanılması, demir yolu gelişimine de hız kazandırmıştır. Bu sayede, makinalarla hem hammaddelerin, hem de daha çeşitli, hızlı ve çok miktarda üretilen ürünlerin uzak yerlere taşınması ve Endüstri Devrimi'nin Avrupa'da yayılması

sağlanmıştır. Avrupa'nın bu ürünleri pazarlayabileceği ve ayrıca yeni hammadde kaynakları elde edebileceği Orta, Yakın ve Uzak Doğu topraklarına yönelmesi ile uluslararası ilişkiler de etkilenmiştir. Birinci Endüstri Devrimi, İngiltere'deki tezgah işçiliğinin makinalaşmasını, üretim biçiminin ve buna bağlı olarak sosyoekonomik yapının değişmesini sağlarken; buhar gücü teknolojisinin basım işlerinde kullanılmaya başlaması da, kültür ve iletişim alanında farklı gelişmelere yol açmıştır. Birinci Endüstri Devrimi en çok İngiltere ve Avrupa'da etkisini göstermiştir.

2.2. İkinci Sanayi Devrimi

Endüstrileşmenin ikinci aşaması, temel hammadde ve enerji kaynaklarındaki değişikliklerle ortaya çıkmıştır. Buhar, kömür ve demirin yanı sıra; çelik, elektrik, petrol ve kimyasal maddeler de üretim sürecinde kullanılmaya başlanmıştır. 20. Yüzyıl'ın başlarına kadar İkinci Sanayi Devrimi'ni, petrol tabanlı içten yanmalı motorların kullanımı tetiklemiştir. Dünya, seri üretim kavramıyla tanışmıştır. Seri üretimin en bilinen ve çarpıcı örneklerinden biri, Henry Ford'un, Ford Motor Şirketi olmuştur. Henry Ford'un otomotivde seri üretim bandı sistemi ve fabrikaların elektrikle çalışır hale gelmesi de endüstrileşmeyi hızla geliştirmiştir. Birinci Sanayi Devriminde hakim olan demirin yerine çelik üretiminin geçmesi, demir yolu taşımacılığını ve ticareti hızlandırırken; telefon, radyo, daktilo, ucuz gazete kâğıdı gibi diğer yeni gelişmeler de haberleşme ve iletişimi şekillendirmiştir. Çeliğin en önemli yararı demiryollarında görülmüştür. Örneğin bu dönemde çelik sanayisinde gelişen demiryolları Birinci Dünya Savaşı'nda savaşan devletlere temel lojistik desteği sağlamıştır. Kentler hızla büyümeye, gelişmiş ülkelerde ailelerin iş ve konaklama mekânları da farklılaşmaya başlamıştır. Yaşam biçimleri önemli ölçüde değişmiş, siyasal ve ekonomik bakımdan güçlü merkezi devletler kurulmuştur. İkinci sanayi devriminin dünyadaki ana yürütücüleri İngiltere, Almanya, ABD ve Japonya olmuştur.

2.3. Üçüncü Sanayi Devrimi

1970'lerden bugüne kadar süren dönemde Üçüncü Sanayi Devrimi hakim olmuştur. İkinci Dünya Savaşı sonrasında; elektronik, bilgi ve iletişim teknolojilerinin gelişimiyle birlikte üretimin otomasyonu sağlanmıştır. Programlanabilir mantıksal denetleyici PLC'lerin

gelişmesi sonucunda, üretimde otomasyon ileri aşamalara taşınmaya başlamıştır. Bu dönemde; bilgisayar, mikro elektronik, fiber optik, lazer gibi teknolojilerin, telekomünikasyon, nükleer, biyo-tarım ve biyo-genetik gibi bilimlerin gelişimi, üretimin yönünü ve biçimini etkilemiştir. İletişim ve ulaşımdaki gelişmelerle, ticaret ve endüstri globalleşmiştir. Bu süreçte yaşanan en önemli gelişmelerden biri de, dünya kaynaklarının hızla tükenmesi ve sürdürülebilirlik kavramının gündeme gelmesi olmuştur. Enerji kaynağı olarak Birinci Endüstri Devrimi'nde kömür, su ve buhar gücü, İkinci Endüstri Devrimi'nde ise petrol ve elektrik ön plandaydı. Fakat Üçüncü Endüstri Devrimi'nde, yenilenemez kaynaklardaki sıkıntılar ve çevresel kaygılarla, güneş ve rüzgâr gibi yenilenebilir enerji kaynakları önemli hale gelmiştir.

2.4. Dördüncü Sanayi Devrimi veya Endüstri 4.0

Önceki sanayi devrimlerindeki gelişmelerin, daha önce mümkün olmayan yeniliklere imkân tanımasının yanı sıra, siber-fiziksel sistemler, nesnelerin ve hizmetlerin interneti gibi faktörlerin de etkisiyle, içinde bulunduğumuz Dördüncü Sanayi Devrimi başlamıştır.

Tablo 2.1 2006 ile 2011 yılları arasında sanayi malı satış gelirlerindeki değişimi göstermektedir (Ersoy A.R, 2016).

Tablo 2.1. 2006 ile 2011 yılları arasında sanayi malı satış gelirlerindeki değişimi (Milyar USD)

Ülke	2006	2011	Değişim (%)
Euro Bölgesi	550	620	13
ABD	280	280	0
Almanya	190	220	16
Rusya	10	15	50
Çin	170	580	241

Dünya tarihinde ilk kez üretim gücünü Doğuya kaptıran Batı bu tehditle mücadele etmek için odaklandığında rekabet edebileceği 3 unsur üzerinde durulmuştur (Ersoy A.R, 2016):

HIZ

• Daha kısa inovasyon döngüleri, daha kısa prototip döngüleri.

ESNEKLİK

• Bireyselleştirilmiş üretim

YÜKSEK VERİMLİLİK

• Daha azıyla daha fazlası

• Enerji verimliliği

• Gereksiz eylemler için robotlar

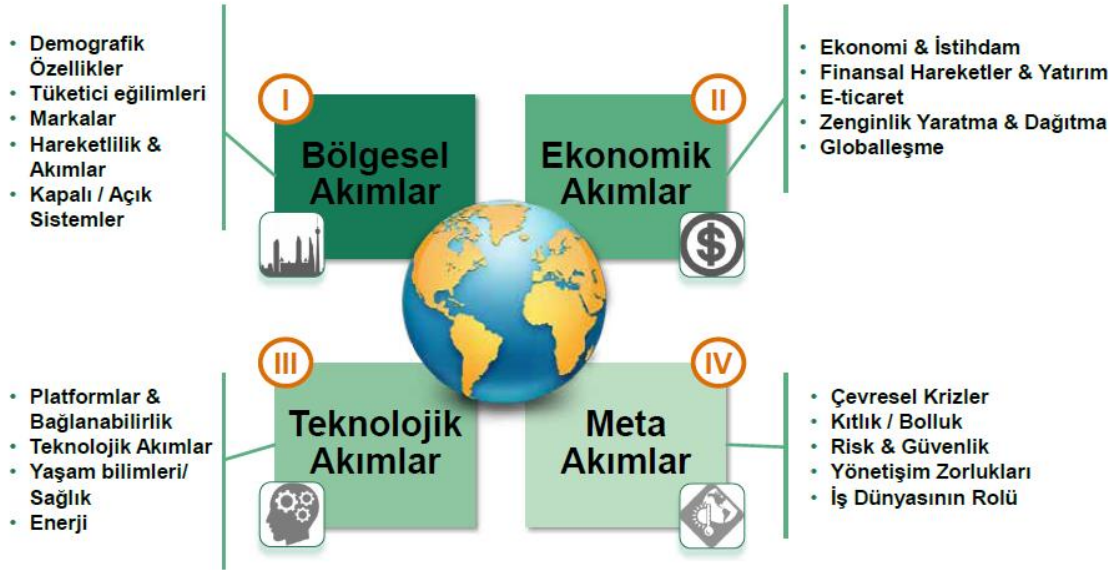
Hız sayesinde Doğu takip edemeden üretilen ürünlerin pazarlara ulaştırılması ve bir sonraki yeni ürünlerin yine taklit edilemeden pazara ulaştırılması mümkün olacaktır. Doğunun rekabet avantajı hat etrafına kurduğu insan gücü sayesinde aynı üründen büyük miktarlarda üretim yaptırabilmesinden kaynaklanmaktadır. Esneklik ile esnek hatlar kurulacak ve hattın tamamı durdurulmadan kişiselleştirilmiş ürünler üretilebilecek ve böylece rekabet gücü kazanılabilecektir. Verimlilik sayesinde ise daha azıyla daha fazlası üretilebilecektir. Tüm bunlarla Doğu'dan daha ucuza üretmek söz konusu olabilecektir. Yani teknolojinin gelişmesiyle insan devreden çıkacak üretimden pazara kadar olan sitem daha hızlı, esnek ve verimli çalışacağından üretim maliyetleri azalacaktır. 4. Sanayi devrimi ve Endüstri 4.0, üretimi sayısallaştırma için Alman Hükümetinin yüksek teknoloji stratejisiyle başlatılan bir projeye dayanmaktadır (Lee ve ark. 2013).

1970'lerin yağsız devrimini, 1990'ların dış kaynak kullanım fenomenini ve 2000'li yıllarda başlayan otomasyonu izleyen modern üretimdeki dördüncü büyük değişim Endüstri 4.0'dır (Baur ve Wee, 2015).

Bu kavram farklı ülkelerde farklı kavramlarla ifade edilmektedir. Örneğin konuyu ilk kez 2011'de Hannover Fuarında Dünya'ya duyuran Almanya çoğunlukla Endüstri 4.0 olarak, ABD çoğunlukla Akıllı Üretim Sistemleri olarak kullanmaktadır. Bu çalışmada yapılan literatür incelemeleri ve internet araştırmalarına göre bu değişim en fazla Endüstri 4.0 olarak ifade edilmektedir. Endüstri 4.0 genel hatlarıyla; sadece bir üretim hattının, bir faaliyetin değil, bir şirketin/kurumun bütün çalışma ve süreçlerinin dijitalleşmesi olarak tanımlanabilmektedir (Sung T.K., 2017) Birbirine bağlı işlerin/süreçlerin iletişim halinde olduğu, internet üzerinden iletişim kuran nesnelerin veri toplayıp üretim/hizmet sürecini tamamen değiştirdiği, makinaların insanlarla etkileşimini ön plana çıkaran bir değişimdir. Kendi kendini düzenleyebilen otonom üretim sistemleri ve nesnelerin internetine dayalı

kapsamlı ağ iletişimi ile desteklenen çözümler gündeme gelmektedir. Diğer bir deyişle; dünyayı çok daha verimli çalışan, çok daha nitelikli insan kaynağına ihtiyaç duyan, üretimi artırırken üretim süreçlerini de kolaylaştıran bir endüstri beklemektedir. Endüstri 4.0 ile ürünlerin pazara çıkış süreleri kayda değer oranlarda düşmekte, mühendislik giderleri azalmakta ve enerji tasarrufu sağlanmaktadır (Baur, C., Wee, D., 2015). Ayrıntılı tanımı ve ilişkili teknolojileri ve kavramları takip eden bölümde anlatılmak üzere Endüstri 4.0 genel olarak üç önemli bölümden oluşmaktadır. Birincisi; üreticiler ve üreticiler tarafından kullanılabilecek verileri toplayabilen sensörler gibi Nesnelerin Interneti ve Siber Fiziksel Sistemlerdir. İkincisi, Büyük Veridir. Üçüncüsü, bunları destekleyen ve ağır endüstriler tarafından kullanılabilecek kadar güvenli iletişim altyapılarıdır.

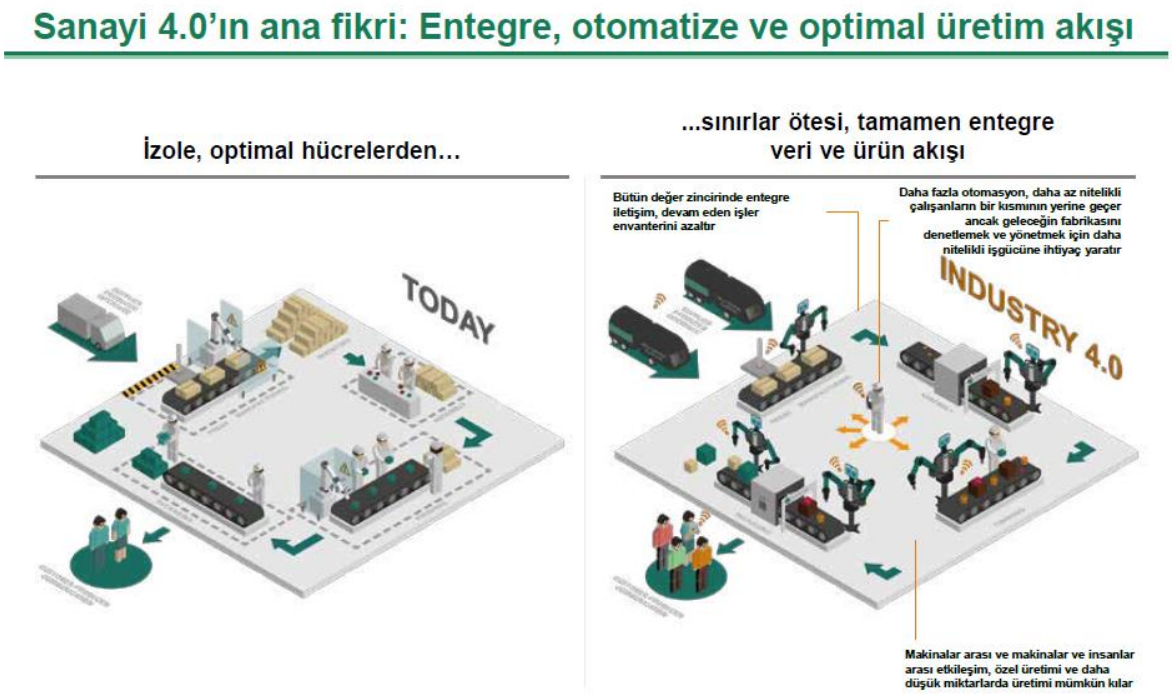
Sanayi devrimleri boyunca dört ana başlıkta toplanabilecek birçok akım, iş dünyasındaki paradigmalarda kökten değişikliklere yol açarak, şirketlerin ve ülkelerin rekabet gücünü kapsamlı şekilde dönüştürmeye başlamıştır ve bugünkü sanayi devriminin temelleri atılmıştır (Şekil 2.2.). Bu akımları aşağıdaki şekilde özetlemek mümkündür:



Şekil 2.2. Dünyanın geleceğini şekillendiren akımlar (Kaynak BCG)

Bölgesel akımlar ülkeler arasındaki sosyal etkileşim ve ticarette artışa, ekonomik akımlar yükselen yeni güçlü ekonomiler ve finansal kaynak akışları ile artan küreselleşmeye, teknolojik akımlar, artan ağ bağlantıları ve platform teknolojilerinin gelişmesine, meta akımlar, giderek kıtlaşan kaynaklar, çevre ve güvenlikle ilgili artan kaygılara yol açmıştır.

Bu akımlar; sensörlerin, üretim araçlarının ve bilgi teknolojilerinin birbirine artarak bağlandığı sistemlere zemin hazırlayarak, tek bir şirketin ötesine geçen endüstriyel değer zincirleri oluşturmuşlardır. Siber-fiziksel adı verilen bu yeni bağlaşık sistemler, standart internet tabanlı protokoller kullanarak birbirleriyle etkileşebilmekte ve hataları öngörmek, parametreler tanımlamak ve değişen şartlara uyum sağlamak amaçlarıyla verileri analiz edebilmektedir. Endüstri 4.0 döneminde bu sistemlerin yaygınlaşarak, daha hızlı, esnek ve verimli süreçler oluşmasının sağlamasını ve daha yüksek kalitedeki malların, daha düşük maliyetle üretiminin mümkün hale gelmesi beklenmektedir. Bahsedilen yapısal değişiklikler sayesinde, üretimde verimlilik artarken sanayide büyüme hız kazanacak ve beraberinde işgücü profilleri değişecektir (Şekil 2.3.).



Şekil 2.3. Geleneksel üretim modellerinin Sanayi 4.0 ile değişimi (Kaynak BCG)

Endüstri 4.0'ın ayırt edici özelliği, üretim süreçleri içerisinde yer alan tüm araç ve makinaların sensörler ve internet aracılığıyla karşılıklı etkileşime geçerek üretimi eşzamanlı düzenlemeleridir. Üretim için gerekli verinin bulut sistemi içerisinde depolanacağı sanayinin bu yeni formunda mekan ve zaman katılıklarının aşılması öngörülmektedir. İleri mühendislik ve sistemler arası tam entegrasyonu içeren Endüstri 4.0 ile uluslararası alanda ucuz işgücüne dayalı rekabet yerine, yüksek katma değerli üretime dayalı rekabete geçilmesi beklenmektedir (Hinks J, 2015).

Endüstri 4.0 dört düzeyde tasnif edilmektedir (Şekil 2.4.):

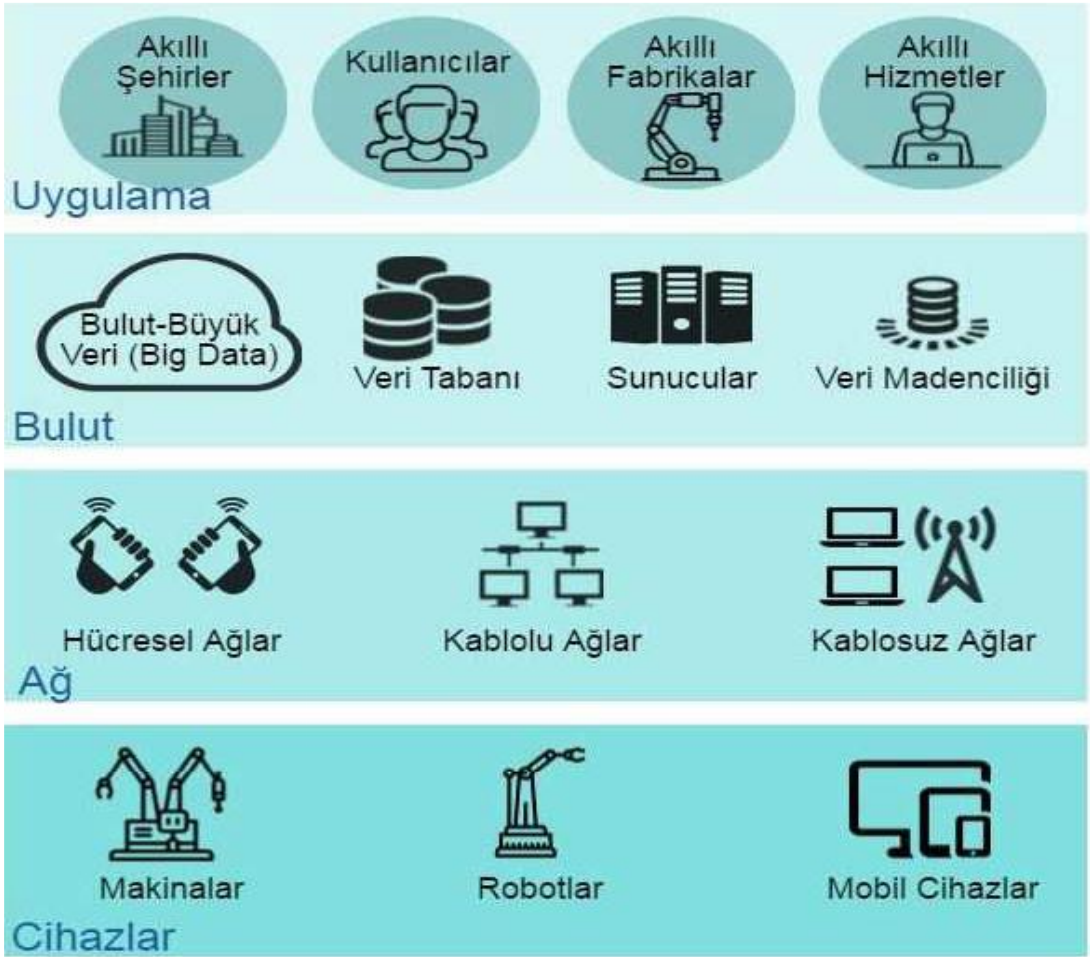
-cihazların bulunduğu fiziksel alan,

-iletişimi sağlayan ağlar,

-bulut sistemi içerisinde gömülü bulunan büyük veri ve

-sunucu sistemleri ile uygulama düzeyini gösteren akıllı fabrika, şehir, kullanıcı ve hizmetler.

Cihazlar ağlar aracılığıyla birbiriyle iletişime geçip senkronize olurken, üretim için gerekli bilgiyi bulut sisteminde bulunan veriden –veri madenciliği yoluyla- elde etmekte ve uygulama düzeyindeki "akıllı" tüketici, hizmet ve fabrikaları olanaklı kılmaktadır. (Alçın, 2016)



Şekil 2.4. Endüstri 4.0'ın genel görünümü (Alçın, 2016)

Bu bölümde sayılan sanayi devrimlerinin iki özelliği özellikle dikkat çekmektedir: (1) Devrimler arasındaki süreler kısalmaktadır. Tarım devrimi ile ilk sanayi devrimi arasında

yaklaşık 12 bin yıl süre geçmiştir. Endüstri 1.0 ile 2.0 arasındaki süre yaklaşık 80 yıldır. Bu süre Endüstri 2.0 ile 3.0 arasında 120 yıl, Endüstri 3.0 ile 4.0 arasında 70 yıldır. (2) İnsan emeğine ihtiyaç azalmaktadır. Her bir sanayi devrimi üretim yapılırken bir önceki üretim sistemine göre insan emeğine olan ihtiyacın daha da azalmasını sağlamıştır. (Eğilmez M., 2017). Aslında sanayi devrimleri insanı rutin işlerden uzaklaştırarak asıl önemli olan kısmıyla beyniyle ilgilenmeye odaklanmasıyla heyecan vericidir ve büyük bir gelişimdir. İnsanın doğasına uygun bir gelişimine odaklanmayı beraberinde getirmekte aslında insanı her alanda geliştirmektedir

3. ENDÜSTRİ 4.0 TEKNOLOJİLERİ

'Endüstri 4.0' kavramı 2011 yılında Almanya'da ortaya çıkmış olup günümüzde sağlayacağı ekonomik ve sosyal faydalar nedeniyle tüm dünyada yükselen bir eğilim olarak ele alınmaktadır (BTYK, 2016). **Endüstri 4.0** ya da 4. Sanayi Devrimi, birçok çağdaş otomasyon sistemini, veri alışverişlerini ve üretim teknolojilerini içeren kollektif bir terimdir. Bu değişim nesnelerin interneti, internetin hizmetleri ve siber-fiziksel sistemlerden oluşan bir değerler bütünüdür. Endüstri 4.0, bilgi teknolojileri sanal dünyası ile makinelerin fiziksel dünyasının İnternet aracılığı ile bütünleşmesiyle, endüstrinin hızla değişim geçirmesinin bir sonucudur. Endüstri 4.0, tüm endüstri alanlarının bilgi teknolojileri sayesinde sürekli artan entegrasyonun merkezinde yer almaktadır.

The Boston Consulting Group raporunda, Endüstri 4.0 olarak bilinen dijital sanayi teknolojisinin yükselişinin, dokuz temel teknolojinin ilerlemesiyle güçlenen bir dönüşüm olduğu ifade edilmektedir (Michael Rüßmann ve diğ, 2015). Bu 9 teknoloji aynı raporda aşağıdaki Şekil 3.1. ile gösterilmiştir (Michael Rüßmann ve diğ, 2015).

Şekil 3.1. Teknolojik ilerlemenin 9 ayağı (Michael Rüßmann ve diğ, 2015**)**

1-Nesnelerin İnterneti (Internet of Things, IOT, IoT)

2- Büyük veri ve analitik (Big Data and Analytics)

3- Eklemeli üretim (Additive manufacturing)

4- Bulut (Cloud)

5- Gelişmiş Robotlar (Advanced Robots)

6- Simülasyon (Simulation)

7- Artırılmış gerçeklik (Augmented reality)

8- Yatay ve Dikey Entegrasyon (horizontal/vertical integration)

9- Siber Güvenlik (Cyber-security)

Bu 9 teknolojinin aynı zamanda Türkiye'de ve Dünya'da Endüstri 4.0 konusunda en çok kullanılan ve tartışılan kavramlar olduğu görülmektedir.

Bu nedenle bu çalışmada Endüstri 4.0'ın daha iyi anlaşılabilmesi için takip eden bölümde öncelikle bu teknolojiler tanıtılmaktadır. Bu teknolojiler, kavramlar ve örnekler tanıtılırken web araştırmaları başta olmak üzere (Michael Rüßmann ve diğ, 2015), (EBSO Raporu,

2015), (Alçın, 2016), (TÜSİAD ve BCG, 2016), (Endüstri 4.0 Platformu, 2017) kaynaklarından yararlanılmıştır.

3.1. Nesnelerin İnterneti (Internet of Things, IOT, IoT)

Nesnelerin İnterneti-İnternet of Things (IoT) kavramının ilk olarak 1999 yılında Kevin Ashton tarafından kullanıldığı görülmektedir (Taşkan L, 2017). Ve öyle hızla büyümektedir ki, Gartner'ın yaptığı araştırmaya göre 2020 yılında yaklaşık 26 milyar ürünün bir şekilde internete bağlanılacağı tahmin edilmektedir (Kesayak B., 2017).

Akıllı bileklikler, akıllı saatler, akıllı gözlükler, akıllı tişörtler, akıllı raketler, ev otomasyon sistemleri, akıllı arabalar ve birçoğu, nesneler üzerine yapılan yatırımlarla, hepsi yakın bir zamanda Wi-Fi ve Bluetooth teknolojisi ile internete bağlanacaktır. Bağlanılamayan bölgelerde de Mark Zuckerberg'in Internet.org projesi altında hayatımıza dahil etmeyi planladığı drone'lar devreye girecektir. Akıllı ürünler de internete yakınlarında bulunan modemler dışında drone'lar sayesinde de girebilecek ve kullanıcılara bildirileri aktarabilecektir (Taşkan L., 2017).

Nesnelerin interneti; dijital ağa ve internete sahip olan nesnelerin, sanal bir kimlik kazanması yoluyla, çevreleriyle fiziksel ve sosyal bağlamda iletişim halinde olmalarıdır (Liffler, M., Tschiesner, A., 2013). Bir diğer tanım ise, nesnelerin, interneti aracı olarak kullanmaları vasıtasıyla birbirleriyle iletişim içerisinde olmaları ve işleri kendileri yönetmeleri şeklindedir. Nesnelerin interneti ile fabrikadaki/işletmedeki farklı birim yöneticileri, hangi konumda olurlarsa olsunlar, akıllı telefonları ve tabletleri aracılığıyla üretim sürecini anlık olarak tamamen yönetebileceklerdir. Üretim sürecinde istenmeyen herhangi bir gelişme olduğunda, üst yönetici tarafından, yine telefon veya tablet aracılığıyla üretim hemen durdurulabilecektir. Daha gelişmiş bir nesnelerin interneti sisteminin kullanıldığı bir fabrikada ise, üretim süreci makine ve robotlar tarafından yönetilecek, bir terslik söz konusu olduğunda süreç makineler veya robotlar tarafından otomatik olarak durdurulacaktır. Üzerlerine yerleştirilecek sensörler ve akıllı etiketler, tedarik zinciri boyunca ürünlerin kendini yönetmesini sağlayacaktır. Ürünlerin ne kadarının tüketicilere ulaştığı konusunda da, fabrika yönetimine anlık bilgi verilmesini sağlayacaktır. Makinelerin üzerinde yer alacak olan akıllı ölçüm cihazları ve sensörler,

nerede ne kadar enerji kullanılması gerektiğini ölçerek, optimum enerji düzeyini belirleyecek ve gereksiz enerji kullanımını da engelleyecektir. Günümüzde bir üreticinin sensörlerinin ve makinelerinin kısıtlı bir kısmı bir ağa bağlıdır ve yine kısıtlı bir kısmı gömülü bilgi işlem uygulamalarını kullanmaktadır. Ancak, Nesnelerin İnterneti ile bazen tamamlanmamış ürünler de dahil olmak üzere daha fazla cihaz gömülü bilgi işlem ile zenginleştirilecek ve standart teknolojiler kullanılarak birbirlerine bağlanabileceklerdir. Bu, alan aygıtlarının birbirleriyle iletişim kurmasına ve birbirleriyle etkileşime girmesine ve gerekirse daha merkezi denetleyicilerle etkileşime girmesine izin vermektedir (Michael Rüßmann ve diğ, 2015), (EBSO Raporu, 2015), (Alçın, 2016), (TÜSİAD ve BCG, 2016). Internet of Things (IoT) kavramı konuşulurken günlük hayatımızdaki birçok "nesne" hali hazırda internete bağlanabildiği gibi tüm nesnelerimizin tekil olarak internete bağlanmalarının da hiçbir anlam ifade etmeyeceği unutulmamalıdır. IoT kavramının oluşturması gereken algı, nesnelerin internete bağlanmasından çok; nesnelerin internet yöneliminde evrimleşmeleri ve bir araya gelerek cihaz ekosistemleri oluşturarak ürettikleri verilerle birlikte birbirileriyle sürekli etkileşim içerisinde olmalarıdır (Ayar, E.E., 2015).

3.1.1. Uygulama örnekleri

Hali hazırda birçok şirket zaten Internet of Things çözümleri ve ürünleri geliştirip pazarlamaktalar. Intel, geliştirme cihazları ve bulut altyapısı gibi konularda çalışmalar yaparken IBM ise akıllı şehirler konusunda örnek çalışmalar yapmaktadır. Diğer bir taraftan IoT dünyası şu anda çözüme ve ürüne aç bir durumda olduğundan birçok girişimci; crowd-funding (kitlesel fonlama) web siteleri aracılığıyla (Indiegogo, Kickstarter gibi) fikrini prototip aşamasından ürün aşamasına geçiriyor. IoT dijital devrimi yolunun neresinde olduğunu net olarak görebilmek için hali hazırda aktif durumda olan Internet of Things ürünlerinden bazıları aşağıda sıralanmıştır:

Amazon Echo: "Akıllı hoparlör" diyebileceğimiz ancak daha çok yaşam asistanı şeklinde bir görevi yerine getiren bir üründür (Şekil 3.2). Ortamdaki sesi sürekli olarak dinleyerek komut ve istek bekleyen Amazon Echo, ortamdan bir komut yakaladığında bu komutu gerçekleştirip sonucunu da dahili hoparlörü üzerinden seslendirerek sizinle "konuşmuş" oluyor. Günlük yaşantınızın içerisindeyken Amazon Echo'ya seslenerek (Bu seslenme "Alexa" ismiyle yapılıyor.) merak ettiğiniz şeyi sorup anında cevap alabiliyorsunuz. Resmi

tanıtım videosundan örneklemek gerekirse: “Alexa, rock müzik çalar mısın?” ya da “Alexa, alışveriş listesine ambalaj kağıdı ekler misin?” gibi komutlar verebiliyorsunuz. Arkasındaki çok güçlü speech-to-text (sesi metne çevirme) teknolojisi sayesinde dinlediği tüm ortam sesinden komutları başarılı bir şekilde ayıklayabiliyor. Amazon Web Services bulut servisine bağlı olarak çalışan Amazon Echo, ilettiğiniz komutun yanıtını bulut sunucu üzerinden karşılıyor. Android ve iOS uygulamaları da bulunan Amazon Echo’yu bu sayede mobil cihazlarınız ile entegre kullanabiliyorsunuz.

Şekil 3.2. Amazon Echo

NEST Thermostat & NEST Protect: NEST, iPod’un yaratıcısı olan Tony Fadell tarafından kurulan ve yakın zamanda da 3,2 milyar dolara Google tarafından satın alınan, akıllı ürünler geliştiren bir şirket. Şirketin başında iPhone ve iPad ile dünyada yaşanan mobil kırılmanın temellerini atan iPod’un babasının olması, Google’ın bu satın almasına ayrı bir anlam katıyor tabi ki. NEST’in şu anda aktif olarak satışı süren 2 ürünü var; NEST Thermostat ve NEST Protect. (Şekil 3.3)

Şekil 3.3. Nest

Hapifork: Bir akıllı çatal olan Hapifork, hızlı yediğinizde ya da gün içerisinde fazla yemek tükettiğinizde sizi uyarıyor ve düzenli beslenmenize destek oluyor.

Micoach Akıllı Top: Adidas markası altında çıkan bu akıllı top ile attığınız kaç penaltının gol olduğunu, kaç kilometre hız ile vurduğunuzu ve hangi ayakla kaç gol attığınız gibi bilgileri uygulama sayesinde takip edebiliyorsunuz. Ayrıca arkadaşlarınızla karşılaştırma da yapabiliyorsunuz (Şekil 3.4.).

Şekil 3.4. Micoach Akıllı Top

Smart Things: Akıllı evler için şu anda en fazla tercih edilen ürünlerden biri Smart Things. Ürünü akıllı telefonunuz üzerinden desteklenen cihazlarla entegre ederek, sabah uyandığınızda kahveniz yapılmaya başlanabilir ya da eve geldiğinizde ışıklar veya müzik sistemi otomatikman açılabilir.

Babolat: Bir akıllı raket olan Babolat; tenisçilerin topa vuruş hızlarını, vuruş açılarını ve hangi elle / stille vurduklarını takip ediyor. Ardından da uygulama üzerinden istatistikleri anlık olarak kullanıcıyla buluşturabiliyor.

Edyn: Bahçeler için geliştirilmiş bir akıllı ürün olan Edyn, toprağa ne ekmeniz, nasıl ekmeniz ve toprağı hangi aralıklarla sulamanız gerektiği konusunda önerilerde bulunuyor (Şekil 3.5).

Şekil 3.5. Edyn

Dropcam: Nest'in bu yıl içerisinde 555 milyon dolara satın aldığı Dropcam, evinizi kurulan kameralarla akıllı telefon ya da PC üzerinden izleme imkanı sunuyor. Kameraların içerisinde ayrıca zoom yapabilme özelliği de mevcut ve çekilen görüntüler buluta kaydediliyor.

Philips Hue: Kurulumunu basit bir şekilde eski lambalarınızı söküp yerlerine yeni Philips Hue lambaları taktıktan sonra, hub modemini de internete bağlayarak tamamlamış oluyorsunuz ve artık evinizdeki tüm lambalar telefonunuz üzerinden ya da internet üzerinden 3. parti uygulamalar ile yönetilebilir hale geliyor. Standart lamba kullanırken, her aktivitenizi aynı ışık altında gerçekleştiriyor olmanızın aksine, Philips Hue kullanarak kitap okurken, çalışırken ya da uyurken aktivitenize en uygun ve size en iyi şekilde yardımcı olacak ışığı seçebiliyorsunuz. Ayrıca ışıklarınızın uzaktan kontrolünü sağlayabildiğiniz gibi, entegre uygulamalar ile odanızı o anda çalmakta olan müziğin temposuna ve ambiyansına uygun bir ışıklandırmayla süsleyebiliyorsunuz.

Evinize kuracağınız bir Hue modemi ile 50'ye kadar lambayı sisteminize dahil edebiliyorsunuz. Modemler ile lambalar arasındaki iletişimde Zigbee protokolünü kullanan Hue için ayrıca kablosuz switch'ler ve ek araçlar da geliştirilmiş durumda. Ayrıca geliştiricilere API ve SDK imkanı ile geniş olanaklar tanıyan Hue ile yazacağınız uygulamaları Philips Hue ile iletişim kurabilir hale getirebiliyorsunuz (Şekil 3.6).

Şekil 3.6. Philips Hue

Maid Oven: İnternete bağlı, üzerinden hazır tariflere erişilebilen ve bu tariflerdeki yemekleri hazırlamak için size yardım eden, tüm hazırlama ve pişirme süreçlerini ayrıca mobil cihazlarınız üzerinden kendi uygulamasıyla kontrol etmenize olanak tanıyan, ayrıca sesli kontrol özelliğine de sahip bir aşçı asistanı, tam anlamıyla da bir "internet fırını". Sürekli güncellenen tarif arşivinde gezinip, kendi tariflerinizi oluşturabiliyor ve bunu da kendi Maid profilinizde direkt olarak Maid fırının üzerinden paylaşabiliyorsunuz, ayrıca tariflerini beğendiğiniz kişileri takip edebiliyorsunuz. Bu anlamda bir sosyal ağ görevi görüyor diyebiliriz. Diğer taraftan, bu girilmiş tariflerin içerisindeki hazırlama süreçlerini size adım adım yaptırıp sonrasında o tarife tanımlanmış pişirme ve bekleme süreleri programlamasını da otomatik olarak kendisi yapıyor. Oldukça çekici bir tasarıma ve başarılı bir altyapıya sahip Maid Oven, gözlerimizin merakla aradığı yeni nesil teknolojik fırın ihtiyacımızı fazlasıyla gideriyor. Ayrıca yaptığınız yemeklerdeki kalori hesabını da kendi içerisinde saklayan Maid Oven ile günlük, haftalık ve aylık bazdaki kalori tüketiminizi izleyebiliyorsunuz (Şekil 3.7).

Şekil 3.7.Maid Oven

Bluesmart: Dünyanın ilk akıllı valizi olarak tanımlabilir. Indiegogo üzerinden fon toplanarak geliştirilmesine başlanan Bluesmart, kampanyaya 50 bin dolar hedefiyle başlıyor ve 1,7 milyon dolar fona ulaşarak gelmiş geçmiş en başarılı kitle- fonlama kampanyalarından biri oluyor. Öncelikle çok şık bir valiz olan Bluesmart; içerisindeki dijital kilit ve mesafe algılayıcısıyla siz yanından uzaklaştığında kendisini otomatik olarak kilitleyebiliyor, dahili tartısı ile valizinizin ağırlığını ölçüp uçuşunuzdan önce check-in esnasında size yardımcı oluyor, konum takibi sayesinde uçuşunuzda valiziniz kaybolduğunda ya da çalındığında size çözüm sunmuş oluyor, dahili şarj modülü kendi üzerindeki bataryayı kullanarak ile telefonunuzu 6 sefere kadar şarj edebilmenize olanak sağlıyor (Şekil 3.8).

Şekil 3.8. Bluesmart

Artmakta olan Internet of Things uygulamaları ve ürünleri her ne kadar görevlerini fazlasıyla yerine getiriyor da olsalar, “cihazlar ekosistemi” nin oluşması hiç de kolay olmayacaktır. Bu ekosistemi kendimizin oluşturmasında yardımcı olan bir kavram olan

IFTTT'den kısaca bahsetmek gerekirse; http://ifttt.com adresinden ulaşabilen servis "Bırakın internet sizin için çalışsın!" sloganıyla çalışıyor. IFTTT ile kısaca; web ve sosyal medya servisler, cihazlar, hava durumu, mobil cihaz verileri ve çok daha fazlasıyla alakalı tüm hareketler birbirine atanabiliyor ve birbirini tetiklettirebiliyor. Telefon belli bir bölgeye girdiğinde mobil interneti kapatıp WLAN bağlantısını açtırılabiliyor, Whistle ile köpeğin aktivitesinde bir problem olduğunda veterinere SMS attırabiliyor ya da evin olduğu caddeye adım atıldığında NEST termostatın sıcaklığı yükselttirilebiliyor. Site üzerinde "Bu olursa bunu yap." tarzında koşul cümleleri ile birbirini tetikleyecek etkileşimler oluşturulabilmekte, bunlara "recipe" yani "tarif" denilmektedir. Kişi kendi tariflerini oluşturup paylaşabilmenin yanında diğer kullanıcıların oluşturduğu tarifleri de inceleyip kendisi için çalıştırabilmektedir. Oluşturacak tetiklemeler, kurulacak ekosistem ve hayatı otomatikleştirecek tüm bu etkileşimler tamamen kişinin hayal gücüne kalmış durumdadır.

IFTTT'in çalışma şeklinde gözatılacak olursa, ilk T "trigger" anlamına geliyor, ilk durumun seçimi burada yapılıyor, farklı servisten/cihazdan tetikleme oluşturulabiliyor. İçlerinde Facebook, Youtube, Instagram gibi popüler web servislerinin yanında; NEST, Philips Hue gibi Internet of Things ürünleri, Android/iOS notification, location gibi mobil kanallar da mevcut. Bu seçimi yaptıktan sonra bu duruma karşılık gerçekleşecek "action" seçimini yapılıyor, tarif aktifleştirildiğinde artık etkileşim gerçek zamanlı olarak çalışır hale geliyor.

3.1.2. Kullanım alanlarına göre nesnelerin interneti

<u>Çevre</u>

-7 küsur milyarlık nüfusu ile dünya, doğal kaynaklarının yönetimi olarak büyük bir problem haline geliyor. Nüfus artışına bağlı çevreyi korumak ise daha komplike bir hal alıyor, fakat IoT; temiz su, hava kirliliği, katı atık depolama sahası ve orman kaybı gibi problemlere çözüm üretmek için eşsiz fırsatlar sunuyor. Sensör tabanlı cihazlar çöp ve kanalizasyonlarda veri topluyor; aynı şekilde şehir dışında-ormanlık alanlarda; göl ve nehir yataklarında işlevsel durumdalar. Çevreye bağlı tehditlerin bazıları kompleks olabiliyor,

fakat IoT bunun için burada diyebiliriz. En azından sorunu teşhis edip, ölçümlemek IoT sayesinde mümkün.

-Air Quality Egg adında bir cihaz ile ofis ve yaşam alanlarındaki hava kalitesini ölçümleyebiliyorsunuz. Aynı teknolojinin geniş ölçekte kullanılarak şehrin sakinlerine havayı ne kadar kirlettikleri öğretilebilir, daha geniş ölçekte global bir farkındalık yaratmak da mümkün.

-Güneş panelleri ile çalışan BigBelly adlı bir çöp konteynırı dolduğu zaman temizlik görevlilerine haber gönderiyor. Konteynırın boyutunun/kapasitesinin değiştirilmesi gibi işlemler; çöp kutularının hareketlilik seviyesini kontrol ederek gerçekleştiriliyor.

Tarım

-IoT, tarımsal üretimi arttırmak için her adımın gözlemlenebildiği akıllı tarlalar kurulmasına olanak sağlıyor. Buna ek olarak, gıda güvenliği açısından IoT'nin sunduğı veri tabanlı çözümler tüketicilere yedikleri yemeğin dahi takibini yapabilme seçeneği sunuyor.

-Waterbee adıyla geliştirilen akıllı sulama sistemi, sensörler yardımıyla su tüketimini azaltma ve toprağın durumu hakkında bilgi verme konusunda kolaylık sağlıyor. Sistem, topladığı veriyi analiz edip, sulama sisteminin kurulduğu alandaki toprağın ihtiyacına göre sulama işlemini gerçekleştiriyor.

-Z-Trap adlı cihaz ile çiftçiler bölgedeki böcek popülasyonunu takip edip, ürünlerini koruyabiliyor.

Enerji

-Nüfus ve talep artışına bağlı olarak, global enerji tüketiminin önümüzdeki 30 sene içerisinde %50 civarında artacağı ön görülüyor. IoT'nin bu konuda da faydalı olacağından şüpheniz olmasın. IoT, global enerji sorununa; temiz enerji teknolojileri üreterek ve hali hazırdaki ürünlerin verimliliğini optimize ederek katkıda bulunacak.

– Ev ve ofis ortamında kullanabileceğiniz termostat (Nest), aydınlatma sistemleri (Philips Hue), kuru temizleme makineleri (Whirlool) gibi hali hazırda enerji tüketimini optimize eden cihazlar.

Kamu Düzeni ve Güvenliği

-Kamu düzeni ve güvenliği devletin en önemli sorumluluk alanlarından biridir. Nesnelerin interneti, kamu güvenliğini artırmak amacıyla devlet kurumlarına yardımcı olabilmektedir. Örneğin; ani kalp durması gibi bir rahatsızlık geçiren birinin durumunda; müdahale yapılmadan geçen her dakika kurtulma oranını düşürür. İster doğal afet, isterse de medikal öncelik gerektiren bir durum olsun; birbirleri arasında çabucak bilgi transferi yapan cihazlar, acil durumlarda yardımcı olacaktır.

-Köprülerde zamana bağlı olarak oluşan yapısal değişiklikleri ve buna bağlı olarak köprünün sağlık durumunu, çeşitli sensörler yardımıyla gözlemlemek mümkündür. Güney Kore'de Ekim 1984'de trafiğe açılan Jindo köprüsü (Şekil 2.10) Jindo köprüsü Jindo Adası ile ana kıtayı birbirine bağlamaktadır ve üzerinde bulunan 600'den fazla sensör ile dünyanın tam otomatik ilk köprülerinden biridir. Bu tarz sistemler tehlike anında, köprü mühendislerine mail ya da mesaj da gönderebiliyor.

Şekil 3.9. Jindo Köprüsü

Türkiye'den Örnekler

Türkiye'de ise yavaş yavaş gelişmekte olan Internet of Things konsepti altında en bilinen markalardan biri Ingenious. Intel Challenge Turkey 2013 yarışmasının da kazananı olan Ingenious sayesinde, evinizde bulunan tüm uzaktan kumandalı cihazları akıllı telefonunuz veya tabletiniz üzerinden kontrol edebiliyorsunuz. Ayrıca soketleri sayesinde de ev içerisindeki aydınlatma sistemlerini de kolaylıkla programlayabiliyorsunuz.

Sade Grup'un sade.io adı altında geliştirdiği ürünler, Reengen firmasının enerji alanında yaptığı çalışmalar, sensörlerle çalışan Makey ve Tabtoy gibi ürünlerde nesnelerin interneti alanında ülkemizde takip edilmesi gereken ürünlerden. Pubinno, Cosa, IVEN ve Arçelik'in de bu alanda girişimleri bulunmakta. Giyilebilir teknoloji alanında da Turkcell'in T-Fit adındaki yerli akıllı bileklik, belli mağazalarda satılmaktadır (Şekil 2.9). İlk giyilebilir mouse olan Flying Fingers'ın da şu an Gold ve n11 mağazalarında satışı bulunmakta.

Şekil 3.10. Turkcell Akıllı Bileklik – T-Fit

IVEN Bulut Platformu

IVEN, 2014 yılında Netaş Wesley Clover Teknoloji Fonu'nun yatırımıyla kurulmuştur. Kısa sürede hızla büyüyen şirketin İstanbul'daki ofisinin haricinde ABD ve Kanada'da ofisleri bulunuyor.

IVEN, hem şirketlerin cihazlarını bağlantılı hale getiriyor, hem de bu cihazlardan elde edilen verilerin depolanması ve cihazların takip ve kontrol edilebilmesi için bir bulut hizmeti sunuyor. Şirketlerin IVEN Bulut Platformu'ndan faydalanabilmeleri için öncelikle cihazların IVEN Bulutu ile uyumlu hale getirilmeleri gerekiyor ve bu da cihazın yazılımına eklenen IVEN SDK ya da RESTful API sayesinde gerçekleştiriliyor. Bununla birlikte IVEN Bulutu'nun desteklediği programlama dilleri arasında C, C++, Java, Scripting, Python ve Ruby yer alıyor.

Cihazlar bağlantılı hale getirilip IVEN Bulut Platformu'na bağlandıktan sonra, cihazlar ve cihazlardan toplanan veriler kolaylıkla, gerçek zamanlı olarak takip edilebiliyor. Bu sayede cihazda oluşan ya da oluşabilecek sorunlara anında müdahale edilebiliyor. Ayrıca cihazlardan elde edilen veriler, analiz edildikten sonra şirketin iş stratejisini belirlemeye yardımcı olabilir. Bu sayede de iş süreçleri hızlanıyor ve verimlilik artıyor.

IVEN'in müşterileri arasında Arzum, Vestel ve ABD merkezli Encore Networks gibi şirketler bulunuyor. Örneğin IVEN, Arzum ile gerçekleştirdiği projede Arzum'un Okka Türk Kahvesi Makinesi'ni bağlantılı hale getirmesini ve bulut platformuna entegre etmesini sağladı. Böylece Arzum, iş modelini değiştirerek ürün odaklı modelden servis odaklı modele geçiş yaptı.

3.2. Büyük Veri ve Analitik (Big Data and Analytics)

2000'li yıllarda büyük veri üç bileşenli karakterize edilir ve 3V ile gösterilirdi (Laney D., 2001). Volume, Velocity and Variety, (Hacim, Hız, Veri Çeşitliği). Günümüzde veri kavramına 2 bileşen daha ilave ederek 5V ile ifade edilmeye başlanmıştır (Biehn N.,). Viability, Value, Bu yeni iki boyut: Viability: Veri doğruluğu, veri güvenliği, işletmelerin, veriye güvenerek kritik karar almaları, Veri değeri, Veriden bilgi üretebilmedir. En önemli bileşendir ve verinin önemini belirler. Böylece bu kavramlar Büyük Veriyi gündeme getirmiştir.

Nicole Tesla, 1926 yılında “Gelecekte insanlar, cebine sığabilecek kadar küçük bir cihazla, uçsuz bucaksız miktardaki veriye ulaşabilecek ve analiz edebilecektir” sözüyle büyük veriye işaret etmiştir. Büyük Veri (Big Data); şirketlerin büyük veri yığınlarıyla ve verilerin depolanmasıyla baş etmek için gereksinim duydukları teknolojik araçlar ve süreçlerdir. Yapılandırılmış (structured) ve Yapılandırılmamış (unstructured) verilerden meydana gelir. Yapılandırılmış veriler: ürün, kategori, müşteri, fatura, ödeme vb., Yapılandırılmamış veriler: tweet, paylaşım, beğeni (like), e-posta, video, tıklama vb dir. Elektronik Veri Ölçü Birimi byte (B), kilobyte (KB), megabyte (MB), gigabyte (GB), terabyte (TB), petabyte (PB), exabyte (EB), zettabyte (ZB), yottabyte (YB) olarak karşımıza çıkmaktadır. Büyük veri miktarları terabyte, petabyte, exabyte, belki zettabyte seviyesinde bile olabilir. 2000 yılında tüm dünyada 800,000 petabyte büyüklüğünde veri saklandı. 2020 yılında bu verinin 35 zetabyte olacağı tahmin edilmektedir. Örneğin Twitter her gün 7 TB, Facebook 10 TB ve bazı kurumlar her gün her saat TB’larca veri saklamaktadır. Big Data etkin bir şekilde verileri analiz edip işlemek için; A/B testleri, yapay zeka sistemleri, dil işleme süreçleri, gelişmiş simülasyon gibi olağanüstü teknolojilere ihtiyaç duymaktadır.

Büyük veri; toplumsal medya paylaşımları, ağ günlükleri, blog, fotoğraf, video, log dosyaları vb. gibi değişik kaynaklardan toparlanan tüm verinin, anlamlı ve işlenebilir biçime dönüştürülmüş biçimi olarak da tanımlanmaktadır. Büyük veri; web sunucularının logları, internet istatistikleri, sosyal medya yayınları, bloglar, mikrobloglar, iklim algılayıcıları ve benzer sensörlerden gelen bilgiler, GSM operatörlerinden elde edilen arama kayıtları gibi büyük sayıda bilgiden oluşmaktadır.

Şirketlerin %87’si yatırım geri dönüşlerini (ROI) efektif olarak ölçebilmek için doğru veriyi analiz etmenin büyük önem taşıdığını belirtiyor. Büyük veri araçları, neredeyse sonsuz sayıdaki veri yığınını dağıtılmış sistemler (özel veri tabanları, sunucular vb.) kullanarak analiz ediyor ve ihtiyaç duyulan bütün bilgilerin çok daha hızlı ve doğru bir şekilde elde edilmesini sağlıyor (Ersel M., 2017).

Gartner‘ın yaptığı bir araştırmada şirketlerin %73‘ünün büyük veriye ya yatırım yapmış, ya da önümüzdeki iki sene içinde yatırım yapmayı planladığı görülüyor.

Veriler gün geçtikçe hızla büyümeye devam ediyor. 2020 yılına gelindiğinde, yeryüzündeki her bir insan için saniyede ortalama 1.7 Megabyte'lık yeni bilgi yaratılacak. McKinsey'nin perakendicilerle yaptığı çalışmaya göre, Big Data'yı verimli bir şekilde kullanan perakendicilerin faaliyet karlarını %60 oranında artırdığı görülüyor.

Big Data'dan yararlanarak, pazar, müşteri ve daha birçok farklı alanla ilgili bilgiye detaylı olarak ulaşan şirketler, ürünlerini ve operasyonlarını en efektif şekilde geliştirip, çok daha hızlı ve güvenilir şekilde büyümeye devam edebiliyorlar.

3.2.1. Büyük veri uygulama örnekleri

Pizza satışları

Büyük bir fast-food zinciri, büyük veri için hava durumu tahminlerini kullanıyor. Hava durumu tahminlerinden yola çıkarak hangi bölgelerde eve pizza siparişlerinin daha fazla arttığını keşfediyor. Haliyle bu bilgiyi kullanarak yağışlı günlerde ekstra promosyonlar yapıyor ve satışlarında % 20 civarında artış sağlıyor.

Şemsiye satışları

Bir perakende zinciri de hava durumu verisini müşteri alışveriş alışkanlıkları ile birleştiriyor. Böylece yağışlı günlerde mağazanın hemen giriş kısmına koyulan şemsiyelerin daha çok sattığını, diğer günlerde ise kasa kenarına konulması gerektiğini keşfediyor. Mağaza daha birçok ürünü ile yağış, müşteri kitlesi, moda renkler vs korelasyon yaparak mağaza içi reyon düzenini otomatik değiştiriyor.

Futbol

Almanya ve hemen ardından İspanya'da farklı takımların teknik direktörleri büyük veri ve Google Glass kullanarak futbolcuların maç içerisindeki performanslarını antrenman ve daha önceki maçlar ile kıyaslıyor. Futbolcunun şut, pas, koşu ve benzeri istatistikleri ile o

maçın anlık durumuna bakıyor. Eğer işler iyi gitmiyorsa anında değişiklik talimatı veriyor. Tüm bu veriler de yine birikmeye devam ediyor.

Kanser tedavisi

Kanser araştırmaları konusunda büyük veri müthiş bir hız kazandırıyor. Tüm dünyadaki farklı kanser hastalarından elde edilen MR ve tarama bilgileri ortak havuzda toplanıyor. Yapılan tedavi yöntemleri ile elde edilen başarılar karşılaştırılarak, hastaya özel genetik tedavilerin ortaklaştırılmasına çalışılıyor.

Daha az yakıt tüketimi

Boeing 787 tek bir uçuşta yarım terabyte veri üretiyor. Uçak üzerinde bulunan 140 bin adet sensör bu verileri üretirken, elde edilen veriler, hava durumu, uçuş yüksekliği ve yol mesafesi hesaplanarak anlık olarak rota, hız ve irtifa verileri değiştirebiliyor. Tek bir uçuşta bile yüksek oranda yakıt tasarrufu sağlanıyor.

Büyük Veriden Yararlanan Büyük Şirketlerden bazılarına aşağıda yer verilmiştir (Ersel M, 2017):

Netflix

Şekil 3.11.Netflix

Dünyanın en çok kullanılan film ve dizi izleme platformu Netflix Big Data'yı, geniş ve hazır bir kitle tarafından benimseneceğinden emin olduğu dizi ve filmleri yaratmak veya satın almak adına kullanmaktadır. Uluslararası izlenme alışkanlıkları hakkındaki veri ve analizlerden yararlanan Netflix, böylece platformlarındaki içeriklerin kullanıcılarının çok seveceği içerikler olacağından emin olabiliyor. Narcos, House of Cards, Black Mirror ve Westworld gibi Netflix'in kendi ürettiği dizilerin de başarısı, aslında Big Data'yla da alakalı!

UPS

Şekil 3.12 UPS

46.000'den fazla araçta kullandığı büyük veri odaklı telematik sensörlerle hız, yön ve diğer sürücü performans parametrelerini izleyen UPS, hem rotalarını, hem sürücü performanslarını, hem de müşteri memnuniyetini bilimsel verilerden yararlanarak güçlendiriyor.

Starbucks

Starbucks konuma dayalı veriler, sokak trafik analizi, demografik bilgi ve birçok farklı konuyla ilgili verileri analiz ederek nerelerde yeni Starbucks'lar açılması gerektiğini öngörebiliyor.

Şekil 3.13 Starbucks

Birçok yerde birbirine yakın konumlarda Starbucks'ların başarıya ulaşmasındaki en büyük sebeplerden biri de bu. Çünkü, hangi bölgelerde ikinci, üçüncü hatta dördüncü bir Starbucks'ın iş yapacağını kolayca analiz ettiklerinden, büyüme stratejilerini çok daha bilimsel şekilde gerçekleştirip, başarılarını şansa bırakmıyorlar.

British Airways

Şekil 3.14. British Airways

British Airways'e ait "Know Me" (Beni Tanı) programı, hali hazırda bulunan sadakat bilgilerini müşterilerin davranışlarından toplanan verilerle birleştiriyor. Bu iki bilgi

kaynağının kombinasyonunda, müşteri şikayetlerine çok daha sağlıklı geri dönüşler yapabilmenin yanında, verilerden alınan bilgilerle sunduğu kişiselleştirilmiş fırsatlarla müşterisi için daha pozitif bir deneyim yaratıyor. Aynı zamanda müşterilerinin sürekli olarak British Airways'i tercih etmelerini de böylece sağlamış oluyorlar.

Ebay

Şekil 3.15. Ebay

Ebay, müşterilerin her ne kadar derinlerde olursa olsun bütün kategorilerdeki ürünleri takip edebilmeleri için büyük veriyle geliştirilmiş "Feed" adında yeni bir ana sayfa yarattı. Böylelikle, özellikle koleksiyonerler olmak üzere müşterilerin ilgi alanlarında olan yeni ürünlerin listenin en üst sıralarında yer almasını sağlıyor. Kişiselleştirmeyle büyük veriyi birleştiren bu yaklaşım, müşterilerinin hem daha keyifli bir deneyim yaşamasına, hem de daha fazla ürün satın almasına neden oluyor.

AMEX

American Express büyük veri analizlerinden tüketici davranışlarını belirlerken yararlanıyor. Geleneksel iş zekası bazlı raporlamanın yerine geçmiş işlemleri 115 değişkenle analiz eden gelişmiş öngörü modelleri kullanıyorlar. Böylece, işletmelerin güncel finansal durumunu anlama, olası çalkantıları saptama ve müşteri sadakatlerini tahmin edebilme fırsatı buluyorlar.

Şekil 3.16 American Express

American Express büyük veri analizlerinden tüketici davranışlarını belirlerken yararlanıyor. Geleneksel iş zekası bazlı raporlamanın yerine geçmiş işlemleri 115 değişkenle analiz eden gelişmiş öngörü modelleri kullanıyorlar. Böylece, işletmelerin güncel finansal durumunu anlama, olası çalkantıları saptama ve müşteri sadakatlerini tahmin edebilme fırsatı buluyorlar.

Dell

Şekil 3.17 Dell

Dell, satışlarını arttırmak amacıyla sosyal medya verilerinden yararlanıyor. Sosyal medya kullanıcı adları, e-mail adresleri gibi verileri, geleneksel işlem kayıtlarıyla birbirine bağlayarak, mevcut ve potansiyel müşterilerini gerçek zamanlı olarak görüntülüyorlar. Bu bilgileri kullanarak kişiselleştirilmiş indirim teklifleri gibi satış arttırıcı teknikler kullanarak, şirket büyümelerini güçlendiriyorlar.

Aynı zamanda yeni kampanyalar yaratırken büyük veri analizlerinden alınan bilgiler ışığında ilerleyen Dell, başarıyı şansa bırakmayarak ilerlemeyi tercih ediyor.

Amazon

Şekil 3.18 Amazon

Amazon, müşterilerinin isimleri, adresleri, ödemeleri ve arama geçmişlerini kapsayan çok geniş çapta veriyi veri tabanında bulunduruyor. Reklam ve kişiselleştirilmiş ara yüz algoritmalarında kullandığı bu bilgilerle satışları arttırmanın yanında, aynı zamanda müşteri ilişkilerini geliştirirken de kullanıyorlar. Amazon destek hattı arandığı zaman, çağrı merkezi temsilcisi, arayan müşteriyle ilgili bütün bilgileri gördüğünden, çözümlerini daha hızlı ve verimli şekilde sunarak müşteri memnuniyetini en iyi şekilde sağlıyor.

Aynı zamanda veri analizleriyle hangi bölgede hangi ürünlerin satışının daha çok yapıldığını da analiz edilerek, önceden o bölgelerin depolarına ürünleri gönderme yöntemiyle, siparişlerin çok daha hızlı bir şekilde müşterilere ulaşmasını sağlayan Amazon, böylece Big Data'nın sağladığı fırsatları doğru şekilde kullanarak, müşterilerine daha güzel bir deneyim sağlarken, bir yandan da hızla büyümeye devam ediyor.

T-Mobile

Şekil 3.19 T-Mobile

T-Mobile, müşteri işlem ve etkileşim verilerini bir araya getirip analiz ederek müşteri dalgalanmalarını öngörüyor. Fatura, müşteri ilişkileri yönetimi ve sosyal medya kullanımı verileriyle ile ilgili dahili bilgiyi faydalı bir şekilde kullanarak müşteri kaybını yarıya düşürdüğünü iddia ediyor.

3.3. Eklemeli Üretim (Additive manufacturing)

Eklemeli üretim (3D Printing) belli bir malzemenin, plastik veya sıvı reçine gibi, üst üste eklenerek üretim yapılması anlamına gelmektedir. Başka bir ifadeyle, hızlı prototipleme ve 3 boyutlu baskı (3D Printing) yöntemi olarak etkin bir şekilde kullanılan teknolojilerin endüstri ile entegrasyonuna Eklemeli Üretim (Additive Manufacturing) denilmektedir. 3 boyutlu baskı ile daha çok prototip oluşturulmakta ve bireysel bileşenler üretmek için kullanılmaktadır. 3 Boyutlu veya 3D yazıcı; dijital 3 boyutlu bilgisayar verisini (üç boyutlu CAD çizim), elle tutulabilecek gerçek nesnelere dönüştüren bir makinedir. Endüstri 4.0 ile eklemeli üretim yöntemleri karmaşık ve hafif tasarımlar gibi küçük ölçekli özel ürünler üretmek için yaygın bir şekilde kullanılacaktır. Eklemeli Üretimle, sanal üç boyutlu bir CAD model üçgensel kafes yüzeyli bir modele (STL) dönüştürülür. Model, özel yazılımlarla katmanlara dilimlendikten sonra 3 boyutlu yazıcı vasıtası ile tabandan başlanarak katman katman fiziksel bir modele dönüştürülmektedir. Katmanlı üretim sayesinde, tasarımda büyük bir esneklik sağlanmaktadır. Üretimi mümkün olmayan ya da güç olan parçalar bu sayede kısa sürede kolaylıkla üretilmektedir.

Katmanlı Üretim sayesinde istenilenlere göre kısa sürede parça üretilebilmekte ve tasarım değişikliği için hiçbir maliyet ya da süre gerekmemektedir. Katmanlı üretim, tasarım sınırlarını kaldırmakta, karmaşık geometriler ve yapımı güç parçalar hatta kalıp tekniğiyle üretilemeyen karmaşık tasarımlar üretilebilmektedir. 3D Printerlar tasarım ile üretim arasındaki kademelerin atlanarak tasarımdan hemen imalata geçilmesini sağlamaktadır.

Endüstri 4.0'la birlikte 3D Printerların gelişmesiyle tasarımcı/üretici/tüketici anlayışı değişerek tasarımın önemi daha da artacak, tasarımdan üretime olan süreç kolaylaştığı için de üretim yapan kişi artık aynı zamanda tüketici veya tasarımcı olabilecektir. 3D Printerların fiyatlarının daha uygun hale gelmesiyle birlikte artık her tüketici de kendi "3D Printer"ı ile evinde veya ofisinde bir üretim alanı kurabilecektir. Maker hareketi olarak

bilinen sosyal üreticilerin de olanaklarını genişletme imkanı olacaktır. Ayrıca tükettiğini üretmek kavramlarına da katkı sağlamak kolaylaşacak bu sayede kaynakların tükenmesinin önüne geçilmesi söz konusu olabilecektir. Eklemeli Üretim teknolojisinin gelişmesiyle özellikle 3D Printerların fiyatlarının yüksek olması ve yavaş işlem yapabilmesi gibi dezavantajlardan kurtulmasıyla bu teknoloji sosyal hayatımız da dahil olmak üzere çok büyük değişikliklere sebep olabilecektir. Örneğin yedek parça sanayi gibi bir kavramın yok olması dahi söz konusu olabilir. Örneğin araba bakımı ve tamiratı yapan servis istasyonları, değişmesi gereken parçaları yurtdışından getirtmek yerine, ihtiyaca göre yazdırma yoluna gidebilirler. Bu da, işçilik ve nakliye masraflarının aradan çıkması nedeniyle yedek parçalarda bir ucuzlamaya yol açacağı için yedek parça üreten birçok küçük üreticinin iflasına yol açabilir.

3.3.1. 3D Yazıcı Kullanım Alanları Örnekleri

Dental

3d yazıcı diş hekimleri ve dental laboratuvarlara birçok avantajlar sağlamaktadır:
-İmplant uygulamalarında, geleneksel yöntemlere göre yüksek doğrulukla pozisyonlandırma imkanı sağlar.
-CNC veya elde edilemeyen kron kaplama parçalarını 3d yazıcı ile hassas bir şekilde çıkartma imkanı sağlar.
-Süreçleri hızlı ve birkaç saate düşürür.
-Diğer geleneksel üretim yöntemlerine göre fire yoktur ve düşük maliyetler oluşturur.
-İş akış sürecini dijitalize ederek, hata riskini azaltır.
-Dental SG reçinesi güvenli, biyouyumlu malzemelerle çalışma imkanı verir.

Kuyum

3D yazıcıların yüksek hassasiyet değerleri ve yüzey kalitesi, bu teknolojiyi özellikle kuyum sektöründeki uygulamalar için uygun kılmaktadır ve avantajlar sağlamaktadır:
-Döküm yaparak kalıp alma için kullanılır.
-Hızlı prototipleme için kullanılabilir.
-Karmaşık geometrilerdeki tasarımlar üretilebilir.

-Tek ve özel tasarımların düşük maliyette üretilmesini sağlar.
-Özgün ve taklit edilmesi zor modeller üretilmesini sağlar.
-Tasarım ile üretim arasındaki doğruluk oranını arttırır.

Maket

Bir mimarın elindeki eskiz veya render görüntülerinin ötesinde yaptığı tasarımın 3 boyutlu haline sadece birkaç saat içinde ulaşabilmesi ve müşterisine sunabilmesi bir çok avantaj sağlamaktadır:
-Maketlerin üretiminde zaman kazandırır.
-Sadece sunum modellerinizi değil, vaziyet planlarınızı da hazırlayarak projenizi daha verimli geliştirebilirsiniz.
-Maket tedarikçilerinden satın almak durumunda olduğunuz, yaya, trafik ışığı, otomobil gibi tefriş malzemelerini kendiniz üreterek maliyetlerinizi ciddi anlamda düşürebilirsiniz.
-Yaratım aşamasında şekil çalışmalarını 3 boyutlu olarak görmenizi sağlar.
-3D yazıcılarla kullanılan hammaddeler pleksiglas gibi malzemelere göre daha ucuzdur.
-Karmaşık modelleri, kavisli yüzeyleri üretmekte özgür olursunuz.
-Maketlerinize ince detaylar ekleyebilirsiniz.

Sanat

Heykel, Moda, Seramik, Tekstil gibi, tasarım ve sanatın birçok alanında sanatçılar 3D yazıcıları kullanarak yaratım süreçlerini hızlanmakta ve bir çok avantaj sağlamaktadır:
-Tasarımların kolay ve hızla modele dönüştürebilir,
-Kapsamlı atölyeler olmadan da üretime imkan verir,
-Geleneksel yöntemlerle üretimi mümkün olmayan tasarımlara hayat verir,
-Eseri tekrar tekrar üreterek en iyiye ulaşmayı sağlar
-El becerisinin, hayaller üzerindeki sınırlarını aşmanızı sağlar

Hızlı Prototipleme

Prototip üretmek zaman harcanması gereken, zorlu ve maliyetli bir süreçtir. 3D yazıcılar, bu süreci düşük maliyetle ve hızlı şekilde sonuçlandırılmasını sağlamaktadır. Ayrıca;

Kalıptan çıkamayacak karmaşık parçalar üretilebilir,
Tasarım döngüsündeki zamanı azaltır,
Analiz yapımına olanak sağlar,
Ürün optimizasyonunu hızlandırır,
Tasarım ve imalatın entegrasyonunu sağlar,
Üretim proseslerinizi azaltır,
Fire, gider ve üretim maliyetlerini azaltır,
Modülerliği destekler,
Fonksiyonel ürünler üretir,
Çok fonksiyonlu parça üretimine imkan sağlar.

Kalıp İşlemleri

3D baskı sonrası üretilen parçalara farklı işlemler uygulanabilir. Üretilen parçalar farklı boyama ve kaplama teknikleri ile sonlandırılabileceği gibi, kalıplama işlemleri içinde kullanılabilir. 3D yazıcıların gelişmesi, çeşitli malzeme seçenekleri ve geleneksel yöntemlerin 3D üretim teknolojisi ile birleşmesi üreticiler için farklı çözümler sunmaktadır.

3.4. Bulut (Cloud)

Bulut bilişim fikrinin temelleri 1950'li yıllarda atılmıştır. İnternet devlerinden olan Amazon, veri merkezlerini modernize ederek bulut bilişimin gelişmesinde anahtar bir rol oynayarak ilk gerçek bulut bilişim hizmeti olan Amazon S3'ün 2006 yılında hizmete girmesini sağladı. 2008'in ortalarına gelindiğinde, Gartner (Danışmanlık ve Araştırma Şirketi) bulut bilişimi bilgi teknoloji hizmetleri sektöründe hem kullanıcılar hem de tedarikçiler arasındaki ilişkiyi değiştirebilecek potansiyeli işaret etti. 2008 den bu yana Dünya'da yaygın bir şekilde kullanılmaya başlandı (Bulut C., 2016).

Bulut bilişim (Cloud computing) veya çevrim içi bilgi dağıtımı; bilişim aygıtları arasında ortak bilgi paylaşımını sağlayan hizmetlere verilen genel isimdir. Bulut bilişim ürün değil, hizmettir. İnternetin geleceğinin bulut bilişimden geçtiği iddia edilmektedir. Buna göre gelecekte, bilgisayar hard disklerinin yerine çevrim içi bulutların kullanılacağı öngörüsü

hakimdir. Bu bilişim aygıtlarında herhangi bir altyapı hazırlamadan, tamamen çevrim içi ağ vasıtasıyla işlevsel uygulamalara ulaşmak anlamına gelmektedir. Şirketler zaten bazı kurumsal ve analitik uygulamalar için bulut tabanlı yazılım kullanmaktadır ancak Endüstri 4.0 ile sitelerde ve şirket sınırlarında daha fazla veri paylaşımı gerekecektir. Aynı zamanda, bulut teknolojilerinin performansı, yalnızca birkaç milisaniyelik bir reaksiyon süresine ulaşarak gelişecektir. Makine verisi ve işlevselliği, buluta giderek yaygınlaştırılacak ve üretim sistemleri için daha fazla veriye dayalı hizmet sağlanacaktır. Süreçleri izleyen ve denetleyen sistemler bile bulut tabanlı olabilecektir. Bulut (Cloud) Teknolojisi ile en düşük kapasiteli cihazla bile istenilen yerden istenildiği zaman her tür bilgiye, kişisel veriye ulaşım sağlanabilmektedir. Tüm bu işlemler için, dijital bir ağ aracılığıyla çoklu sunucu bağlantısı gerçekleştirmektedir.
4 ayrı çeşidi ile karşımıza çıkan bu teknoloji farklı alanlarda, farklı biçimlerde kullanılmaya olanak sağlıyor.

Public Cloud (Genel Bulut): İnternet üzerindeki sunucular ile kurulan bir bulut teknolojisi. Küçük ve orta ölçekli şirketlerde kullanacağınız kullandığınız kadar ödeme yapılan bu modele örnek olarak, elektronik postalar gösterilebilir.
Private Cloud (Özel Bulut): Bilgileri önemli olan büyük şirketlerin tercih ettiği bir bulut teknolojisidir. Tüm bilgiler kurucunun elinin altındadır ve erişim güvenliği ve gizliliği yüksektir. Microsoft bunu size Hyper-V ve System Center Ürün Ailesi yardımı ile sağlamaktadır.
Hybrid Cloud (Melez Bulut): Public ve Private Cloud'un birleşiminden ortaya çıkan bulut teknolojisidir. Şirketlerin hacmine göre birleşim oranlarında farklılıklar görülebiliyor.
Community Cloud (Topluluk Bulut): Birkaç şirket ile ortak kullanılan hizmetleri barındıran bulut teknolojisidir. Topluluk üyeleri uygulama ve verilere erişebilmektedir.

Daha önce değinilen Büyük Veri ile Bulut Bilişimin ilişkisi yüksek düzeydedir. Bulut bilişim olanaklarının, depolama ve bilişim gücü sınırlarını ortadan kaldırması büyük verinin önünün açılmasına yardımcı olmuştur. Son yıllarda verilerin, boyut, çeşitlilik ve karmaşıklık anlamında sürekli büyümesi ve büyümeye devam edecek olması, büyük veri konusunu bir sorun olmaktan çıkarıp bulut bilişimle birlikte bir çözüm odağı haline gelmesi sağlanmıştır.

3.4.1. Bulut teknolojisi uygulamaları

Bulut hizmeti veren bazı platformlar aşağıda sıralanmıştır:

►Dropbox (http://dropbox.com)
►Google Drive (http://drive.google.com)
►SkyDrive (https://skydrive.live.com)
►Cloud (https://cloud.google.com)
►Yandex.Disk (http://disk.yandex.com)
►Turkcell Akıllı Bulut (http://turkcellakillibulut.com)
►TTNET Bulut (http://ttnetbulutu.com)
►Ubuntu One (https://one.ubuntu.com)
►Box(http://box.com)

Bazı Bulut Bilişim Uygulamaları

►Karelport.com: Bulut üzerinden hizmetler, fırsatlar ve sosyal paylaşım olanakları sunan online iş çevresi
►Amazon Elastic Compute Cloud (Amazon EC2): Ölçeklenebilir ve kullanım kapasitesi kadar ücretleme yapılan Amazon.com'un bulut işlem gücü servisi
►Fizy.com: Bulut üzerinde müzik dinleme servisi
►Google Apps: Ofis, veri ve iletişim amaçlı online uygulamalar
►Salesforce.com: Salesforce'un müşteri ilişkileri yönetimi (CRM) servisi

3.5. Gelişmiş Robotlar (Advanced Robots)

Birçok endüstrideki üreticiler, karmaşık görevleri üstlenmek için uzun zamandır robotları kullanıyorlardı, ancak robotlar daha da fazla yararlanılacak şekilde gelişiyor. Robotlar daha otonom (özerk), esnek ve kooperatif haline gelmektedirler. Sonunda, birbirleriyle etkileşime girerler ve insanlarla birlikte güvenle çalışırlar ve onlardan öğrenirler. Bu robotların maliyeti daha düşük olacak ve bugün üretimde kullanılanlardan daha geniş bir yetenek yelpazesine sahip olacak.

3.5.1. Gelişmiş robot uygulama örnekleri

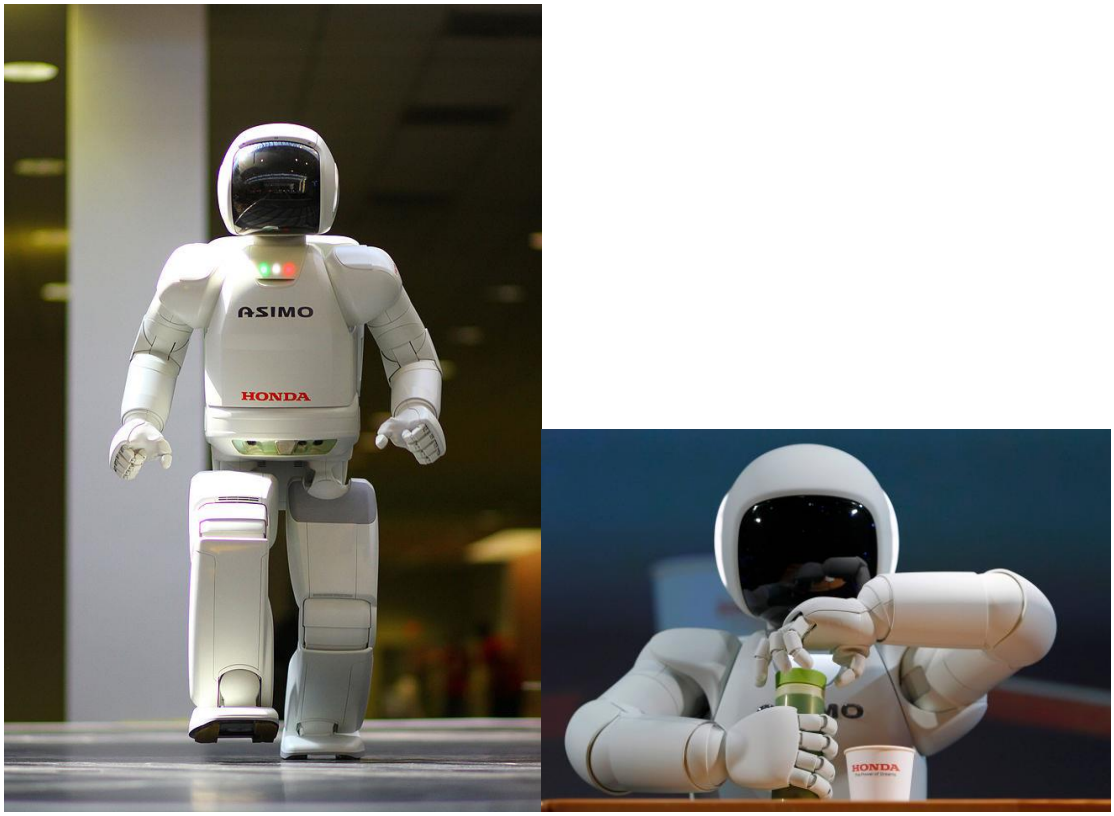
Aşağıda dünyadaki bazı gelişmiş robot uygulamaları sıralanmış ve şekillerle gösterilmiştir: Avrupalı bir robot ekipman üreticisi olan Kuka, birbirleriyle etkileşime giren özerk robotlar sunmaktadır. Bu robotlar birbirlerine bağlıdır, böylece birlikte çalışabilir ve eylemlerini, sıradaki bir bitmemiş ürüne uyacak şekilde otomatik olarak ayarlayabilirler. Üst düzey sensörler ve kontrol üniteleri, insanlarla yakın işbirliği sağlar. Bu robotlar endüstriyel robot olarak ifade edilmekte ve Kuka'nın Altı eksenli robot, İnsan ve robot arasında doğrudan iş birliği sağlayan İRİ yetenekli hafif yapılı robot, aşırı çevre koşulları için sıcağa ve kire dayanıklı robotlar, yüksek hijyen talepleri için temiz-oda versiyonunda endüstri robotlar, takım tezgahlarında kullanım için su geçirmez donanımda küçük robotlar gibi çeşitleri bulunmaktadır.

Şekil 3.20. Kuka endüstriyel robotları

Benzer şekilde, endüstriyel robot tedarikçisi ABB, insanlarla birlikte ürünleri (tüketici elektroniği gibi) birleştirmek üzere özel olarak tasarlanmış olan YuMi adlı iki kollu bir robot tanıtımı yapmıştır.

Şekil 3.21. Yumi_ABB

Endüstri 4.0 konseptinde daha çok advanced robotics (gelişmiş robotlar) gündeme gelmektedir. Günümüzde en gelişmiş robot teknolojilerinden sayılan bazı insansı robotlar aşağıda yer almaktadır.



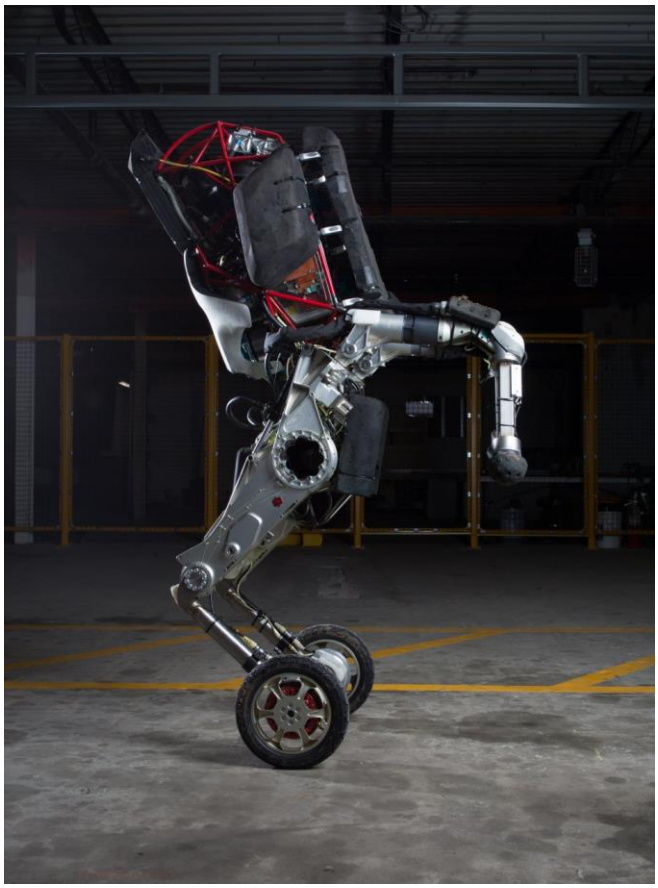
Şekil 3.22. Asimo Honda

Ülke: Japonya

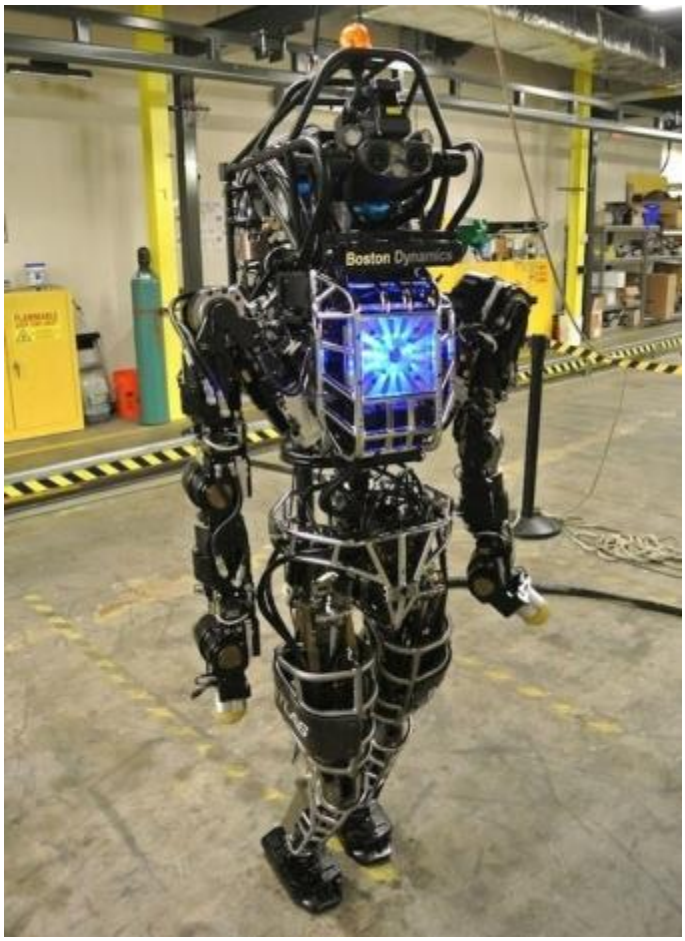
Robot adı: :Asimo

Üretici: Honda

Boy (cm): 120



Şekil 3.23. Handle ATLAS_ Boston Dynamics

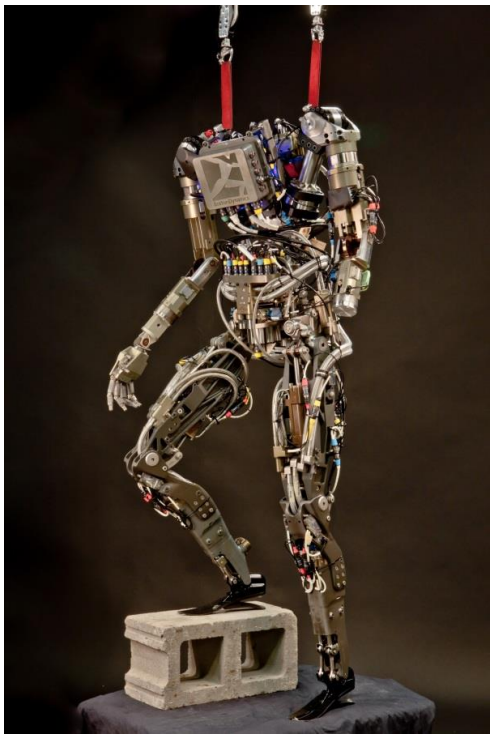


Şekil 3.24. ATLAS Boston Dynamics
Ülke: ABD

Robot adı: Atlas

Üretici: Boston Dynamics

Boy (cm): 188



Şekil 3.25. Petman_ Boston Dynamics

Şekil 3.26. NAO_ Aldebaran Robotics
Fransa

Şekil 3.27. Sofia

Sofia Hong Kong merkezli ‘Hanson Robotics’ tarafından tasarlanmıştır.

3.6. Simülasyon (Simulation)

“Ben bir şey yapmadan önce yapacağım şeyi parçalar halinde aklımda şekillendiririm ve hatamı düşünme aşamasında yaparım. Beynimde her şeyi yaptıktan sonra uygulamaya koyarım” Nicole Tesla.

Simülasyon, “Teknik anlamda gerçek bir dünya süreci veya sisteminin işletilmesinin zaman üzerinden taklit edilmesi” olarak tanımlanmaktadır. Bu bağlamda simülasyon, sistem nesneleri arasında tanımlanmış ilişkileri içeren sistem veya süreçlerin bir modelidir. Mühendislik aşamasında, ürünlerin, malzemelerin ve üretim işlemlerinin 3 boyutlu simülasyonları zaten kullanılmaktadır, ancak gelecekte, simülasyonlar fabrika operasyonlarında bile kapsamlı bir şekilde kullanılacaktır. Simülasyon makineler, ürünler ve insanlar içerecek şekilde sanal bir modelde gerçek dünyayı yansıtabilmektedir. Bu da operatörlerin fiziksel değişimden önce sanal dünyadaki bir sonraki ürünün makine ayarlarını test etmelerini ve optimize etmelerini ve böylece makine kurulum sürelerini azaltarak kaliteyi artırmalarını sağlamaktadır. Simülasyon sanal gerçeklik (virtual reality) olarak da ifade edilebilmektedir.

3.6.1. Simülasyon Uygulama Örnekleri

Siemens

Siemens ve bir Alman ekipman üreticisi ortak çalışarak, fiziksel makinelerden toplanan verilerden yararlanarak parçaların işlenmesini simüle eden bir sanal makine geliştirdi. Bu sayede işleme süreci için gerekli hazırlık süresi % 80 azaldı (TÜSİAD ve BCG, 2016).

3.7. Artırılmış gerçeklik (Augmented reality)

Artırılmış gerçeklik (Augmented Reality), gerçek dünyadaki çevrenin ve içindekilerin bilgisayar tarafından üretilen ses, görüntü, grafik ve GPS verileriyle zenginleştirilerek meydana getirilen canlı, doğrudan veya dolaylı fiziksel görünümüdür. Bu kavram kısaca gerçekliğin bilgisayar tarafından değiştirilmesi ve artırılmasıdır. Kullanıcı, gelişen artırılmış gerçeklik teknolojisinin de yardımıyla etrafındaki bilgi ile etkileşime girebilir. Bahsi geçen sayısal bilgi işlenmeye elverişlidir. Bulunulan çevreyle ilgili yapay bilgi ve öğeler gerçek dünyayla bağdaşabilir. Artırılmış gerçeklikle ilgili cihazları ve uygulamaları

kullanarak gerçek dünya ve gerçek hayat hakkında daha fazla bilgi sahibi olabiliyorsunuz. Örneğin bir alışveriş merkezine gittiğinizde kameranızı alışveriş merkezine doğru tuttuğunuzda oradaki mağazalar hakkında bilgi alabiliyor, indirimleri ve fırsatları görebiliyor, müşterilerin yorumlarını okuyabiliyor, atılan tweet'leri görebiliyor ya da Facebook yorumlarını okuyabiliyorsunuz. Ya da bir otomobil servisindeki bir servis eleman telefonunun kamerasını aracın motoruna ya da belli bir kısmına tutarak servis yönergelerini görebiliyor.

3.7.1. Artırılmış Gerçeklik Uygulamaları

Örneğin, işçiler, onarılacak gerçek sisteme baktıkları için belirli bir parçanın nasıl değiştirileceği konusunda tamir talimatları alabilirler. Bu bilgiler, artırılmış gerçeklik gözlükleri gibi cihazları kullanarak işçilerin görüş alanında doğrudan görüntülenebilir. Başka bir uygulama sanal eğitimdir. Siemens, acil durumları halletmek için tesis personelini eğitmek için genişletilmiş gerçeklik gözlükleri ile gerçekçi, veri tabanlı 3 boyutlu bir ortam kullanan Comos yazılımı için bir sanal fabrika operatör eğitim modülü geliştirmiştir. Bu sanal dünyada, operatörler bir siber temsile tıklayarak makinelerle etkileşim kurmayı öğrenebilirler. Ayrıca parametreleri değiştirebilir ve operasyonel veri ve bakım talimatlarını geri yükleyebilirler. Artırılmış gerçeklik kavramı eğitimde de kullanılmaya başlanmıştır. Somut kavramların öğrencilere anlatımında kolaylıklar sağlamaktadır.

Kontakt Lensler

Artırılmış gerçeklik teknolojisi kontakt lensler ile birleştirildiğinde günlük hayatta gözümüzle algıladığımız görüntülerin üzerine istenilen verilerin eklenmesini sağlamaktadır. Yeni nesil kontakt lensler uygulamayı gerçekleştirebilmek için çok küçük ölçekli elektronik devrelerle inşa ediliyor. Araştırmacılar LED ile inşa edilmiş lensleri RF kablosuz haberleşme sistemi ile güçlendirmektedir.

Paketleme

Artırılmış gerçeklikle müşterilerinize bir ürünün ambalajını daha açmadan içinde neyin olduğunu önizleme ile gösterebilirsiniz. Artırılmış gerçeklik ayrıca müşterileriniz

katalogdan ürünlerini seçerken bir yardımcı olarak kullanılabilir. Ürünlerin taranmış görüntülerinin kullanımıyla müşterilerinize ek içerik ve görüş gibi özelleştirme seçenekler de sunabilirsiniz.

Şekil 3.28. Artırılmış gerçeklik uygulaması_paketleme

Artırılmış gerçekliğe şu an akıllı telefonlardan ve tabletlerden kullanabilen çeşitli uygulamalar da bulunmaktadır.

Layar

Layar; gazete, dergi ve broşür gibi basılı materyalleri etkileşimli hale getiren bir uygulama. Uygulamayı yükledikten sonra, akıllı cihazınızın kamerasını bir gazete ya da dergi sayfasına doğru tuttuğunuzda video gibi ekstra içeriğe erişebiliyorsunuz. Uygulamanın oldukça geniş bir kullanım alanı var, örneğin bir konsere gideceksiniz ve konserin afişini duvarda gördünüz. Layar ile indirim kodu alabiliyor ya da daha önceki konserleri izleyebiliyorsunuz. Uygulama aynı zamanda Geo Layers'ı da içeriyor. Açıkçası artırılmış gerçeklik uygulamalarına oldukça iyi bir örnek olarak karşımıza çıkıyor.

Google Çeviri

Google Çeviri de aslında bir artırılmış gerçeklik uygulaması. Google Çeviri sadece klavye ile girdiğiniz kelimeleri ya da cümleleri çevirmiyor, akıllı cihazınızın kamerasını kullanarak duvardaki bir afişi ya da bir dergideki reklamı da sizin için çevirebiliyor.

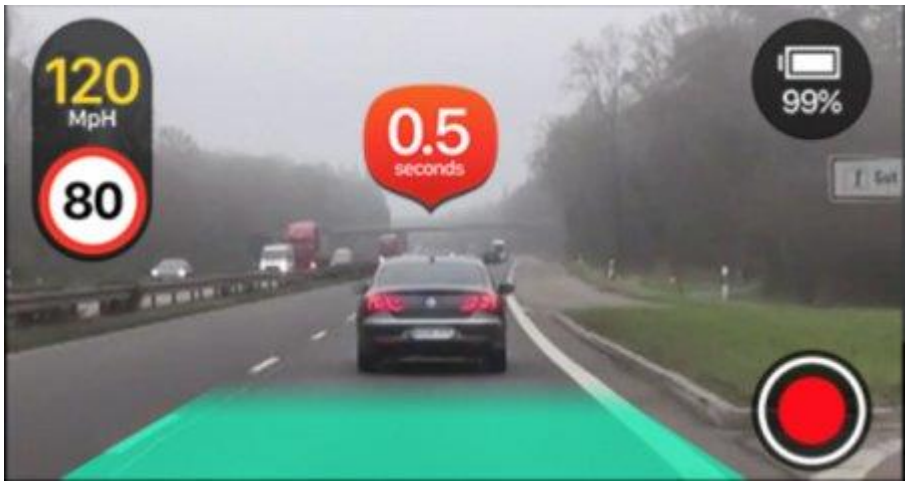
Google Çeviri şu anda kamera özelliğini kullanarak 29 dilde çeviri yapabiliyor. Bu işi oldukça da iyi yapıyor.

Field Trip

Field Trip, konuma bağlı olarak çalışan bir uygulama. Akıllı cihazlarınızı tur rehberine çeviriyor ve bulunduğunuz yerdeki turistik ve tarihi yerler hakkında bilgi alabilmenizi sağlıyor. Örneğin Sultanahmet Meydanında gezerken açılan bir pencere size bu bölgedeki Topkapı Sarayı gibi önemli yerlerin olduğunu bildirebiliyor. Bunların yanında etrafınızdaki yemek yiyebileceğiniz ya da bir şeyler içebileceğiniz yerleri ve bunlar hakkında bilgi alabilmenizi de sağlıyor. Hem Android hem de iOS sürümü bulunuyor.

iOnRoad

iOnRoad Augmented Driving uygulaması, sürücüler için geliştirilmiş özel bir artırılmış gerçeklik uygulaması. Uygulama kullandığınız akıllı cihazın sensörlerini ve kamerasını kullanarak sürücüye yardımcı olmaya çalışıyor. Örneğin öndeki araçla olan mesafe, hız ve diğer bilgiler hakkında sürücüye sesli ve görsel olarak uyarılarda bulunabiliyor. Uygulama ile aynı zamanda araç kullandığınız süre boyunca video kaydı yapabiliyorsunuz. Bu kayıt yapılırken, sürüş davranışlarınız da kaydediliyor (Şekil 3.32.).



Şekil 3.29. iOnRoad

Star Walk

Gökyüzündeki yıldızların hangileri olduğunu kolayca öğrenmek ister misiniz? O zaman Star Walk uygulaması elinizin altında. Star Walk'ı yükledikten sonra gökyüzüne tutarak ekranınızda hangi yıldızın hangisi olduğunu görebiliyorsunuz.

Şekil 3.30. Star Walk

3.8. Yatay ve Dikey Entegrasyon (horizontal/vertical integration)

Bilindiği üzere firmaların büyümesindeki en büyük faktör ekonomidir. Firmalar her zaman varlıklarını korumak, riskleri azaltmak, büyüme hızını yükseltmek, piyasa değerlerini maksimize etmek isterler. Bu amaçlar doğrultusunda şirketler birleşmeye giderek temelde iki çeşit olan Yatay ve Dikey Entegrasyon kavramını ortaya çıkarmışlardır.

Yatay Entegrasyon

Yatay entegrasyon, müşteri tipi aynı olan farklı şirketler arasındaki birleşme, satın alma veya devralmadır. Bu birleşmedeki asıl amaç, aynı müşteri tipine hitap eden bu şirketlerin pazardaki paylarını arttırmaktır. Yatay entegrasyonu genelde genç girişimciler tercih etmektedir. Bunun nedeni pazarda henüz müşteri profillerinin oluşmamasıdır. Bu entegrasyon çeşidi rekabetin çok fazla ve ürünün modasının geçme hızının yüksek olmasıdır. Şirketler, belirsizlikleri azaltmak, AR-GE faaliyetlerine önem vererek rekabet

gücünü ve piyasa değerini arttırmak amacıyla yatay entegrasyon sistemine dahil olmaktadır. Yatay entegrasyondaki en korkulan durum tekelleşmektir. Fakat 1990'lı yıllardan bu yana tekelleşmek yerine piyasada pazar payını arttırmak, ucuz ham madde bulmak gibi avantajlar tercih edilmektedir. Tekelleşme amacından öte şirketler, günümüzde, son derece rekabetçi durumdaki milli ve uluslararası piyasalarda bir yer edinebilmek amacıyla yatay birleşmeyi tercih etmektedirler. Yatay entegrasyonu maddeler halinde özetlemek gerekirsek:

► Şirketler çevredeki belirsizliği azaltmak ve AR-GE çalışmalarına önem vermek istediklerinde yatay entegrasyonu tercih ederler.

► Yatay entegrasyon ile birleşen şirketlerin genel özelliği genelde riskli yatırımlara eğilim göstermeleridir. Bunun sebebi ise tek başlarına olmadıkları için riskli yatırımlarda piyasada tutunabilme olasılıklarını arttırabilmeleridir.

► Yatay birleşmelerde araç gereçlerin, makinelerin tüm kapasitesi kullanıma açılabilir.

► Bu birleşme çeşidinde aynı sektöre yönelik birden fazla şirket birleştiğinden dolayı, pazarlama ve satışta maliyetlerin düşmesini sağlar. Ürün ya da hizmetlerin en yakın ve en uygun merkezlerden teslimi taşıma maliyetlerini düşürebilir. Geniş bir dağıtım ağı tüketiciler açısından da olumlu nitelendirilebilecek bir faktördür.

Yatay entegrasyon sisteminde aynı sektördeki farklı şirketlerin birleşmesi baz alınır. Her ne kadar pazar payını arttırmak, maliyetleri düşürmek, araştırma çalışmalarına önem vermek gibi olumlu özellikleri olsa da bu durumlar şirketlerin rakip olduğu gerçeğini değiştirmiyor. Bu olumsuzluğu ortadan kaldırmak için ise çeşitli ülkelerde anti-tröst uygulamalar vardır.

Dikey Entegrasyon

Dikey entegrasyon, aynı sektörde fakat farklı alt sektörlerde müşterisi olan firmaların birleşme şeklidir. Geriye doğru dikey entegrasyon, ileriye doğru dikey entegrasyon ve dengeli dikey entegrasyon olmak üzere üç çeşidi vardır.

Gördüğümüz gibi, dikey entegrasyon, bir şirkete hammadde tedarik eden birimlere (geriye dönük entegrasyon) ya da ürünlerini son tüketicilere taşıyan dağıtım kanallarıyla (ileri entegrasyon) bütünleşir.

Örneğin, bir süpermarket, taze sebze tedarikini sağlamak için çiftliklerin kontrolünü alabilir (geriye entegrasyon) veya ürünlerinin dağıtımını düzleştirmek için araçlar satın alabilir (ileri entegrasyon).

Bir araba üreticisi, araç modellerini satmak veya satış sonrası hizmet (ileri entegrasyon) sağlamak için lastik ve elektrikli parça fabrikaları (geri entegrasyon) edinebilir veya kendi showroom'larını açabilir.

Dengeli entegrasyon olarak adlandırılan ve geriye ve ileriye yönelik entegrasyon stratejilerinin karmaşık bir karışımı olan dikey bütünleşmenin üçüncü bir türü vardır.

3.8.1. Yatay ve dikey entegrasyon ile Endüstri 4.0 ilişkisi

Yukarıda anlatılan yatay ve dikey entegrasyon kavramları, gelişen endüstri sektörünün getirdiği kavramlardır. Endüstri 4.0'ın temelinde yatan birbirine bağlantılı yapıların sağladığı sürekli akış, üretim açısından kritik bir noktadır. Bu akışı sağlamak için ise sadece belirli noktalarda değil, her noktada yatay ve dikey entegrasyon elde etmek gerekiyor. Yatay ve dikey entegrasyonun gerçekleştiği Endüstri 4.0 devrimi ile birlikte, üretim süreçlerinde yaşanan bir değişikliğe hızlıca cevap verilir veya bir sorun ile karşılaşıldığında çok daha hızlı bir şekilde çözüm getirilebilir. Yatay ve dikey entegrasyonun endüstri 4.0'a kattığı diğer avantajlardan bir kaçı; müşteriye özel ve kişiselleştirilmiş üretim kolaylaşması, kaynak verimliliğinin arttırılması, küresel tedarik zincirinde optimizasyon elde edilmesi olarak sayılabilir. Öte yandan işletmeler daha esnek bir yapıya kavuşuyor. İhtiyaç duyulan değişiklikler basit arayüz güncellemeleriyle bile sağlanabiliyor (Yelis B, 2015).

<u>Sanayiden Örnek: Dassault Systèmes</u>

"Dassault Systemes" ve "BoostAeroSpace", Avrupa havacılık ve savunma sanayi için bir işbirliği platformu kurdu. "AirDesign" adlı bu platform, tasarım ve üretim konularında işbirliği için ortak çalışma alanı oluşturuyor ve bunu bulut tabanlı bir hizmet olarak sunuyor. Böylece birçok iş ortağının ürün ve üretim verilerini paylaştığı karmaşık operasyonlar verimli şekilde yönetiliyor.

3.9. Siber Güvenlik (Cyber-security)

Ulusal Bilim Kurumu (The National Science Foundation), siber-fiziksel sistemleri şu şekilde tanımlamaktadır: Siber-fiziksel sistemler; gözlemleme, koordinasyon ve kontrol gibi üretim süreçlerindeki temel prensiplerin, hesaplama ve iletişim bileşkesinden oluşan karma teknoloji tarafından yönetildiği sistemlerdir. Söz konusu karma teknoloji daha açık bir ifadeyle, fiziksel makineleri siber teknoloji ile bütünleştirme yoluyla çok daha akıllı hale getirmektedir (Jay ve ark., 2016). Bu bağlamda, süreç bir bütün halinde siber-fiziksel sistemler olarak anılmaktadır. Günümüzde, siber dünya ile makineler arasındaki bu bütünleşme bizi aynı zamanda nano-teknoloji ile de tanıştırmaktadır. Birçok şirket üretim sistemlerine hala bağlantısız veya kapalı yönetim ile bağlıdır. Endüstri 4.0 ile birlikte gelen standart iletişim protokollerinin artan bağlantısı ve kullanımı ile, kritik endüstriyel sistemlerini ve üretim hatlarını siber güvenlik tehditlerine karşı koruma ihtiyacı da artmaktadır. Bu güvenlik sağlanırken makinelerin ve kullanıcıların; erişim yönetimleri, gelişmiş kimlik güvenlikleri, haberleşme sistemleri esas alınacaktır. Siber kelimesi, bilişim sistemleri alt yapısında çalışan soyut ve geniş bir alt yapıdır. Buna kısaca siber alem denilmektedir. Siber Güvenlik, siber alemdeki hayatın güvenliği ve gizliliğinin korunmasıdır. “Yakın gelecekte çıkabilecek büyük bir savaşta ilk mermi internette atılacaktır.” (Rex Hughes – NATO Güvenlik Danışmanı). Siber Güvenlik ile Bilgi Güvenliği sıkça karıştırılmaktadır. Bilgi Güvenliği biraz daha teknik kısmı kapsar. Siber Güvenlik daha soyut ve geniş bir ağ alanını kapsamaktadır.

3.9.1. Siber güvenlik etki alanları

Bilişim Sistemleri: Bilgi ve iletişim teknolojisinin kısaltılmış adıdır. Bütün işlem ve hizmetin sağlandığı alandır.

Siber Ortam: Tüm dünya ve uzaya yayılmış durumda olan bilişim sistemleri ile ağlarını birbirlerine bağlayan ortamdır.

Kamu Bilişim Sistemleri: Türkiye Cumhuriyeti kamu kurum ve kuruşlarına ait olan bilişim sistemleri.

Gerçek ve Tüzel Kişilerin Oluşturduğu Bilişim Sistemleri: Kanunlara uyarlanarak(Türkiye Cumhuriyeti), gerçek veya tüzel kişilerce işletilen bilişim sistemidir.

Ulusal Siber Ortam: Ulusal anlamda kamu bilişim sistemleri ile, gerçek ve tüzel kişilerce işletilen bilişim sistemleridir.

Kritik Altyapı Sistemleri: İçerisinde bulunan bilgilerin gizlilik ve bütünlüğü bozulduğunda, can kaybı, ekonomik zarar, kamu düzenin bozulması oluşabilecek sistemlerdir.

Siber Güvenlik Hususu: Bilişim sistemlerinde işlenen bilginin, erişilebilirlik ve gizlilik ihlalleri oluşmasıdır.

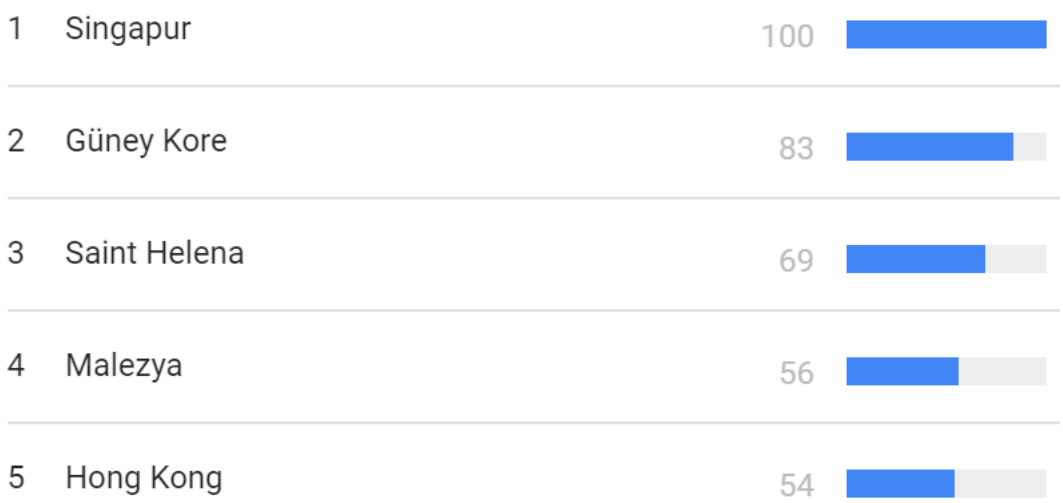
4. DÜNYA'DA DİJİTAL DÖNÜŞÜM (ENDÜSTRİ 4.0) İNCELEMESİ

Endüstri 4.0 terimi ilk olarak 2011 yılında Almanya'da düzenlenen Hannover Fuarı'nda dile getirilmiştir. Çalışmada Dünya'da ve Türkiye'de Dijital dönüşüm konusuna ilgi hakkında bir fikrin oluşabilmesi için Google trend kullanılmıştır. Dünya'da Google üzerinde "Industry 4.0" terimi arama grafiği Şekil 4.1'de görülmektedir. Sayılar, belirli bir bölge ve zaman için grafikteki en yüksek noktayla göreli bir aramaya yönelik ilgiyi gösterir. 100 değeri, terimin en yüksek popülerliğidir. 50 değeri, terimin bunun yarısı kadar popüler olduğu anlamına gelir. Benzer bir şekilde, 0 değeri, terimin en yüksek popülerliğin %1'inden daha az popüler olduğu anlamına gelir.

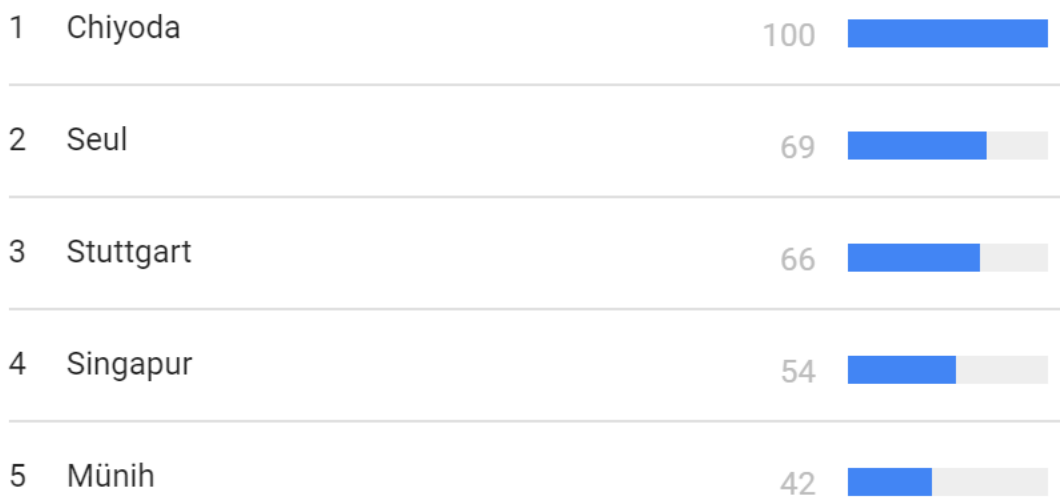
Google sorgulama tarihi 10.11.2017

Şekil 4.1. Dünya'da Google üzerinde "Industry 4.0" terimi arama grafiği

İlgili aramanın bölgeye ve şehre göre sonuçlarına bakıldığında ise Şekil 4.2 ve Şekil 4.3 karşımıza çıkmaktadır.



Şekil 4.2. "Industry 4.0" terimi aramasında Dünya (Bölgeye göre) ilgi



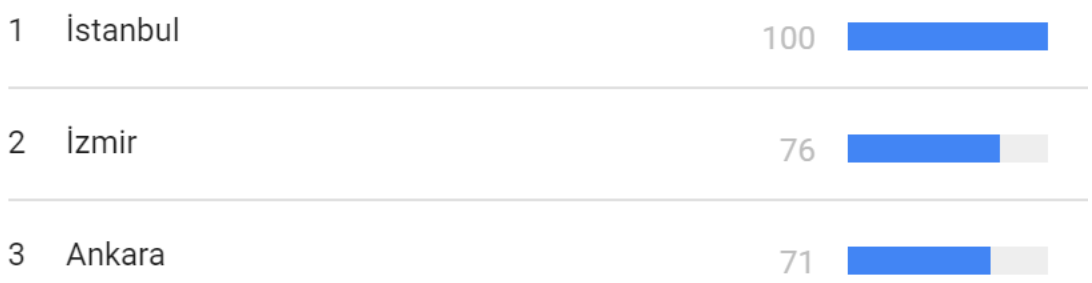
Şekil 4.3 "Industry 4.0" terimi aramasında (Dünya Şehire) göre ilgi

Şekil 4.1-Şekil 4.3 incelendiğinde Industry 4.0 aramasının Dünya genelinde 2014 ortalarından itibaren artış gösterdiği görülmektedir. Industry 4.0 konusunda yapılan en çok aramanın bölge bazında Singapur, Güney Kore ve Malezya olduğu görülmektedir. Şehir bazında da ilk 3 sırayı Chiyoda, Seul, Stutgart ın aldığı görülmektedir.

Türkiye'de Google üzerinde "Industry 4.0" teriminin arama grafiği Şekil 4.4'de görülmektedir.

Şekil 4.4. Türkiye'de Google üzerinde "Industry 4.0" terimi arama grafiği

İlgili aramanın bölgeye ve şehre göre sonuçlarına bakıldığında ise Şekil 4.5 karşımıza çıkmaktadır.

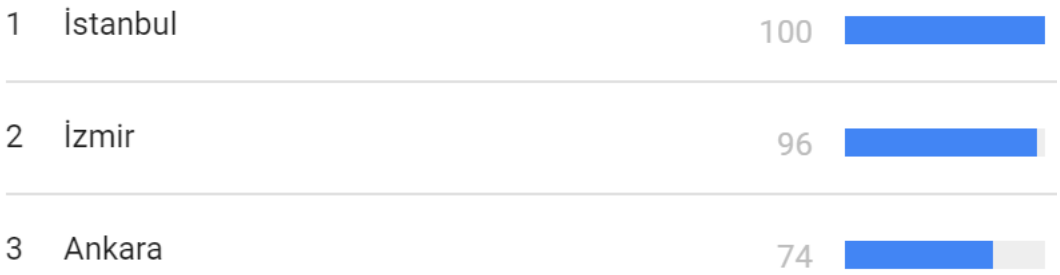


Şekil 4.5 “Industry 4.0” terimi aramasında alt bölgeye göre ilgi

Türkiye’de Google üzerinde “Endüstri 4.0” teriminin arama grafiği Şekil 4.6’da görülmektedir.

Şekil 4.6 Türkiye’de Google üzerinde “Endüstri 4.0” terimi arama grafiği

İlgili aramanın bölgeye ve şehre göre sonuçlarına bakıldığında ise Şekil 4.7 karşımıza çıkmaktadır.

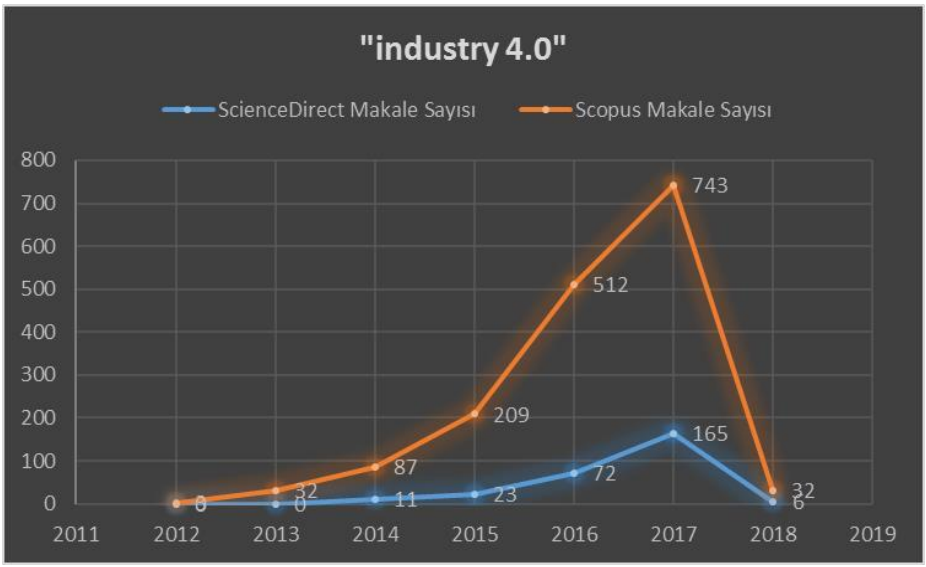


Şekil 4.7 “Endüstri 4.0” terimi aramasında şehre göre ilgi

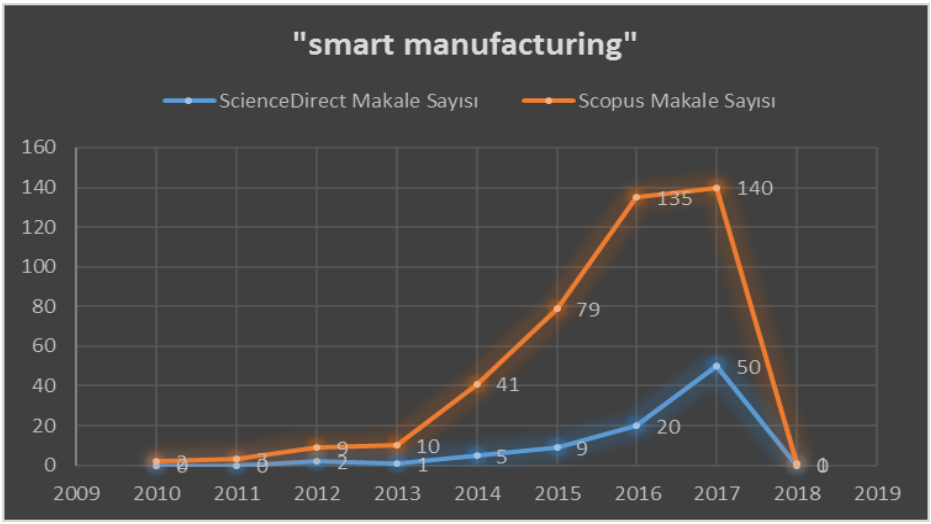
Şekil 4.4-Şekil 4.7 incelendiğinde konuya ilgilinin Türkiye’de 2015 sonlarından itibaren artış gösterdiği görülmektedir. Endüstri 4.0 konusunda yapılan en çok aramanın şehir İstanbul, İzmir ve Ankara’dan yapıldığı görülmektedir. Türkiye’de 2015 yılından itibaren ilginin artması konusu ilgili bölümde detaylandırılmıştır.

4.1. Endüstri 4.0 Literatürü

Scopus ve Sciencedirect kullanılarak Endüstri 4.0 hakkında yapılan makaleler taranmıştır. Alt teknolojileri ile alakalı çok daha fazla çalışma olduğu bilinmekle birlikte sadece "industry 4.0" ve "smart manufacturing" terimlerinin geçtiği makalelerin 2010 yılından itibaren yıllara göre artışı incelenmiştir. Bu arama başlık, özet ve anahtar kelimelerde taranmıştır. Sonuçlar Şekil 4.8 ve Şekil 4.9'da görülmektedir.



Şekil 4.8. Yıllara göre "industry 4.0" araştırmalarının değişimi



Şekil 4.9. Yıllara göre "smart manufacturing" araştırmalarının değişimi

Şekil 4.8 ve Şekil 4.9'da görüldüğü üzere Endüsri 4.0 ve akıllı üretim sistemleri konularındaki makale sayıları artış göstermiştir. Bu çalışmaların bazıları şunalrdır ve bu çalışmada bu kaynaklardan yoğun bir şekilde yararlanılmıştır: (Santos M.Y., ve ark., 2017), (Huba, M., Kozák, Š, 2016) (Topal, U., Cens, M.-C., 2017)(Gölzer, P., Fritzsche, A., 2017) (Dieber ve ark., 2017) (Gameros A. ve ark., 2017) (Gershwin, S.B., 2017) (Yan J. ve arkç, 2017) (Asakura T., 2016).

3. Sanayi devriminin başlamasıyla gelişen otomasyon ve sonlarına doğru hızla artan teknoloji ile Dünya bir süreçten geçmektedir. Aslında 4. Sanayi devrimi bir süreçtir. Dünya'nın içinden geçmekte olduğu bu süreç ve teknolojik değişim ve dönüşüm ile geleneksel iş modelleri zamanla değişime uğramıştır (Şekil 4.10). Örneğin ulaşım sektöründe faaliyet göstermek için taksi ya da başka bir araca gerek olmayan iş modelleri ortaya çıkmıştır. Dünya'nın en gelişmiş ulaşım şebekesi Uber buna bir örnektir.

Şekil 4.10. Geleneksel iş modelleri değişiyor

2016 yılında Dünya Ekonomik Forumu'nun (WEF) Endüstri 4.0 temalı toplantısı için İsviçre bankası UBS bir rapor hazırlamıştır (Tablo 4.1). Bu raporda, WEF'in Küresel Rekabet Gücü Raporu'nda verilen değerler kullanılarak, her ülkeye Endüstri 4.0'a ne kadar hazır olduğunu belirten bir not hesaplanmış ve bu nota göre ülkeler sıralanmıştır. Sonuçlar Tablo 4.2'de görülmektedir. IMD-World Digital Competitiveness Ranking-Dünya Dijital Rekabetçilik Sıralamasını ifade etmektedir.

Tablo 4.1. Dördüncü Endüstriyel Devrim kategorilerini kullanarak Dünya Ekonomik Forumu Küresel Rekabet Edebilirlik Raporu-Sıralamalar

Kaynak UBS White Paper for the World Economic Forum Annual Meeting 2016

	Labour structures flexible?	Skill level high?	Education allos adapti-ve skills?	Infrascructure suitable?	Legal protections?	Overall impact	Developed (DM), emer-ging market (EM) or frontier market (FM)?
Switzerland	1	4	1	4.0	6.75	3.4	DM
Singapore	2	1	9	3.5	9.00	4.9	DM
Netherlands	17	3	8	6.5	12.50	9.4	DM
Finland	26	2	2	19.0	1.25	10.1	DM
United States	4	6	4	14.0	23.00	10.2	DM
United Kingdom	5	18	12	6.0	10.00	10.2	DM
Hong Kong	3	13	27	4.5	10.00	11.5	DM
Norway	9	7	13	19.0	11.50	11.9	DM
Denmark	10	9	10	15.5	17.75	12.5	DM
New Zealand	6	10	24	21.5	6.25	13.6	DM
Sweden	20	12	7	12.0	19.75	14.2	DM
Japan	21	21	5	12.0	18.00	15.4	DM
Germany	28	17	6	9.5	18.75	15.9	DM
Ireland	13	15	21	19.0	11.50	15.9	DM
Canada	7	19	22	16.0	20.50	16.9	DM
Taiwan	22	14	11	20.0	31.25	19.7	EM
Australia	36	8	23	18.5	17.75	20.7	DM
Austria	40	16	17	19.5	17.25	22.0	DM
Belgium	54	5	16	17.5	21.5	22.8	DM
France	51	25	18	12.0	31.00	27.4	DM
Israel	45	28	3	26.0	38.50	28.1	DM
Malaysia	19	36	20	35.5	34.50	29.0	EM
Portugal	66	26	28	24.5	32.25	35.4	DM
Czech Republic	47	29	35	35.0	44.75	38.2	EM
South Korea	83	23	19	20.0	62.25	41.5	EM
Chile	63	33	50	42.0	39.25	45.5	EM
Spain	92	30	37	17.5	61.25	47.6	DM
China	37	68	31	56.5	64.25	51.4	EM
Kazakhstan	18	60	72	59.5	68.25	55.6	FM
Poland	81	31	64	48.5	58.00	56.5	EM
Russia	50	38	68	47.5	114.00	63.5	EM
Thailand	67	56	57	51.0	88.00	63.8	EM
Italy	126	45	32	31.5	87.75	64.5	DM
Hungary	77	57	51	48.0	90.25	64.7	EM
South Africa	107	83	38	59.0	42.75	66.0	EM
Greece	116	43	77	35.0	67.00	67.6	EM
Philippines	82	63	48	79.0	78.00	70.0	EM
Indonesia	115	65	360	73.5	70.25	70.8	EM
Turkey	127	55	60	58.5	77.75	75.7	EM
Colombia	86	70	76	77.0	102.75	82.4	EM
India	103	90	42	100.5	81.50	83.4	EM
Mexico	114	86	59	66.0	100.00	85.0	EM
Brazil	122	93	84	64.0	97.75	92.2	EM
Peru	64	82	116	88.5	113.25	92.8	EM
Argentina	139	39	93	78.0	125.75	95.0	FM

Kategoriler tablonun üstünde yer almaktadır.

Tablo 4.2. Dördüncü endüstriyel devrim için küresel rekabet gücü sıralamaları. Kaynak: UBS (2016), WEF (2017), IMD (2017).

Rank	Nation	UBS	WEF	IMD	Average
1	Singapore	2	1	1	1.3
2	Finland	4	2	4	3.3
3	U.S.A.	5	5	3	4.3
4	Netherland	3	6	6	5.0
5	Switzerland	1	7	8	5.3
	Sweden	11	3	2	5.3
7	Norway	8	4	10	7.3
8	United Kingdom	7	8	11	8.3
	Denmark	9	11	5	8.3
10	Hong Kong	7	12	7	8.7
11	Canada	15	14	9	12.7
12	New Zealand	10	17	14	13.7
13	Germany	13	15	17	15.0
14	Taiwan	16	19	12	15.7
15	Japan	12	10	27	16.3
16	Australia	17	18	15	16.7
17	Austria	18	20	16	18.0
18	Israel	21	21	13	18.3

Bu kapsamda dördüncü sanayi devrimine tüm ülkelerin bu sürece ayak uydurmaları gerektiği gerçeği ortaya çıkmaktadır. Çünkü uyum sağlayamayanın yok olması söz konusu olacaktır. Bu kapsamda Ülkeler Dördüncü Sanayi Devrimini yakalamak ve kendileri adına fırsata çevirmek için çeşitli çalışmalar yapmakta ve yol haritalarını oluşturmaya çalışmaktadır (Şekil 4.11.).

	Almanya	PLATTFORM INDUSTRIE4.0	-Endüstri 4.0 ve Dijital Ekonomi -Endüstri 4.0 Vizyonu 2025 -Endüstri 4.0 Uygulama Stratejisi
	Amerika	SMLC Smart Manufacturing Leadership Coalition	-Akıllı İmalat Koalisyonu -Akıllı İmalat Açık Platformu
	Büyük Britanya ve Kuzey İrlanda Birleşik Krallığı	Innovate UK CATAPULT High Value Manufacturing	
	Fransa	INDUSTRIE DU FUTUR	
	Avrupa Birliği	SPIRE Sustainable Process Industry through Resource and Energy Efficiency	
	Japonya	SOCIETY 5.0	Toplum 5.0 -Akıllı Üretim Sistemleri -Yeni İmalat Sistemleri
	Finlandiya	FIIF Finnish Industrial Internet Forum	-Endüstriyel İnternet
	Çin		Akıllı Fabrika 1.0

Şekil 4.11. Dünya'da 4. Sanayi Devrimi çalışmaları Ülke örnekleri

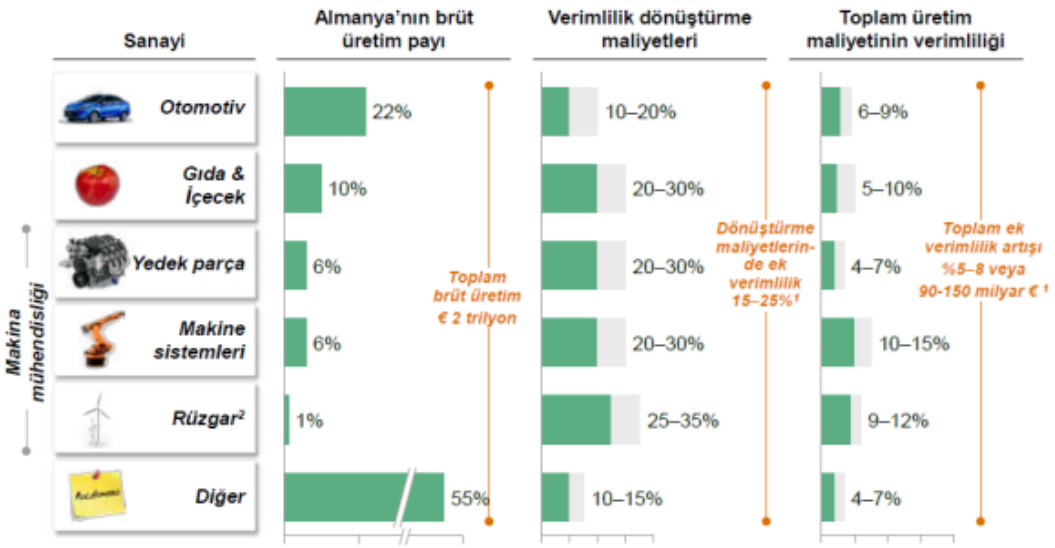
Şekil 4.9'da Almanya, Amerika, Büyük Britanya ve Kuzey İrlanda Birleşik Krallığı, Fransa, Avrupa Birliği, Japonya, Finlandiya ve Çin'de dijital dönüşüm çalışmaları kapsamında belirledikleri yol haritaları ve platformları yer almaktadır. Takip eden bölümde ülkelerde yapılan çalışmaların detayları sırayla ele alınmıştır.

4.2. ALMANYA

4. Sanayi Devrimi ya da Endüstri 4.0, ilk kez 2011 yılında Hannover Fuarı'nda dile getirilmiştir. Sonrasında bu konuyu Almanya Hükümeti'nin, dile getirmesiyle yeni bir sanayi stratejisi olarak ele almasıyla, 4. Sanayi Devrimi resmi bir nitelik kazanmıştır. Söz konusu fuardan sonra 4. Sanayi Devrimi üzerinde bir çalışma grubu kurulmuş ve çalışma grubu, bir yıl sonra, Sanayi 4.0'ün stratejik biçimde uygulanabilmesi yönündeki önerilerini hem yine Hannover Fuarı'nda sunmuş hem de Almanya Hükümeti'ne raporlamıştır. Bu çalışma grubunun başkanlığına ise Bosch Şirketinde yönetici olan Siegfried Dias ve SAP AG firmasında üst düzey yönetici olan Hennig Kagermann üstlenmiştir.

Almanya, gelişmiş üretim teknolojileri, konu ile ilgili geliştirilen devlet politikaları ve firmaların hali hazırda çalışmalara başlamış olması ile 4. Sanayi Devrimi'ne en yakın ülke olarak görülüyor. Ağustos 2006'da lanse edilen «İleri Teknoloji Stratejisi (High-Tech Strategy)» ile başlayan inovasyonu tetikleyen inisiyatifleri ile Almanya hem paydaşları ortak platformlarda topluyor hem de yatırımlara destek oluyor. Temmuz 2010'da oluşturulan «İleri Teknoloji Stratejisi 2020» ile de bilim ve endüstri arasındaki bağları artırmak hedefleniyor ve bu kapsamda bütçe içerisinde 200 milyon Euro'ya kadar teşvik Sanayi 4.0 için ayrılmış durumda. Geliştirilen projeler arasında Dijital Ürün Hafızası, Değiştirilebilir Lojistik Sistemler, Otonom Programlama, Yeni Nesil Medya gibi örnekler yer alıyor. Ayrıca oluşturulan mükemmeliyet grupları içerisinde 'Yüksek Maaşlı Ülkelerde Entegre Üretim Teknolojileri' ve 'Teknik Sistemler için Tanıma' gibi örnekler var. Son olarak da It's OWL olarak da bilinen 'Akıllı Teknik Sistemler' grubu oluşturulmuş. Alman hükümeti akademi, ticaret ve hükümet arasındaki araştırmaları teşvik etmek için yaklaşık 200 milyon avro (146 milyon avro, 216 milyon avro veya 278 milyon avro) yatırım yapıyor.

BCG analizine göre, Sanayi 4.0'ı uygulamaya başlayan Alman üretim sektörünün verimlilik kazancı, toplam üretim maliyetinin % 5-8 düşmesi ile beraber, önümüzdeki 10 yıl içinde 90-150 milyar Euro arasında gerçekleşecek (Şekil 4.12).



Şekil 4.12. Almanya'da Sanayi 4.0 dönüşümünün potansiyel faydaları (Kaynak BCG)

Malzeme maliyetleri dışarıda bırakıldığında, işleme maliyetlerinin % 20 civarında düşüş kaydetmesi bekleniyor. Bu kazançları elde edebilmek için ise Alman üreticilerin üretim sistemlerini ve süreçlerini Sanayi 4.0'a uyumlu hale getirmek için önümüzdeki 10 yıllık dönemde 250 milyar Euro yatırım yapması bekleniyor. Aynı zamanda kuruluşların ileri teknolojilere, tüketicilerin ise özelleştirilmiş ürünlere olan ilgisinin artmasıyla talepte görülecek artışın 300 milyar Euro'luk ek gelir elde edilmesine imkan sağlaması ve büyümedeki bu artışın da aynı dönemde istihdamda % 6'lık bir artışa neden olması bekleniyor. Alman üreticiler için toplam maliyetlerde %5-8, dönüştürme maliyetlerinde %15-25 verimlilik artışı mümkündür.

4.2.1. Almanya'daki Önemli Oyuncular

Almanya Ulusal Bilim ve Mühendislik Akademisi (Acatech)

Almanya Ulusal Bilim ve Mühendislik Akademisi hem devlet hem de topluma yönelik teknik değerlendirmeler ve ileri görüşlü öneriler sunuyor. Bilim ve endüstri arasındaki

iletişimi güçlendirmeyi hedefleyen bu kuruluş aynı zamanda inovasyonla sürdürülebilir gelişim için çalışmalar yürütüyor ve yeni nesillerin yetiştirilmesine katkıda bulunuyor.

Almanya Yapay Zeka Araştırma Merkezi (DFKI)

Sanayi 4.0 araştırmalarında önemli bir rol oynuyor. SmartFactory Living Lab'de süreçlere son teknolojinin entegrasyonu için çeşitli uygulama ve testler yapıyor. RES-COM projesi ile ileri seviyede entegre sistemlerde kaynakların otomatik olarak korunmasına yönelik çalışmalar gerçekleştiriyor. SmartF-IT ile de bu yeni üretim yapısında kompleksitenin yönetilebilmesi için siber-fiziksel sistemleri nasıl kullanabileceğine dair araştırmalar yapıyor.

Fraunhofer Araştırma Birliği

Yıllık olarak 1.9 milyar Euro'luk araştırma bütçesi ile özellikle kapasite planlama ve entegre üretim üzerine çalışmalar gerçekleştirmektedir.

Intelligent Technical Systems OstWestfalenLippe (It's OWL)

Endüstri 4.0 programının en büyük projesi olan it's OWL, akıllı teknolojik sistemler için uluslararası standartlar getirmeyi hedefliyor. It's OWL ağı dahilinde 174 firma ve araştırma kuruluşları yer alıyor ve otomasyondan entegre sistemlerde yer alan makinelerde geliştirmelere 45 farklı proje üzerine çalışıyorlar. Örnekler arasında kendini düzeltebilen üretim süreçleri, planlamanın dijitalize edilmesi, depolar arası enerji tasarrufu sağlayan lojistik, akıllı şebekelerde enerji yönetimi gibi projeler bulunuyor.

Industry 4.0 Platform

Nisan 2014'te oluşturulan bu platformun amacı teknoloji geliştirme, standartların oluşturulması, iş ve organizasyon modelleri geliştirilmesi ve uygulamaların yapılması. Bu kapsamda platform aktiviteler düzenlemekte, kaydedilen ilerlemeler hakkında bilgi vermekte ve kurumlar ve medya için iletişim merkezi olarak görev almaktadır.

SmartFactoryKL

2005 yılında başlatılan SmartFactory KL inisiyatifi teknolojinin pratiğe dönüştürülmesi için oluşturulmuş. Yeni geliştirilen teknolojiler modüler pilot fabrikalarda uygulanarak denenebiliyor. Örneklerden biri sabun dolumu gerçekleştiren fabrikadır. Burada müşterinin talep ettiği miktarda ürün makineler ile konuşarak yolunu belirleyebiliyor ve üretiliyor.

Siemens

Siemens müşterilerinin rekabetçiliğine katkıda bulunmak adına çözümler geliştirmiş durumda. Operatör eğitim modülü ile gerçekçi, veri tabanlı 3-D ortam augmented reality gözlükleri ile simüle edilerek çalışanlara acil durumlarda neler yapılması gerektiğini öğretiyor. Bu sanal dünyada çalışanlar makinelerin görüntüsüne tıklayarak gerçek makinelere etki edebiliyor. Aynı zamanda parametreleri değiştirebiliyor, veri alabiliyor ya da bakım talimatlarını okuyabiliyor.

Benzer şekilde geliştirdiği sanal makine üzerinden makine parçalarına etki edilebiliyor ve makinenin hazırlanma zamanı %80'e kadar azaltılabiliyor. Siemens, Endüstri 4.0'ı 'Digital Enterprise-Dijital Fabrikalar' olarak değerlendirmektedir. Siemens'in, Endüstri 4.0'ın en önemli özelliklerini sergileyen ve dijital fabrika anlamında örnek gösterilebilecek Almanya'daki ödüllü Amberg fabrikası, somut bir örnek olarak gösterilebilir. Bu fabrikada bugün bin çeşitten fazla Simatic programlanabilir akıllı kontrol cihazı (PLC) üretiliyor. Fabrikadaki üretimin kendi de Simatic kullanılarak kontrol ediliyor. Amberg'de 24 saat içinde tüm dünyadan 60 bine yakın müşteriye ürün tedariki sağlanıyor. Tamamen otomatikleştirilmiş taşıma sistemi, malzemelerin depodan makinaya 15 dakikada ulaştırılmasını sağlıyor. Üç vardiyalı işletme ile yılda 3 milyondan fazla parça takılıyor. Fabrikada her yıl endüstriyel kontrol teknolojisine yönelik Simatic ürününden yaklaşık 12 milyon adet üretiliyor. Bu, yıllık 230 iş gününde saniyede 1 ürünün üretilmesi anlamına geliyor. Üretim alanının büyüklüğü (10 bin metrekare) ve çalışan sayısı değişmemesine rağmen, fabrikanın üretim hacmi sekiz kat artmıştır.
Ghibli'deki fabrikasında Maserati üretiminde kullandığı tasarım yazılımı ile tüm paydaşların ortak bir platform üzerinde çalışması sağlanmış. Son otomobili Endüstri 4.0

vizyonuna uygun bir yaklaşımla dizayn edilip pazara çıktı. Bu şekilde ürünün pazara çıkış süresi %35 kısaltılmıştır.

Ülke Politikacılarının yönlendirmeleri

Almanya şansölyesi Merkel büyük veri ve Endüstri 4.0'ın Almanya üretim ekosisteminin ayrılmaz bir parçası haline gelmesi üzerine vurgu yaptı. Daha da önemlisi Alman sanayi devleri için oldukça aykırı olan kişisel verilerin toplanması ile birlikte kişiye özel ürünlerin üretilebilmesi fikrinin daha da yaygınlaşması gerektiğini vurguladı.

4.3. ABD

ABD'de kurulan 'Akıllı Üretim Liderlik Koalisyonu' (Smart Manufacturing Leadership Coalition (SMLC)) adlı kâr amacı gütmeyen girişim, özellikle endüstriyel üretimin geleceğine odaklanmıştır. Endüstriyel işletmeler, teknoloji ve inovasyon şirketleri, üniversiteler, tedarikçiler, resmi kurumlar ve üniversiteler de bu girişime büyük destek vermektedir. 'Akıllı Üretim Liderlik Koalisyonu', üretimde iş zekâsının ve otomasyonun benimsenmesi için çeşitli yaklaşımlar geliştirmek, ABD genelinde bir Ar-Ge platformu oluşturmak üzere çalışmalarını sürdürmektedir. Bütün bu çalışmalar, Endüstri 4.0 çerçevesinde akıllı üretim sistemleri kurma hedefiyle yürütülmektedir.

Amerika mevcut durumda gelişmiş teknolojik altyapısı ve sahip olduğu inovasyon kültürü ile 4. Sanayi Devrimi'ne yakın ülkelerden. Ülkede üreticiler üretim yetkinliklerini artırmaya devam ediyor ve ülke ekonomisi büyük, etkili bir dönüşümü kaldırabilecek derecede güçlü. Aynı zamanda ülkenin inovasyon, yazılım geliştirme ve eğitim alanlarında kanıtlanmış geçmişi bulunuyor.

Üretim, ABD GSYH'sinin %12'sini oluşturuyor olsa da özel sektör AR-GE çalışmalarının %70'i ve alınan patentlerin %90'ı bu sektör tarafından tetikleniyor. Ayrıca yapılan bir araştırmaya göre gelişmekte olan ülkelerde ücretler artmaya başladığından artık üretimi bu ülkelere kaydırmak ABD için çok da karlı olmamaya başlayacak.

Amerika'da deyim 'akıllı üretim' (smart manufacturing) olarak geçiyor ve SMLC (Smart Manufacturing Leadership Coalition) çalışmalarına 2010 yılında başladı. Firmaları ortak

bir platformda buluşturmayı hedefleyen yapı 21. yüzyılın üretim teknolojilerinin geliştirilmesini ve yaygınlaştırılabilmesini hedefliyor.
Amerika'da da endüstriyel internet konusu için devlet tarafından yaklaşık 2 milyar dolarlık bir fon oluşturuldu. Ayrıca Industrial Internet Consortium (IIC) da konu ile ilgili araştırmalar yapıyor.

Amerika'nın önemli oyuncularından GE (General Electric) Industry 4.0 ile ilgili çalışmalarına başlamış durumda. GE kavramı «endüstriyel internet» olarak adlandırıyor. Caterpillar da her sene AR-GE yatırımları için 2 milyar dolar ayırıyor ve mevcut durumda alınmış ve alınmayı bekleyen 15 bin patenti bulunuyor. Yine Amerikan firması Cisco «Connected Factory» çözümünü piyasaya sürmüş durumda.

Ülke Politikacılarının yönlendirmeleri

2013 yılında Obama şöyle diyor: "İlk önceliğimiz Amerika'yı yeni işler ve üretim için bir cazibe merkezi haline getirmek. 10 yıldır iş kaybeden üretim sektörümüz son 3 yıl içerisinde 500 bin yeni istihdam oluşturmayı başardı. Caterpillar Japonya'dan, Ford ise Meksika'dan işleri ABD'ye taşıyor. Çin gibi ülkelerde üretim yapan Intel, daha gelişmiş fabrikasını burada kuruyor. Ve bu yıl, Apple tekrar Mac'leri Amerika'da üretmeye başlayacak. Bu trendi hızlandırmak için bizim de yapabileceğimiz bir şeyler var. Geçtiğimiz yıl ilk üretim inovasyon merkezini açtık. Bir zamanlar depo olan yer şimdi 3D baskı konusunda devrimsel çalışmaların yapıldığı bir yer ki bu sayede neredeyse her şeyi burada üretebiliriz."

4.4. FİNLANDİYA

Endüstriyel üretimin ve ileri teknolojilerin önemli bir ülkesi olan Finlandiya da endüstri devriminin ülkeye kazandıracaklarının farkındadırlar. Son dönemlerde endüstriyel gelişimi yavaşlamış olan ülkede eğer hiçbir şey yapılmazsa bu yavaşlamanın devam edeceği ve önümüzdeki 4 senelik dönemde 16 bin işin kaybedileceği öngörülüyor. Ancak yeni gelişmelerin takip edilmesi ve uygulanmasıyla yatırımlarda 4 milyar Euro'luk bir artış ve 16 bin yeni iş imkanı oluşacağı belirtilmiş. Hatta endüstriyel internet konusunda öncü

davranılması durumunda bu rakamların 12 milyar Euro ve 48 bin yeni iş imkanına kadar çıkabileceği düşünülüyor.

Finlandiya'nın inovasyon ve teknoloji mali destek ajansı Tekes tarafından yürütülen Ar-Ge programı bulunuyor. Ayrıca farklı firmaları birbirine bağlayabilmek adına Fin Endüstriyel Internet Forumu (FIIF) oluşturuldu. Bu oluşum aynı zamanda sorunların çözümünde teknolojinin kullanımını artırmayı, daha hızlı test ve denemelerin yapılabilmesini, girişim aktivitelerini ve AR&GE çalışmalarını desteklemeyi, konuyla ilgili eğitimler düzenlemeyi ve özellikle Avrupa ve ABD'de yaşanan gelişmeleri takip etmeyi ve birlikte çalışma fırsatları yaratmayı hedefliyor.

Mobil teknolojiler başta olmak üzere, endüstriyel üretimde Avrupa'nın önemli merkezlerinden biri olan Finlandiya da, değişen çevre koşulları ve nüfusun yaş ortalaması artışı nedeniyle zaman içinde bu konumunu kaybetme tehlikesiyle karşı karşıya kaldı. Hızla harekete geçen Finlandiya hükümeti, belirlediği 2020 Vizyonu'nda, Almanya'nın liderlik ettiği Endüstri 4.0'dan da esinlenen bu yeni vizyon çerçevesinde yeni iş modelleri de oluşturdu. Böylece, Avrupa'nın ileri mühendislik yeteneklerinden yararlanılabilecek yeni bir ortamın yaratılmasına yönelik adımlar atılmış oldu."

4.5. ÇİN

Çin'in imalattaki hızlı yükselişi küresel dalgalanmadan etkilenmedi ve Çin, pazarın en büyük aktörü olarak öne çıkmayı başardı. Son beş yılda pazarda edindiği lider konumu korumak için Çin de yeni paradigmaya uyumu kolaylaştıracak bir strateji takip ediyor: Akıllı Fabrika 1.0. Bu proje üretim süreçlerinin dijitalleşmesi yönünde atılacak adımları kapsıyor. Gelişmiş ekonomilerin aksine Çin'de dijitalleşme sürecinin otomasyon ayağına odaklanılıyor.

Çin'de geçtiğimiz yüzyılın sonlarında başlayan endüstri reformunda iki konu her zaman önemliydi; hükümetin rehberliği ve endüstriyel firmaların öncelikli ihtiyaçları. Akıllı Fabrika 1.0'da hükümet politikaları önemli bir rol tutuyor. Ayrıca özellikle üretim verimliliği konusunda belirlenen iddialı hedeflere ulaşılabilmesi için E-Cube gibi yerli

dijital otomasyon sistemleri geliştiren firmaları Akıllı Fabrika 1.0 projesi kapsamında farklı firmalarla işbirliği yapmaya teşvik ediyor.

Çin, Industry 4.0 geçişinin adım adım olması gerektiğine inanıyor ve devletin üretim politikalarına değinen Made in China 2025'in bu kapsamda gerçekleştirilecek 3 adet 10 senelik planın ilki olduğu belirtiliyor. Financial Times'ın özellikle dikkat çektiği nokta ise Almanya'dan çok farklı dinamiklere ve koşullara sahip Çin'in Almanya'nın dönüşümünü olduğu gibi kopyalayamayacak olması.

Land Rover'ın Aurora ve Freelander II'sinin üretiminde akıllı sistemler kullanılabilmesi için firma, Shangai MJ Intelligent Systems ile 2.6 milyon dolarlık bir anlaşma yaptı. Anlaşmaya göre kişiselleştirilmiş Aurora modelleri, Industry 4.0 üretim hattından bu senenin sonunda çıkacak.

Çin'in inovasyon politikası, sosyal, bölgesel ve endüstriyel seviyelerde faaliyete önem veriyor. CASTED'in yaptığı bir araştırmaya göre Çin'de firmalar birbirlerinden öğrenmenin ve problemlere yönelik ortak bir dil geliştirebilmenin önemli olduğunu savunuyor.

Çin, Almanya'nın liderliğinde başlayan Dördüncü Sanayi Devrimi'ni en kısa zamanda yakalamaya odaklanan ülkeler arasında yer almaktadır. Endüstri 4.0 teknolojisinin yanı sıra, hazırlanmakta olan standartları da benimsemeye kararlı görünen Çin, Sany gibi ağır makina ya da Haier gibi tüketici elektroniği üreticileri aracılığıyla Endüstri 4.0'a hızlı bir giriş yapmıştır. Ekim 2014'ten bu yana süren 'Endüstri 4.0 Almanya-Çin İnovasyon Ortaklığı'nın meyveleri de alınmaya başlanmıştır. Ülkede otomasyon ve dijitalizasyon süreçlerine yapılan yatırımlar her geçen gün artarken, 2005'ten bu yana BT'ye yapılan yatırımlardaki artış iki katına ulaşmıştır. Özellikle robot teknolojilerinde yaşanan gelişmelerle birlikte, endüstriyel robot üretimi de çoğalmıştır. Çin'de üretilen endüstriyel robotların büyük bölümünün 2017'de fabrikalarda devreye alınması planlanmaktadır. Bu bağlamda da Çin, kendine pusula edindiği Almanya'nın özellikle mekanik, elektrik ve otomotiv sektörlerinde bir yandan da rakibi olmaya aday görünmektedir. Bu rekabetin yaşanabilmesi için Çin'in öncelikle Alman endüstrisinin geldiği noktayı yakalaması gerekmektedir.

4.6. HİNDİSTAN

Başbakan Narendra Modi, Hindistan'ı global rekabete sahip bir imalat merkezi haline getirmek amacıyla, sanayi geliştirme planını ortaya koymuştur. Modi, Almanya ziyareti sırasında defalarca yaptığı açıklamalarda, Hindistan'ın dış yatırım çekmek amacıyla yabancı sermaye giriş kriterlerini azaltacağını vurguladı. Ancak Hindistan'da emek gücünün eğitim seviyesi düşük. Ayrıca Hindistan'da altyapı tesislerinin kalitesi düşük, enerji ve su kaynakları eksiği var. Dolayısıyla Endüstri 4.0'a geçişi konusundaki iddiasına karşılık şüpheler de mevcuttur.

4.7. BÜYÜK BRITANYA VE KUZEY İRLANDA BIRLEŞIK KRALLIĞI

Birleşik Devletlerde Akıllı Üretim Liderlik Koalisyonu (SMLC), Endüstri 4.0'ın arkasındaki düşünce biçimini ilerletmek isteyen üreticiler, tedarikçiler, teknoloji firmaları, devlet kurumları, üniversiteler ve laboratuvarlardan oluşan kâr amacı gütmeyen bir kuruluştur. Endüstriyel ağa dayalı bilgi uygulamaları için açık, akıllı bir üretim platformu kurmayı amaçlıyor. Amacı, sonunda her büyüklükteki imalat firmalarının kendi ihtiyaçlarını karşılamak üzere özelleştirilebilen modelleme ve analitik teknolojilere kolay ve uygun fiyatlı erişim sağlamasındır.

4.8. JAPONYA

Almanya Hannover'da düzenlenen dünyanın en büyük bilişim fuarı CeeBIT 2017'ye bizzat katılan Japonya Başbakanı Shinzo Abe dördüncü endüstri devrimin ardından yaşanan yeni dönemi Tokyo'da Society 5.0 ismiyle başlatmıştır. Bu fuarda Japonya Başbakanı Shinzo Abe: "Beşinci bölümün açılışına şahitlik ediyoruz. Daha önce asla çözülemeyen bazı sorunlara etkin çözümler buluyoruz. Bu dönem Nesnelerin İnterneti ile her şeyin bağlantıda olduğu, teknolojilerin etkin kullanıma açıldığı Society 5.0 dönemi." İfadelerini kullanmıştır (Euronews, 2017).

Japon teknoloji devi SoftBank'ın geliştirdiği insanların duygularını algılayabilen robot Pepper Humanoid robot el sıkıyor, konuşuyor ve çok yakında otellerde resepsiyonist olarak işe başlamaya hazırlanıyor (Şekil 4.13).

Şekil 4.13. Pepper

Robotun mucidi Yuta Mitsubori teknolojinin insanların işlerini elinden almayacağını aksine hayatını kolaylaştıracağını belirtmekte ve "Ben robotların insanların işini elinden alacağı düşüncesine katılmıyorum. Onlar insanlara ihtiyaç duyulmayan işleri yaparken, insanlar daha fazla dikkat gerektiren önemli işlere yoğunlaşabilir. Bizim aplikasyonumuzun amacı bu." İfadelerini kullanmaktadır.

Akıllı Aynalar

Japonya Society 5.0 ile her alanda insansız bir yaşamın kapılarını aralıyor. Moda endüstrisini de etkisi altına alan bilişim teknolojileri Seiren isimli tekstil firmasının butiklerinde tezgahtar yerine akıllı aynalar kullanmaya başlamasıyla yaygınlaştı. Müşterilerin dijital ortamda elbise denediği ve seçilen modellerin üretilip evlere yollandığı Seiren butiği CEO'su Tatsuo Kawada anlattı: "Bugüne dek tekstil endüstrisinde ürünlerin %60'ı satılırsa bu rakam büyük bir başarı olarak görülüyordu. Bu da demek oluyor ki her üretimin %40'lık payı kayıptı. Şimdi ise bilişim teknolojileri sayesinde sadece sattığımız ürünleri üreteceğiz. Farklı stiller, küçük üretimler, kısa sürede teslimat."

4.9. GÜNEY KORE

Güney Kore'nin Tablo 4.2 de yer alan Rekabet Edebilirlik Raporu rapora göre 25. Sırada yer alması ve dünyada en kompleks oyun olarak bilinen Go'da, Kore'li dünya şampiyonu Lee Se-dol'un, Google'ın yapay zeka yazılımı AlphaGo karşısında yenik düşmesi panik oluşturmuştur. Güney Kore, otomobilden dijital teknolojilere kadar güçlü bir imalat sektörüne sahiptir. Eğitimde, Ar-Ge'de ve inovasyonda dünyada önde gelen ülkeler

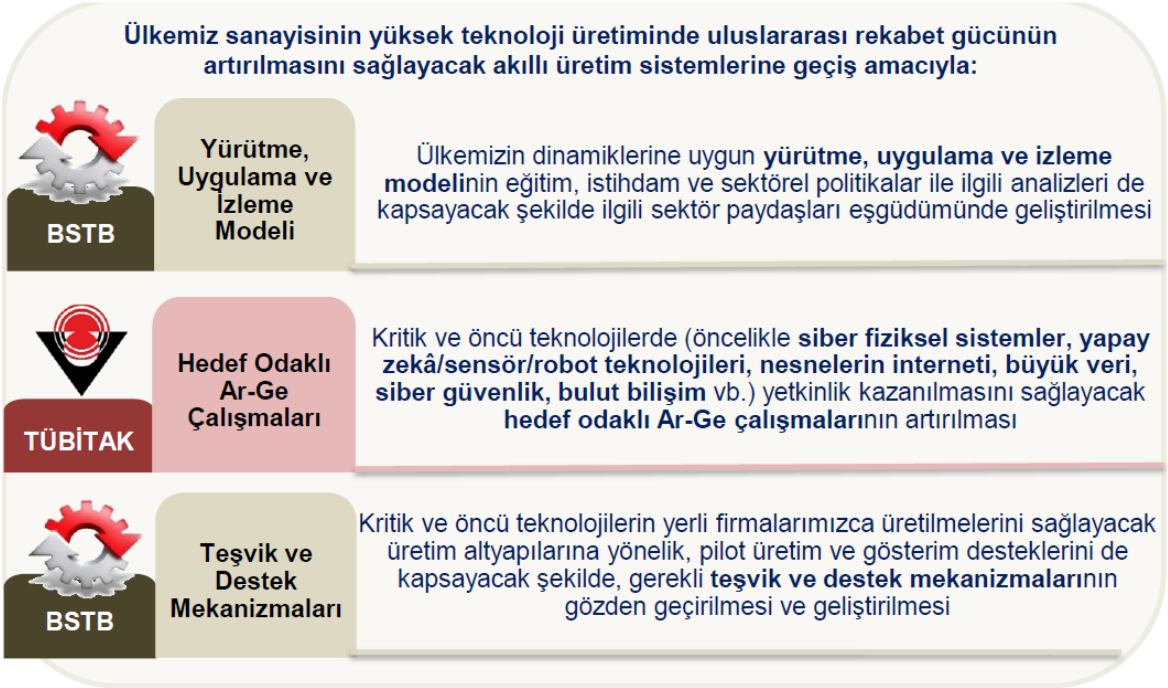
arasındadır. Tüm bunlara karşın, yapay zeka gibi konularda ABD karşısında yetersiz kalmakta ve hızla teknolojik olarak güçlenen Çin rekabeti ile zorlanmaktadır. Küresel rekabet gücünü devam ettirebilmek için 2016 yılında, hükümet, yapay zeka, akıllı kentler, sürücüsüz araba teknolojilerini de içeren 9 alanda, 10 yıl içerisinde 2 milyar dolar harcayacağını açıklamıştır. On yıl sonunda, yapay zeka konusunda uzmanlaşmış 1000 şirket ve 12,000 profesyonel hedefini ortaya koymuşlardır. Teknoloji devleri ve BT firmaları yapay zeka konusunda el ele vererek, AlphaGo'nun Güney Kore versiyonunu geliştirme misyonunu benimsediklerini açıkladılar. Samsung, Hyundai ve SK Telekom'u da içeren 7 dev kuruluşun her biri yaklaşık 300 milyon dolar koyarak, devletin de destek vereceği Yapay Zeka Araştırma Enstitüsü'nü kurmuşlardır.

5. TÜRKİYE'DE DİJİTAL DÖNÜŞÜM (SANAYI 4.0) İNCELEMESİ ve YAPILAN ÇALIŞMALAR

Daha önceki bölümlerde google trend bilgilerine göre Endüstri 4.0 a ilginin Türkiye'de 2015 sonlarından itibaren artış gösterdiği ifade edilmişti. Bu tarih Türkiye'de endüstri 4.0'ın konuşulmaya başladığı tarihlerle paralellik göstermektedir. Ancak Tablo 4.2'deki UBS raporunda verilen Endüstri 4.0'a hazır olma sıralamasında, Türkiye 39. sırada. Yunanistan, Macaristan, Rusya, Kazakistan, Polonya bizim üstümüzdedir.

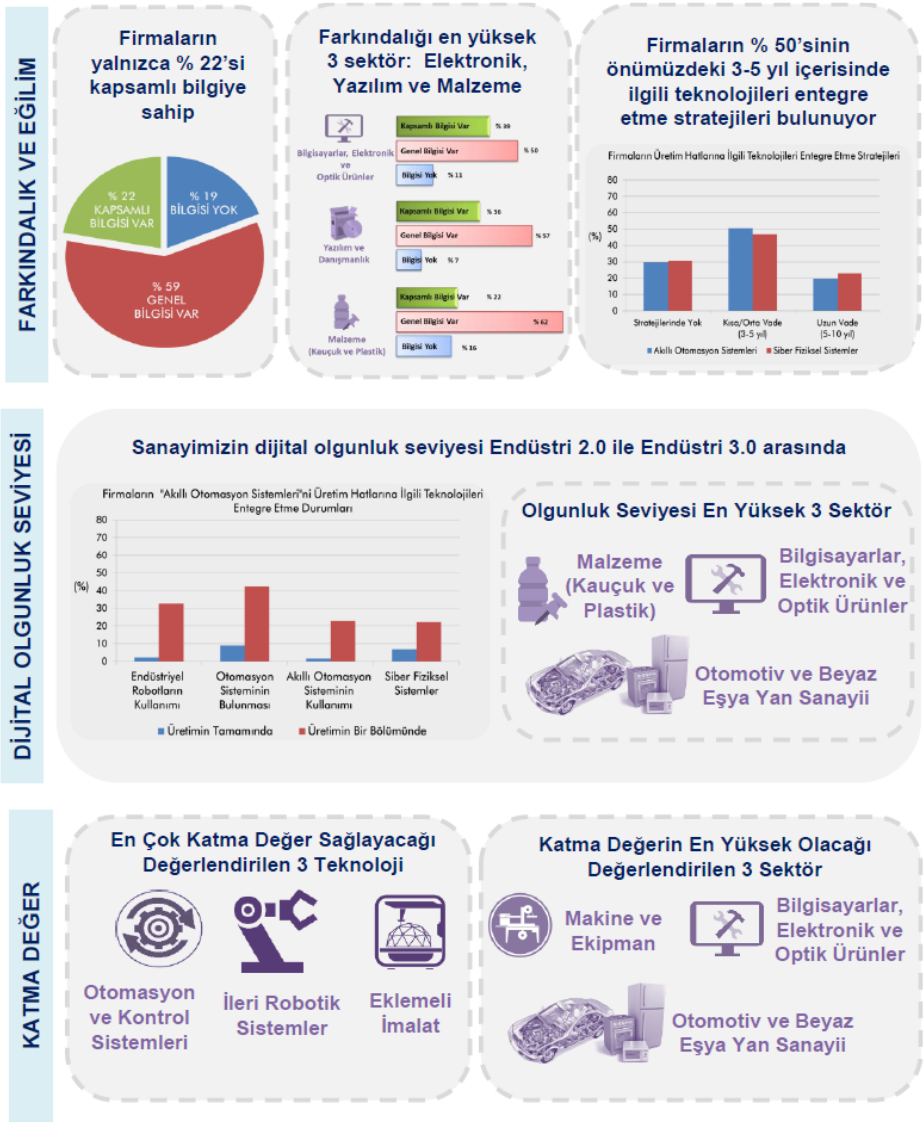
5.1. TÜBİTAK Yeni Sanayi Devrimi Akıllı Üretim Sistemleri Teknoloji Yol Haritası

Ülkemizin yeni sanayi devrimindeki konumunun güçlendirilmesi ve sanayide dijital dönüşümün hızlandırılması amacıyla Şubat 2016'da gerçekleştirilen Bilim ve Teknoloji Yüksek Kurulu'nun (BTYK) 29. Toplantısı'nda 2016/101 no.lu 'Akıllı Üretim Sistemlerine Yönelik Çalışmaların Yapılması' Kararı alınmıştır (Şekil 5.1.).



Şekil 5.1. BTYK'nın 2016/101 no.lu 'Akıllı Üretim Sistemlerine Yönelik Çalışmaların Yapılması' Kararı

Karar kapsamında TÜBİTAK tarafından ‘Akıllı Üretim Sistemleri'ne Hizmet Eden Kilit ve Öncü Teknolojiler'in belirlenmesi amacıyla Nisan-Kasım 2016 tarihleri arasında bir dizi çalışma yürütülerek "Yeni Sanayi Devrimi Akıllı Üretim Sistemleri Teknoloji Yol Haritası" nihai taslağı hazırlanmıştır. Çalışmalara özel sektör kuruluşları, üniversiteler, kamu araştırma enstitüleri ve ilgili kamu kurumlarından yetkililer aktif katılım ve katkı sağlamıştır. Anılan Teknoloji Yol Haritası, teknoloji grupları altında belirlenen ulusal stratejik hedefler, ülkemizin bu hedeflere ulaşması için geliştirilmesi kritik olan ürün/teknolojiler, bunların geliştirilmesine yönelik Ar-Ge projeleri ve son olarak da geliştirilen kritik ürün/teknolojilerin öncelikli sektörel uygulamaları şeklinde çok katmanlı olarak hazırlanmıştır. Teknoloji Yol Haritasında, Ar-Ge ve Yenilik Faaliyetlerinin odaklanacağı 3 Teknoloji Grubunda 8 Kritik Teknoloji, 10 Stratejik Hedef, 29 Kritik Ürün belirlenmiştir. İlgili çalışmada yapılan ankete yönelik analizin özet bulguları aşağıda sunulmaktadır (Şekil 5.2.).



Şekil 5.2. TÜBİTAK Mevcut Durum Anket ve Analiz Çalışması

Kavram çalışması, anket çalışması ile yapılan mevcut durum değerlendirmesi ve paydaşlarla yapılan çalıştayların çıktıları bir arada değerlendirilerek akıllı üretim sistemlerine yönelik çok katmalı teknoloji yol haritası hazırlanmıştır (Şekil 5.3.).

Şekil 5.3. 'Akıllı Üretim Sistemleri' Kritik ve Öncü Teknolojileri

Bu çalışma kapsamında Türkiye'nin Dünyadaki Seviyeyi Yakalaması/Üzerine Geçmesi için belirlenen 10 Teknolojik Hedef Şekil 5.4'de gösterilmektedir.

TÜBİTAK'ın 2016 yılında 1000 özel sektör kuruluşuyla yapmış olduğu çalışma, Türkiye Sanayisinin dijital olgunluk seviyesinin Endüstri 2.0 ile Endüstri 3.0 arasında olduğunu göstermektedir. Aynı çalışmanın en önemli sonuçlarından bir diğeri ise; endüstriyel robotların, otomasyon ve siber fiziksel sistemlerinin kullanımının büyük oranda üretimin sadece bir bölümünde olmasıdır. Bu teknolojilerin üretimin tamamında yer alması Endüstri 4.0'a giden yolda önemli bir adım olacaktır. Firmaların %50'sinin önümüzdeki 3-5 yıl içerisinde ilgili teknolojileri entegre etme stratejilerinin bulunması, bu önemli adımların atılacağı konusunda umut vermektedir.

Şekil 5.4. Türkiye'nin Dünyadaki Seviyeyi Yakalaması/Üzerine Geçmesi için belirlenen 10 Teknolojik Hedef

5.2. Sanayide Dijital Dönüşüm Platformu

2016 yılı Aralık ayında Türkiye Cumhuriyeti Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanı Faruk Özlü başkanlığında Sanayide Dijital Dönüşüm platformu kuruldu. Platform çatısı altından TOBB, TİM, TÜSİAD, MÜSİAD, YASED ve TTGV gibi kuruluşlar yer almaktadır. Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanı Faruk Özlü, yeni sanayi devriminde, birçok işi robotların ve makinelerin yapacağı, dolayısıyla insanın öneminin azalacağı gibi yanlış bir algı olduğunun altını çizerek, "İnsanın önemi azalmak bir yana dursun, daha da artacak. Yeni meslekler ortaya çıkacak. Yeni dünya düzeninde en önemli sermaye eğitimli ve nitelikli insan kaynağı olacak" ifadelerini kullanmıştır.

5.3. Endüstri 4.0 Farkındalık Çalışmalarına Örnekler

Endüstri4.0 Portalı

ElektrikPort'un www.endüstri40.com portalı hazırlamıştır. Endüstri 4.0 Platformu ile akademisyenlerden sektör profesyonellerine, karar vericilerden öğrencilere kadar endüstriyle ilgili tüm kesimleri tek çatı altında bir araya getirmeyi hedefliyoruz. Portalda; Endüstri 4.0'ın yol haritası, üretim teknolojilerindeki gelişmeler, Endüstri 4.0'a geçiş sürecinde karşılaşılabilecek zorluklar, eğitim sisteminin Endüstri 4.0'a entegrasyonu gibi önemli başlıklar, haber, teknik makale ve röportajlar aracılığıyla ele alınıyor.

TÜSİAD

-TÜSİAD Tarafından 2016 yılı Mart ayında "Türkiye'nin Sanayi 4.0 Dönüşümü Konferansı" Gerçekleştirildi.

Konferansta "Türkiye İçin Neden Sanayi 4.0 ve Nasıl Bir Yol Haritası" başlıklı panel gerçekleştirildi.

TÜSİAD ve Boston Consulting Group (BCG) işbirliği ile hazırlanan "Türkiye'nin Küresel Rekabetçiliği İçin Bir Gereklilik Olarak Sanayi 4.0: Gelişmekte Olan Ekonomi Perspektifi" başlıklı rapor hazırlandı.

TÜSİAD, Samsung Türkiye, Deloitte Türkiye ve GFK Türkiye

TÜSİAD, Samsung Türkiye, Deloitte Türkiye ve GFK Türkiye'nin müşterek çalışmasıyla hazırlanan, 2016 tarihli "Türkiye'deki Dijital Değişime CEO Bakışı" isimli rapor, Türkiye'de faaliyet gösteren 58 şirketin üst düzey yöneticileriyle yüz yüze yapılan görüşmeler sonucunda ortaya çıkmıştır. Üst düzey yöneticilere göre, şirketlerinin dijital stratejilerinin çalışanlar tarafından anlaşılma oranı %66 seviyelerindedir ve dijital değişime yön veren C seviye yönetici varlığı da %38 çıkmıştır. Şirket yöneticilerine şirketlerinin dijital olgunluk seviyesi sorulduğunda ise; %7'si giriş, %59'u gelişmekte olan ve %34'ü gelişmiş bir dijital yapıya sahip olduklarını belirtmiştir. Araştırmanın en önemli

sorularından biri, şirketlerin yatırımlarının ne kadarlık bir kısmını dijital gelişime ayırdıklarıdır. Ortalama olarak bu oran %27 çıkmıştır. Yine bu rapora göre 2015 yılında şirketlerin %90'ı müşteri deneyimi konusuyla birlikte veri analizi ve madenciliği konusunda da yatırım yapmıştır. %97'si ise 2016-2018 döneminde bu alanlarda yatırım yapmaya devam etme niyetinde olduklarını belirtmişlerdir (TÜSİAD, Samsung Türkiye, Deloitte Türkiye ve GFK Türkiye, 2016).

5.4. Türkiye için Endüstri 4.0 Neden Önemli?

Sanayi 4.0 dönüşümüyle dört önemli kategoride gelişme kaydedilmesi beklenmektedir (TÜSİAD, BCG, 2016):

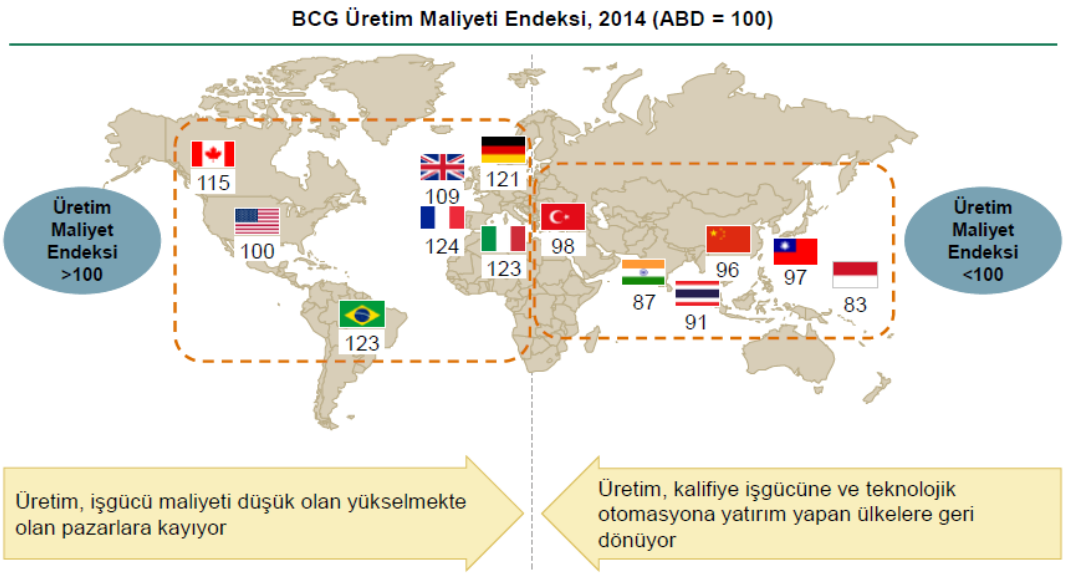
Verimlilik: Sanayi 4.0'ın başarılı bir şekilde uygulandığı durumda, günümüz ekonomik büyüklüğünde, Türkiye'deki üretim sektörlerinin verimliliğinde 50 milyar TL'ye varabilecek bir fayda kaydedilmesi potansiyeli mevcuttur. Bu analizin temeli, toplam üretim maliyeti göz önüne alındığında, verimlilikteki artışın % 4-7 arasında olacağı beklentisine dayanmaktadır. Sadece dönüşüm maliyeti (malzeme maliyetleri hariç üretim maliyeti) değerlendirildiğinde, verimlilik artışının % 5-15 arasında olması beklenmektedir.

Büyüme (Ciro Artışı): Küresel değer zincirlerine entegrasyon ve Sanayi 4.0 çevresinde oluşacak ekonomi yoluyla kazanılacak rekabet avantajının, sanayi üretiminde yıllık yaklaşık % 3'e kadar ulaşabilecek bir artışı tetiklemesi beklenmektedir. Bu büyüme Türkiye GSYİH'sinde % 1 ve üzeri bir ek büyüme ve 150-200 milyar TL düzeyinde ek gelir anlamına gelmektedir.

Yatırım: Sanayi 4.0 teknolojilerinin üretim sürecine dahil edilmesi için önümüzdeki 10 yıllık süreçte –günümüz fiyatları ve ekonomik büyüklüğü baz alındığında- yılda yaklaşık 10-15 milyar TL (üreticilerin gelirlerinin yaklaşık %1- 1,5'i) yatırım yapılması gerektiği tahmin edilmektedir.

İstihdam: Büyüme hedeflerinin de gerçekleşeceği varsayımıyla, toplam sanayide istihdam edilen iş gücü ihtiyacının artacağı ve daha da önemlisi çok daha nitelikli, eğitim ve gelir düzeyi yüksek bir iş gücü yapısının oluşacağı öngörülmektedir. Bu bağlamda önümüzdeki on yılda, istihdamda yetkinlik düzeyi düşük işlerde iş gücünün azalması olası olmakla birlikte, sanayi üretiminin artması ile toplamda mutlak bir artış yaşanması beklenmektedir. Aynı zamanda, yüksek nitelikli işgücü yapısı ile gelir piramidinin ve Türkiye "know-how" altyapısının gelişeceği değerlendirilmektedir.

Türkiye, lojistik avantajı sağlayan coğrafi konumu sayesinde ve esnek, düşük maliyetli üretim yapabilmesini sağlayan görece düşük maliyetli işgücünü kullanarak, küresel değer zincirinde oldukça rekabetçi şekilde konumlanmıştır. Üretim ücretleri, verimlilik, enerji maliyetleri ve döviz kurlarını dikkate alarak oluşturulan BCG Global Üretim Maliyeti Endeksi'nde, Türkiye 98 ortalama birim maliyet ile üretim yaparken, ABD 100, Almanya ise 121 ortalama birim maliyetle üretim gerçekleştirmektedir. Diğer bir deyişle, Türkiye'deki ortalama doğrudan üretim maliyetleri Almanya'nın % 23, ABD'nin ise % 2 altındadır. Bu analiz, Türkiye'nin küresel değer zincirinden pay almak ve ihracat platformunu güçlendirmek için sahip olduğu rekabet avantajının altını çizmektedir (Şekil 5.5).



Şekil 5.5 Türkiye'nin küresel değer zincirindeki konumu (Kaynak BCG Group)

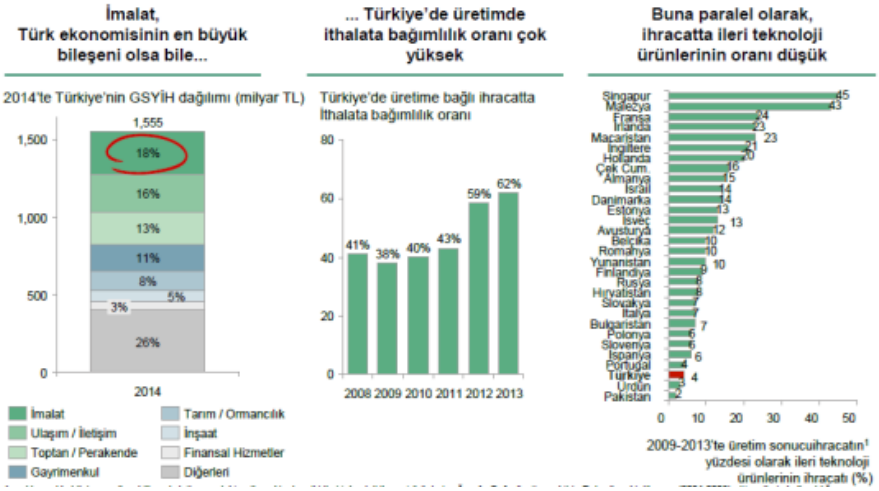
Türkiye lojistik avantajından ve düşük işgücü maliyetinden faydalanarak global değer zincirinde konumlanmaktadır. Bununla birlikte, Türkiye mevcut rekabetçi pozisyonunu korumak ve sağlamlaştırmak için çeşitli yapısal zorluklarla karşı karşıyadır (Şekil 5.6).

• İhracat için ithalata yüksek bağımlılık: İhracat amacıyla yapılan ithalatın oranı yapısal olarak yıllardır yüksek seyrediyor.

• Katma değerli ürünlerin toplam üretim içindeki düşük payı: Katma değerli ürünlere olan talep dünya çapında artmasına rağmen, Türkiye'nin ihracatında ileri teknoloji kullanılan ürünlerin payı yaklaşık % 4 düzeyindedir.

• Sınırlı işgücü yetkinlikleri: Yetkinlikleri sınırlı olan işgücü ve ekosistemler, yeni teknolojilerin benimsenmesini yavaşlatmaktadır.

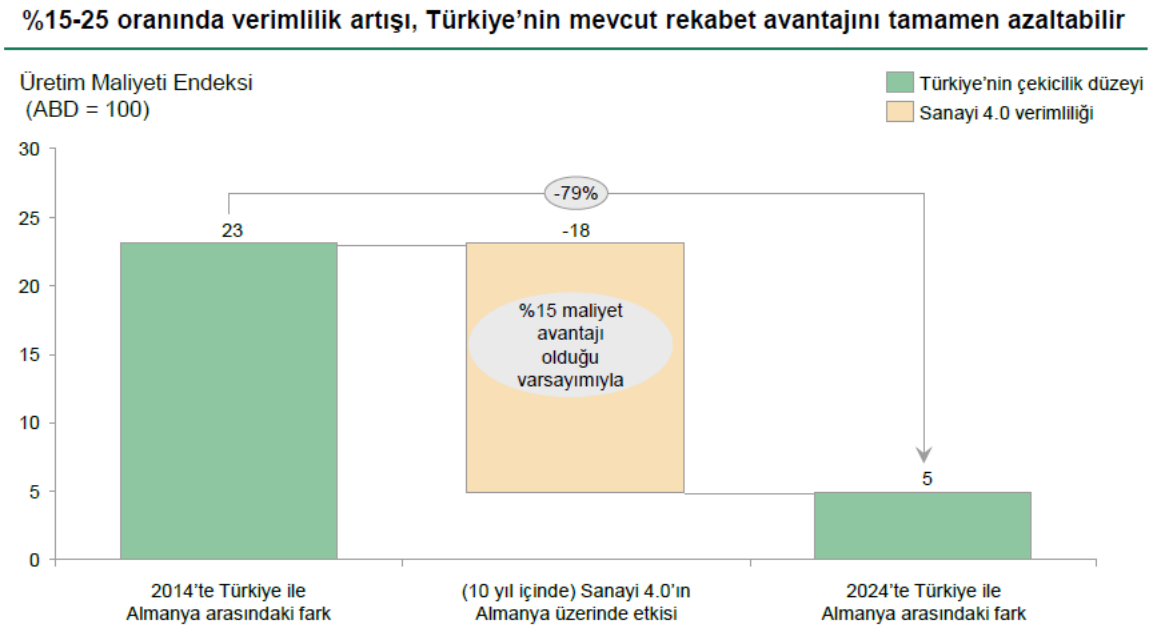
• Çalışanların yüksek işten ayrılma hızı: İşgücünün sanayiden hizmet sektörüne doğru kayması, üretim sektöründe çalışanların işten ayrılma hızını arttırmaktadır.



Şekil 5.6. Türkiye imalat sanayisinin küresel değer zincirindeki konumu (Kaynak BCG)

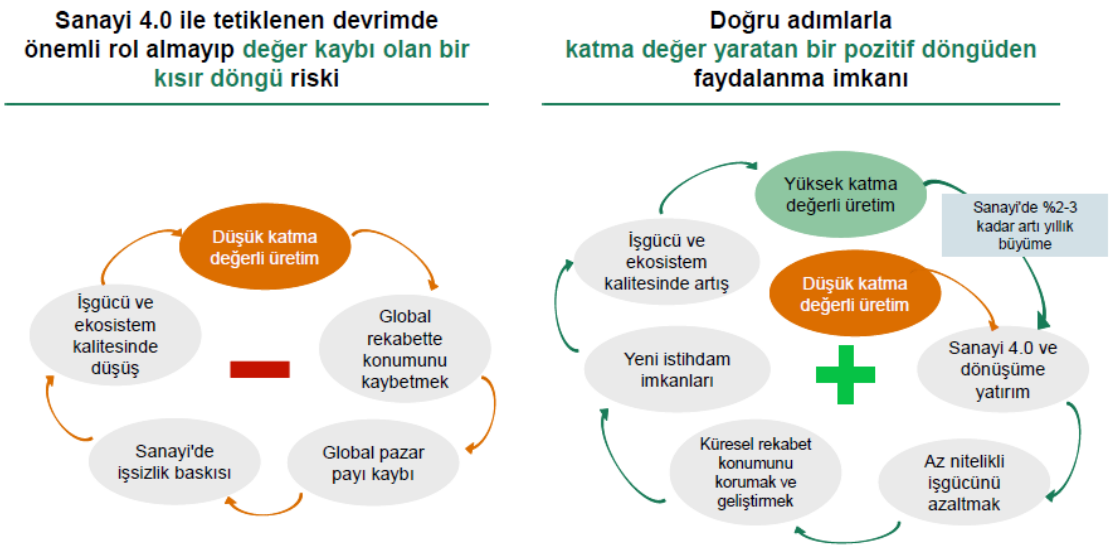
Bu yapısal zorlukların yanı sıra, küresel Sanayi 4.0 dönüşüm süreciyle diğer ülkelerin üretim verimliliklerinde yaşanabilecek olası artışlar Türkiye'nin rekabetçiliğini küresel düzeyde zayıflatabilir.

Bu (d)evrimin ortaya çıkaracağı finansal kazancın, işgücü profilinde yaratacağı değişiklikler ve tetikleyeceği dev yatırımlar nedeniyle çığır açıcı nitelikte olması beklenmelidir. Öte yandan, kazanılan maliyet avantajı sonucunda, küresel rekabet gücü dengesinde, Sanayi 4.0 teknolojilerini benimseyen ülkeler lehinde bir değişim olacak olması asıl önemli husustur. Eğer, Almanya'da Sanayi 4.0 girişimlerinin başarıyla uygulanmasıyla işleme maliyetleri beklendiği gibi % 20 azalır ve Türkiye mevcut rekabet değişkenlerinde iyileştirme yapmazsa, Almanya'ya kıyasla şu anda sahip olduğu rekabet avantajının neredeyse tamamını kaybedecek (Şekil 5.7).



Şekil 5.7. Almanya'nın Sanayi 4.0 dönüşümünün Türkiye'ye muhtemel etkisi

Almanya Sanayi 4.0 potansiyelini gerçekleştirirse, Türkiye Almanya'ya kıyasla maliyet avantajını kaybetme riskindedir. Bu örnekte de görüldüğü gibi, Sanayi 4.0 uygulamalarının diğer ülkelerde gelişmesi, Türkiye'nin üzerindeki rekabet baskısını uzun vadede daha da arttıracak. Türkiye rekabet sıralamasında hem altında hem de üstünde yer alan ülkelerden gelen maliyet baskılarına maruz kalacak. Üretim maliyeti yüksek olan ülkeler, gelişmiş teknolojiye sahip üretim işletmelerindeki geniş ölçeği kullanarak, düşük üretim maliyetine sahip ülkeler ise yeni teknolojilere daha iştahlı erişme avantajlarını kullanarak mevcut pozisyonlarını güçlendireceklerdir. Türkiye'nin Sanayi 4.0 yatırımlarını gerçekleştirmediği durumda ise, küresel pazarlarda birbirleriyle etkileşerek gelişen teknolojileri ve insan kaynağı kalitesini yakalaması, çıtanın sürekli yükselmesi sebebiyle daha da zorlaşacaktır. Türkiye'nin karşılaştırmalı küresel rekabetçiliğinde yaşanacak olası bir zayıflama, küresel pazar payının düşmesine yol açacak ve beraberinde artan işsizlik ve azalan işgücü kalitesini getirecektir. Bu durumda, Türkiye yatırımların düşük seyrettiği, düşük katma değerli üretim yapılan bir ekonomik kısır döngüye doğru kayacaktır. Diğer yandan kararlı Sanayi 4.0 yatırımları ile küresel rekabet gücünde çığır açacak değişiklikler yaratmaya çalışır ise, küresel değer zincirinden daha fazla pay alarak kaliteli işgücü istihdamında da artışa zemin hazırlayacaktır (Şekil 5.8).



Şekil 5.8. Sanayi 4.0'ın Türkiye açısından rolü (Kaynak BCG)

6. GENEL BİLGİLER

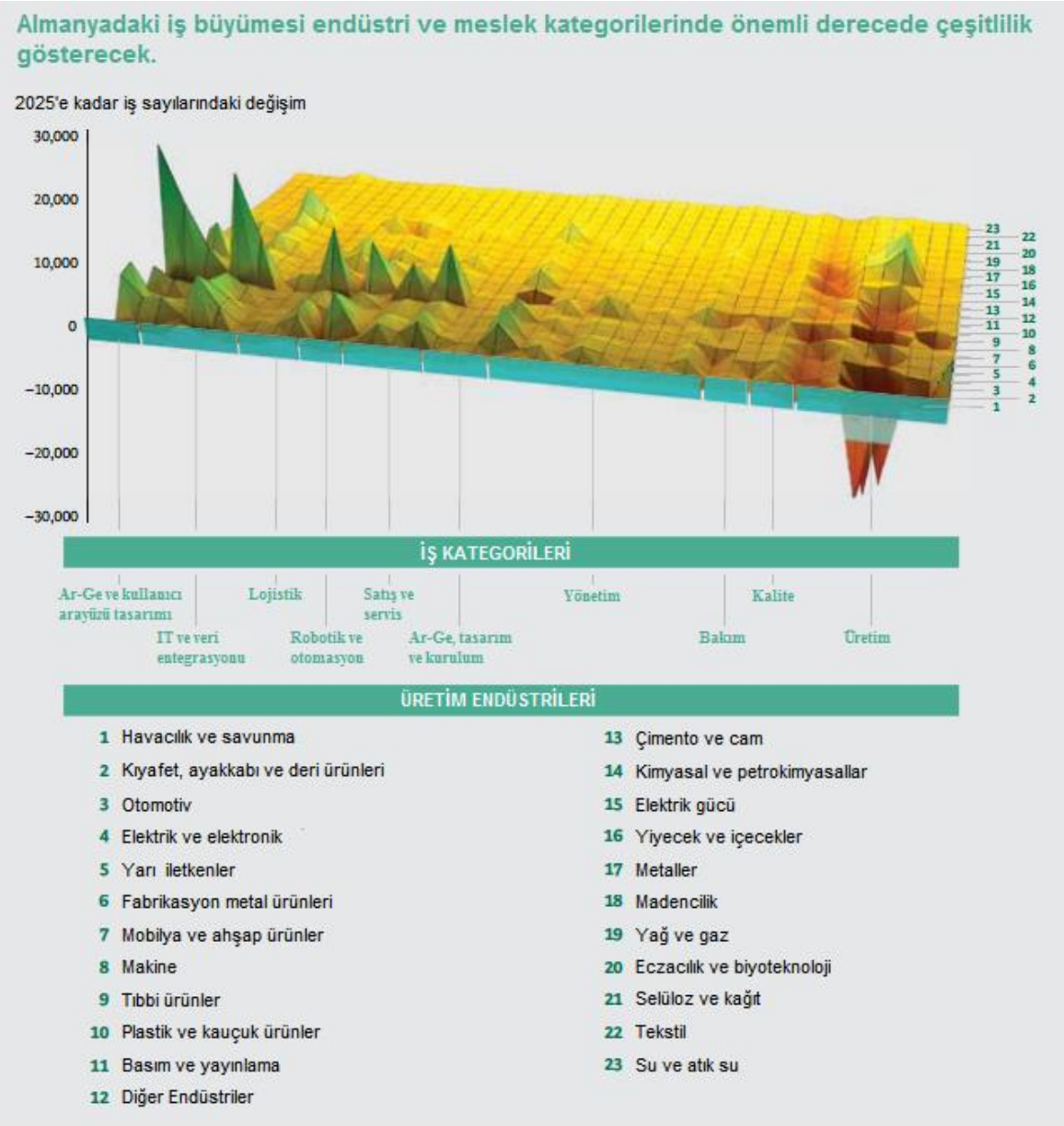
6.1. SANAYİ 4.0 SÜRECİNİN MESLEK GRUPLARINA MUHTEMEL ETKİSİ

1781'de James Watt buhar makinelerini icat ettiğinde birçok insan yakın bir zamanda el ile yapılan işlerin azalıp yok olacağı kanısına kapılmıştı. Yapılan icatlar doğası gereği ihtiyaç duyulan fiziksel güç oranını azalttı. Ancak buhar makineleri demiryolu sistemleri, hızlı ve verimli çalışan fabrikalar gibi yeni iş alanları da oluşturdu. Ayrıca mühendislik makine operatörlüğü veya bakım-onarım işleri gibi çeşitli iş imkanlarını beraberinde getirdi.

Teknolojideki bu hızlı ve büyük değişimin de bazı iş alanları konusunda özellikle kas gücünün gerektiği tekrar eden rutin işlerin yoğunca bulunduğu yani otomasyonla halledilerek insansız hale getirilecek her türlü iş alanında istihdamın azalacağı açıktır.

"Dünya Bankası Kalkınma Raporu" 2030'a kadar otomasyona kurban gitmesi beklenen mesleklerin oranının İngiltere'de %35, ABD'de %47, OECD ülkelerinin ortalamasında %57, Çin'de %77 olacağını öngörüyor. Türkiye, OECD ortalamasının içinde yer aldığından tam rakamı göremiyoruz ama bize benzer Arjantin (%65), Güney Afrika (%67) gibi ülkelere baktığımızda Türkiye ortalamasının da o civarlarda olacağını söylemek mümkün. Yani, milyonlarca insanın işsiz kalma riski bulunuyor. Bu risk, Türkiye gibi gelişmekte olan ülkelerde çok daha yüksektir. Çünkü Türkiye gibi ülkeler, ucuz iş gücünü avantaj olarak kullanarak dünyada yerlerini korumaya ve bazıları da rekabet etmeye çalışmaktadır.

Bunların yanında gelişen teknoloji, şüphesiz yepyeni meslekler ortaya çıkaracaktır. Özellikle IT (Bilgi-İşlem) ve Ar-Ge alanlarında belirli iş profilleri için durumun parlak olduğu söylenebilir. Yeni teknolojilerin yeni iş modelleri oluşturmasıyla iş rollerinde önemli bir kayma olduğu görülmektedir. Şekil 6.1'de BCG'ye göre 2025'e kadar iş büyümesinin meslek ve endüstri gruplarına göre değişimi verilmektedir.



Şekil 6.1. Almanya'daki iş büyümesinin meslek kategorilerine etkisi

Yakın dönemde ABD'de sürücüsüz kamyonların 3,5 milyon şoförü işsiz bırakması bekleniyor. Çin'de iPhone üreticisi Foxconn firması, önümüzdeki 10-20 yıl içinde 1,2 milyon çalışanının tamamına yakınını kendi ürettiği Foxbots adlı robotlarla değiştirmeye hazırlanıyor. Perakende devi Amazon, 2012'de satın aldığı ve depolama sahalarında kullandığı Kiva robotlarının sayısını 60 binli rakamlara çıkardı.

Bu pozisyonlar için de kalifiye/nitelikli iş gücüne ihtiyaç olacak. Takip eden bölümde önümüzdeki birkaç yıl içinde en fazla artış beklenen 10 meslek aşağıda yer almaktadır:

6.1.1. Endüstriyel Veri Bilimciliği

Veri bilimciliği e-ticaret şirketlerinde güçlü bir şekilde büyüyen bir iş profilidir. Şimdilerde ise bunun yanında endüstriyel IoT meslekleri dünyasına girmektedir. Veri bilimcilerin görevi veriyi çıkarıp hazırlamak, gelişmiş analizler yürütmek ve elde edilen sonuçları ürün ve üretim sürecini geliştirmek için kullanmaktır. Endüstriyel veri bilimciler üretim süreci ve IT sistemlerine hakim olmak zorundadır. Bunun yanında konular arasında ilişkilendirme yapabilmek için güçlü kök neden analizi yeteneklerine sahip olup çözüme ulaşmalıdırlar. R programlama dili gibi istatistiki programlama dilinin yanı sıra Python gibi genel amaçlı programa dilleri bilinmesi gerekmektedir. Bu meslekteki bireylerin önemli sorunların devamlı şekilde üstesinden gelme konusunda esnek olmaları, uzaktan veya yerinde çalışabilmeleri gerekmektedir.

6.1.2. Robot Koordinatörlüğü

Robot koordinatörlüğü üretim alanındaki robotları denetlemek ve arıza veya hata sinyallerine karşılık verme sorumluluklarıyla yeni bir endüstriyel IoT mesleği olacaktır. Aynı zamanda rutin ve acil bakım işlerini yürütebilecek ve gerektiğinde uzmanlara başvuracaklardır. Eğer robot servis dışı kalmak zorunda kalırsa aksaklık süresini azaltmak için koordinatör robotu yedeğiyle değiştirecek. Ayrıca üretici yeni işe alım ihtiyacını azaltarak makine operatörünü yeniden eğitebilecek.

6.1.3. IT/IoT Çözüm Mimarlığı

Üretim şirketlerindeki IT sistemleri her geçen gün daha karışık ve önemli olmaktadır. Sayısı sürekli artan birbirine bağlı makine ve ürünleri kontrol edebilmek amacıyla IT çözüm mimarları tüm sistemin tasarımının sorumluluğunu üstlenmektedir. Diğer teknik mimarlarla teknik şartnameler üretip farklı teknoloji, platform ve insanları birbirine entegre etmektedirler. Uzaktan yönetim, bakım kontrolü gibi bilgisayar tarafından gerçekleştirilen birçok uygulamanın da sorumluluğunu üstlenmektedirler. Endüstriyel veri bilimciler gibi IT çözüm mimarları know-how ve IT tecrübesinin yanı sıra veri yönetimi ve uygulamaları gibi teknolojik yeteneklere sahip olmalıdırlar.

6.1.4. Endüstriyel Bilgisayar Mühendisliği / Programcılığı

IT çözüm mimarlarının önerdiği çözümler endüstriyel bilgisayar mühendisleri tarafından uygulamaya konmaktadır. Bu meslek için 3 çeşit programlama yeteneği gereklidir. Öncelikle programcılar Java, C++ veya Phyton gibi genel amaçlı dillerde tecrübeli olmalıdırlar. Matlab, Simulink gibi endüstriyel simülasyonda kullanılan veya R gibi veri analizinde kullanılan özel amaçlı uygulamaları iyi bir şekilde kullanabilmeleri gerekmektedir. Son olarak endüstriyel programlama ortamında robot ve akıllı cihazlar gibi programlanması gereken donanımlar önemli bileşenlerdir. C, VHDL gibi dillerin kombinasyonu veya Kuka'nın KRL dili gibi özel diller bu cihazları programlamak için kullanılmaktadır. Ayrıca bulut sistemine artan yönelim ile yeni programlama yaklaşımları, yeni protokoller veya node.js gibi yeni programlama dillerinin de ortaya çıktığı hesaba katılmalıdır.

6.1.5. Bulut Hesaplama Uzmanlığı

Bulut hesaplama sorunsuz bir kullanıcı deneyimi sağlamak için çok büyük gayret ve çalışma gerektirmektedir. Bulut hesaplama uzmanları ise bu zorlu sürecin üstesinden gelebilen, sistem, yazılım mühendisliği ve şebeke yönetimi tecrübeleri olan kişilerdir. IoT bu uzmanların birbirine bağlı cihazlarla çalışacak uygulamaları tasarlayıp inşa etmelerini gerektirmektedir. Ürünlerini ortaya koyabilmeleri için know-how bilmeleri gerekmektedir. Bir diğer önemli konu ise milyon hatta milyarlarca dolarlık cihazların yönetimi için şirketlerin bu alanda en iyi uzmanlarla çalışmak istemesidir.

6.1.6. Veri Güvenliği Uzmanlığı

Cihazların birbirleriyle bağlantısının artmasıyla hackerların zayıf nokta bulması ve özel bilgileri tehdit amaçlı kullanma ihtimali artmaktadır. Finansal geçmiş, sağlık durumu veya atılan mesajlar bu tehditlerin konusu olabilir. Veri güvenliği uzmanları internetin anlaşılması zor kısımlarını iyi bilmeli ve bağlı olan cihazları saldırılardan korumalıdırlar. Akıllı trafik ışıklarından kişilerin online fitness kayıtlarına her türlü dijital varlığı koruyabilecek planlar geliştirip veri eğilimlerini analiz etmeleri gerekmektedir. Sürekli araştırma yapıp ortaya çıkan tehditlerin başarılı bir şekilde üstesinden gelmeleri

gerekmektedir. Ayrıca güvenliğin herhangi bir şekilde kırılmasına karşın daima yedek planlarının olması gerekmektedir.

6.1.7. Şebeke Geliştirme Mühendisliği

Akılı şebeke sistemi etkisini evlerden başlayarak göstermektedir. Bütün elektrikli aletlerin birbirleriyle iletişime geçmesi güç kullanımının optimize edilerek enerjiden tasarruf edilmesini sağlayacaktır. Böyle bir iletişim daha geniş bir çapta yapılırsa tasarruf miktarı artacaktır. Bunun gerçekleşmesi için ise bütün güç tüketen aletlerin benzer bir platformda veya işletim sisteminde çalışması gerekmektedir. Akıllı şebeke mühendislerinin aynı zamanda güneş ve rüzgar enerjisinin getirdiği zorlukların üstesinden gelmeleri gerekmektedir. Bu sistemler güneş ışını miktarı veya rüzgar şiddetine göre değişiklik gösterebileceği için şebekede düzensizlik meydana gelebilir. Akıllı şebeke sisteminin gelişmesi ucuza mal olmayacaktır. Ancak biraz ekstra çaba ve yaratıcı tasarımlarla, şebeke sisteminin internet çağına ayak uydurmasını sağlayan mühendisler sayesinde daha fazla verimlilik ve daha az kesinti sağlanmış olacaktır.

6.1.8. 3-D Yazıcı Mühendisliği

Bilgisayardaki 3-D modeli alıp katman katman işleyerek nesneyi oluşturan 3-D yazıcılar yıllar önce icat edilmiş olmasına rağmen son zamanlarda yapılan gelişmeler sonucu şirketler için cazip bir hale gelmiştir. Oyuncak parçaları, protezler, silah parçaları 3-D yazıcılarla üretilen nesnelerin sadece birkaçıdır. Ayrıca gerekli devrelerin entegre edilmesiyle 3-D yazıcıdan çıkmış ürün IoT ile çalışabilir hale gelmektedir. Bir hasta için üretilen kalpteki sensörler kalp fonksiyonlarını izleyebilir ve buna bağlı olarak düzgün çalışıp çalışmadığını kontrol edebilmektedir. Bütün veriler doktorun bilgisayarı aracılığıyla hastaya ulaşabilir, hatta hasta son durumu telefonuyla takip edebilmektedir. Bu tarz gelişmiş 3-D yazıcı ürünleri ortaya koyabilmek için 3-D yazıcı mühendislerinin yazıcının yazılımla bağlantısını iyi bilmesi gerekmektedir. Aynı zamanda farklı çeşit plastiklerin 3-D yazıcıda ne kadar iyi işlev görebileceğini bilmeleri gerekmektedir.

6.1.9. Endüstriyel Kullanıcı Ara yüzü Tasarımcılığı

Tablet ve cep telefonlarında kullanımı kolay panel tasarımından, makine arayüzü ve robotlarla etkileşime kadar, işleyiş ve bakım üzerine bilgisayar ile elde edilen arttırılmış gerçeklik uygulamaları ve son olarak endüstriyel ürünlerin kullanıcıları için servis ve ürün tasarımı; kullanım kolaylığı için optimize edilmesi gereken kullanıcı arayüzlerinin sayısında çarpıcı bir artış olacağının göstergesidir. Kullanıcı deneyimi tasarımcısının görevi ürünün doğru bir şekilde bir aşamadan diğerine ilerlemesini sağlamaktır. Kullanıcı arayüzü tasarımcısı ise kullanıcı deneyimi tasarımcısının gösterdiği yolu takip ederek kullanıcının etkileşimde olduğu her ekran veya sayfayı tasarlamakla sorumludur. İki işin de endüstri için önemi gittikçe artmaktadır. Tasarımcıların endüstriyel yazılım mimarisi ve gelişmiş programlama yaklaşımları konusunda bilgi sahibi olmaları gerekmektedir.

6.1.10. Giyilebilir Teknoloji Tasarımcılığı

Birçok şirket elektroniğin sınır tanımaz gelişimiyle günümüzde giyilebilir teknoloji üzerine yoğunlaşmaktadır. Gençlerin %70'inden fazlası gerçek anlamda giyilebilir teknoloji talep etmektedir. Kalp atışı sayan, yakılan kaloriyi hesaplayan ve değerleri telefonda gösteren bileklikler bu teknolojiye örnektir. Zararlı hareketleri önleyen ve hareketleri takip eden pilates topları veya navigasyon özelliği ve gelen bildirimleri gösteren akıllı mücevherler bu teknolojinin sadece birkaç örneğidir. Bu tarz tasarım ürünlerinin mühendis bakış açısı için yeterince zor olduğu söylenebilir. Ürünlerin moda anlamında çekici olmasını sağlamak da aynı şekilde zordur. İnsanların çok azı ürünleri sadece teknoloji açısından değerlendirecektir. Eğer giysiler güzel olmazsa ilgi görmeyecektir. Giyilebilir teknoloji tasarımcıları amaçlarına uygun en yeni teknolojileri ve aynı zamanda moda olan giysileri takip etmelidirler.

6.2. ENDÜSTRİ 4.0 A ÖNCÜLÜK EDEN 5 ŞİRKET

Endüstri 4.0 sürecinin temelleri Almanya'da atılmış olup, süreç ilk olarak Avrupa'da yaygınlık göstermiştir. Kısa süre içerisinde ABD ve Japonya'da da kendisine yaygınlık sahası bulan Endüstri 4.0 konsepti ülkemizde de hızla benimsenmeye başlanmıştır. Bu yazımızda Endüstri 4.0'a öncülük eden beş önemli şirketi ve süreç içerisinde yaptıklarını inceleyeceğiz.

6.2.1. Siemens

Gücünü otomasyon teknolojilerinden alan Siemens kendi kendini düzenleyen ve takip yeteneği olan otonom sistemler geliştirmektedir. Üretim sürecindeki her elemanın sanal ve gerçek dünyada birbirleriyle bağlantılı olmasını ve bu süreçlerde oluşan dataların büyük veri ile analiz edilmesini sağlamaktadır.

Endüstri 4.0 konusunda oldukça yol almış olan Siemens, bu konseptin daha ortaya çıkmamış olduğu zamanlarda bile otomasyon ve dijitalizasyon konusunda zaten çalışmaktaydı. Bir Alman konsepti olarak ortaya çıkan Endüstri 4.0 yine bir Alman markası olan Siemens'in dijital fabrikalarında başarıyla uygulanmaktadır (Şekil 7.1).

Şekil 6.2 Siemens'in dijital fabrikaları

6.2.2. Bosch Rexroth

Bosch Rexroth gelecekteki ihtiyaçların, kişiselleştirilmiş konfigüre ürün ve çözümlerin lider üreticisi olarak, sıradaki devrimleri ve Endüstri 4.0 ‘ı kullanıcılarla buluşturuyor (Şekil 7.2). Tamamı IT (Bilgi teknolojileri) ile bütünleşmiş, ihtiyaçlara cevap verecek geniş ürün ailesiyle, akıllı sürücü ve kontrol üniteleri ile sistem çözümleri sunuyor. Bosch Rexroth çözümleri üretim süreçlerini daha az karmaşıklık ve önemli ölçüde azaltılmış duruş zamanlarıyla, daha verimli ve esnek kılıyor. Açık Kaynak Mühendisliği portföyü, otomasyon ile IT dünyası arasında köprü kurarken, diğer yandan da makine üreticilerine yeni bir özgürlük düzeyi sunuyor. Açık Çekirdek Mühendisliği, gerçek zamanlı içerik entegrasyonuyla birlikte çekirdek işleve doğrudan erişim ve bağımsız OEM çözümlerinin gerçekleştirilmesini sağlıyor. Üretim hattı operatörlerinin, otonom teknolojiden (RFID etiketleri gibi) en iyi şekilde yararlanmasını sağlarken, iş istasyonları ve modüller, müşterinin veya ürünün özel ihtiyaçlarına göre uyarlanabiliyor. Web tabanlı hizmetlerinde kendi bulutu Bosch IoT Cloud'u kullanan Bosch, şu anda beş milyondan fazla cihaz ve makineyi ağa bağlamış bulunmaktadır. Bosch bu sayede 2020 yılı itibariyle global üzerimdeki yıllık tasarrufu yüzlerce milyon dolara çıkarmayı hedeflemektedir.

Şekil 6.3 Bosh Rexroth

6.2.3. GE

Dördüncü sanayi devriminin dünyada yayılmasına öncülük eden şirketlerden olan GE, sanayinin dijitalleşmesinin gelişen ekonomilere büyük katkılar sağlayacağını savunmakta

ve dijitalizasyon konusunda büyük adımlar atmaktadır (Şekil 6.3.). Verimliliğin en yüksek ivmeyi dijitalleşmeyle yakalayacağına inanan GE, tek tip üretim yapan fabrikaların ve beraber çalışma yollarını kuramayan endüstrilerin yerini; birlikte üreten, verimli, hatta kendi kendini inşa eden fabrikalara bırakacağını belirtiyor (Şekil 7.3.).

Şekil 6.4. GE

6.2.4. Festo

Endüstri 4.0'ın temel uygulayıcılarından olan Festo, birçok sektörde dördüncü sanayi devrimine uygun ürünlerin üretimine yönelmiştir. Sürdürülebilir inovasyon yönetimi yaklaşımıyla çalışmalarını sürdüren Festo, özellikle robot teknolojisini geliştirme bağlamında insanlar ve diğer canlıların hareketleriyle özdeş hareket edebilen makineler geliştirmiştir (Şekil 7.4.).

Şekil 6.5. Festo

6.2.5. Mitsubishi

Mitsubishi, Endüstri 4.0 konseptinin kapsadığı konulardan olan farklı makineler arası bağlantı ve nesnelerin interneti üzerinde çalışmaktadır. CNC ve robot teknolojilerini birleştiren Mitsubishi bu entegre teknoloji sayesinde akıllı ürünler üretmektedir (Şekil 7.5).

Şekil 6.6. Mitsubishi

6.3. ENDÜSTRİ 4.0'la Gelecek Bazı Rakamlar

1. 2020 yılında yaklaşık 26 milyar ürünün bir şekilde internete bağlanılacağı tahmin edilmektedir. (Gartner)
2. 2020 yılında yaklaşık 50 milyar cihazın birbiriyle iletişim halinde olacağı tahmin ediliyor.
3. Önümüzdeki çeyrek asırda küresel ticaret hacminin yaklaşık % 46'sını etkileyeceği öngörülüyor.
4. 2018 yılında sanayide 2,3 milyon ünite robot kullanılması bekleniyor.
5. Avrupa Birliği 2020 yılında sanayinin gayri safi yurt içi hasıladaki payının mevcut durumdaki %15 seviyesinden %20'ye taşıma hedefini
6. Birbirine bağlı cihaz sayısı 13 milyardan 29 milyara çıkacak.
7. 2020 Nesnelerin interneti pazarının büyüklüğü 656 Milyar USD'den 1.7 Trilyon USD'ye çıkacak.
8. 2025 Endüstriyel robotların yaratacağı ekonomik etki yıllık 0.6-1.2 Trilyon $
9. Gelişmiş ülkelerdeki imalat süreçlerinin %15-25 oranında otomasyona dayalı olacak
10. OECD ekonomilerindeki yenilik aracılığıyla, GHYİH artışı verimlilik artışına bağlı hale gelecek.
11. 2030 Dijital teknolojilerin verimlilik, gelir dağılımı ve çevre üzerine güçlü etkileri olacak.
12. Küresel ticaret hacminin yarısı akıllı nesnelerin etkileşimini kullanacak.
13. 2013-2020 yılları arasında üretilecek veri miktarı 44 Zettabayt'a ulaşacağı, bu rakamın da, şimdiye kadar üretilen tüm verilerin 10 katı büyüklüğünde olduğu değerlendirilmektedir.
14. Endüstri 4.0 ile birlikte endüstriyel satışlarda ilk etapta yıllık %2-3 oranında artış yaşanacak. Endüstri 4.0'ın öncüsü konumundaki Almanya özelinde bakıldığında yıllık 30 milyar Euro, Avrupa genelinde ise 100 milyar Euro ciro artışı yaşanacağı tahmin ediliyor. Diğer bir deyişle Endüstri 4.0, yapılan yatırımın karşılığını hızla vermeyi vaat ediyor.
15. Endüstri 4.0 yatırımlarının kısa vadede %6 istihdam artışı sağlayacağı, uzun vadede ise başta BT ve mekatronik alanlarında olmak üzere nitelikli iş gücü talebinin ciddi düzeyde artacağı öngörülüyor.

16. PwC araştırma şirketinin Almanya'da 235 firma ile yaptığı araştırmanın sonuçlarına göre, işletmeler gelecek 5 yılda yıllık cirolarının %3,3'ünü Endüstri 4.0 odaklı projelere ayırmayı planlıyor. Bu projelerin alacağı devlet desteğinin, sürecin hızlanmasına katkı sağlaması bekleniyor. Avrupa genelindeki Endüstri 4.0 yatırımlarının yıllık tutarının ise 140 milyar Euro'ya ulaşacağı tahmin ediliyor.
17. Almanya hükümeti 2020 yılına kadar Endüstri 4.0 projelerine her yıl 40 milyar Euro yatırım sözü verdi.

7. SONUÇ VE ÖNERİLER

Çoğunlukla Endüstri 4.0, dijital dönüşüm gibi farklı ifadeler kullanılan Yeni Sanayi döneminde yapay zeka, nesnelerin interneti, büyük veri, bulut teknolojisi, sanal ve artırılmış gerçeklik vb. teknolojiler iş yapma şekillerimizi değiştirmekte, bilgiye ulaşımı kolaylaştırmakta, üretimi esnekleştirmekte, hızlandırmakta ve verimliliği artırmaktadır. Bu gelişmeler dikkate alındığında yeni sanayi devrimine entegre olunduğu ölçüde bolluk dönemiyle karşılaşılması söz konusu olacaktır. Ancak doğru adımlar atılmadığı takdirde bu yaşanacak refahın, sadece belirli ülkelerin ve kesimlerin tekeli altında kalabileceği, ülkemiz gibi gelişmekte olan ülkeler için bu şansın bir tehdide dönüşebileceği değerlendirilmektedir. Çünkü bu ülkeler, ucuz iş gücünü avantaj olarak kullanarak dünyayla rekabet etmeye çalışmaktadır. Dijital dönüşüm ile rutin süreçlerde ve verimliliği etkileyen tüm süreçlerde mümkün olabildiğince otomasyona geçerek insan faktörünü devre dışı bırakmak ve işgücünün farklı yetkinliklerle donatılması yani "işgücünün dönüşümü" de beraberinde gelecektir. Ülkelerin ekonomik varlığını devam ettirmeleri için bu dönüşümün önemli olduğu değerlendirilmektedir.

Endüstri 4.0 kavramanın henüz 5-6 yıldır konuşulduğu dikkate alındığında 1. Sanayi devrimini birkaç yüzyıl, 2. Sanayi devrimini 150 yıl, 3. Sanayi devrimini 40-50 yıl kaçıran ülkemizin Dünyada da henüz şekillenmekte olan dijital değişim sürecinde yer alarak 4. Sanayi devrimini kaçırmayacağı ifade edilmektedir.

Bu değerlendirmeler ışığında, bu çalışmada 4. Sanayi devrimi ele alınmıştır. Öncelikle önceki ilk 3 sanayi devrimi hakkında bilgi verilmiş, 4. Sanayi devrimini içeren teknoloji ve kavramlar anlatılmıştır. Dünya'da Endüstri 4.0 çalışmaları bazı ülkeler bazında ele alınmıştır. Türkiye'de Endüstri 4.0 kavramı ve yapılan farkındalık çalışmalarına yer verilmiştir. Bu çalışmalar sonucunda ortaya çıkan çıkarımlar ve öneriler aşağıda yer almaktadır.

7.1. Çıkarımlar ve Öneriler

Bu bölümde yer alan öneriler Türkiye'de yer alan özel sektör ve kamu kuruluşlarını kapsamaktadır. Bu kapsamda her iki kuruluş türü için de Kurum ifadesi kullanılamıştır.

1. Kurumlarda yapılan her türlü değişim/gelişim vb. sürecin, ilgili süreçle muhatap olan Firma, Akademisyen, Girşimci, öğrenci vb. gibi dış kullanıcıların şu anda manuel yapmış oldukları süreçlerin zamanla otomasyona dönüşmesinin Endüstri 4.0'a uyum açısından çok önemli olduğu değerlendirilmektedir. Otomasyona dayalı bir sistemin kullanılması, süreçlerin sadeleşmesi ve standartlaşması gibi insan faktörünün mümkün olduğunca sistemden çekilmesinin, hızı ve verimliliği doğrudan etkileyeceği, böylece sisteme ilgiyi artıracağı ve Kurumların etkinliğini ve verimliliğini artıracağı değerlendirilmektedir. Ayrıca otomasyon örneklerinin dış kullanıcılar tarafından görülmesi ve deneyimlenmesi öncelikle kendileri üzerinde olmak üzere bulundukları firma, üniversite hatta şehirde Endüstri 4.0 farkındalığı konusunda yaygın etki oluşturabileceği değerlendirilmektedir.
2. Kurumlarda gerçekleştirilen işlemlerde iç kullanıcılar yani Kamu personeli tarafından yapılan işlerin tümünde hali hazırda manuel olarak yürütülen ama rutin işleri içeren, karar vermenin gerekmediği veya sadece bazı durumlarda gerektiği işlerin/süreçlerin otomasyonla yapılması ile Kurum Personelinin yetkinliklerinin farklı yönde kullanılması söz konusu olabilecektir. Böylece "Nitelikli İnsan Gücü"nün daha verimli ve etkin bir şekilde kullanılabileceği değerlendirilmektedir. Bu geçişin Kamu Kurumlarında geçmişte manuel yapılan işler ve şu an otomasyonla yapılan işler şeklinde sınıflandırılarak internet sayfaları aracılığıyla duyurulması, bu değişimin tanıtımlarının yapılması vb. çalışmalar da Endüstri 4.0 farkındalığı konusunda önemli katkılar oluşturacağı değerlendirilmektedir.
3. Büyük Veri (Big Data) uygulamaların özellikle büyük Kurumlarda kullanılmasının önemli olduğu değerlendirilmektedir. Endüstri 4.0'ı diğer Sanayi devrimlerinden ayıran en önemli konunun verinin anlık üretiliyor ve anlık paylaşılabiliyor olması olduğu değerlendirilmektedir. Dijital dönüşüm sürecinde verinin hızlı ve etkin bir şekilde kullanılması bu geçişte en önemli kavram olarak karşımıza çıkmaktadır. Yine önceki sanayi devrimlerinde mavi yakalı işgücünün yaptığı işlerin azalması söz konusu iken 4. Sanayi devriminde beyaz yakalıların da yaptıkları işlerin azalacağı değerlendirilmektedir. Özellikle verinin kullanılmasıyla karar verme süreçlerinde etkinlik yarışı gündeme gelecektir. Kurumlarda büyük bir veri tabanı mevcuttur. İlgili iş ve işin muhataplarıyla alakalı birçok bilgi veri tabanında

mevcuttur. Bu verilerin işlenmesi, analiz edilmesi ve bu analizler sonucunun kontrol ve karar verme mekanizmalarında ister stratejik ister taktik ister operasyonel düzeyde kullanılmasının önemli olduğu değerlendirilmektedir. Veriyi toplamak, toplanan verileri bir zeka ile yorumlamak işlevsel hale getirmek son derecede önemlidir. Kurumların veri tabanı ve veriyi sorgulama sisteminin mevcut durumu hakkında detaylı çalışma yapılmalı ve verilerin toplanmasından, işlenmesine, saklanmasına ve hangi kullanıcılara nasıl dağıtılacağına ve paylaşılacağına kadar ele alınmasının ve karar verilmesinin çok büyük getirilerinin olacağı değerlendirilmektedir. Kurumların veri tabanından verilerin elde edilmesinde büyük zorluklar yaşanabilmektedir. Kaldı ki verilerin sadece sağlıklı üretilmesi değil analize de imkan sağlayacak yapılar üzerinde durulması gerektiği ve çok büyük bir veri tabanı imkanının fırsata çevrilebileceği değerlendirilmekte ve bu konuda çalışma yapılması önerilmektedir. Böylece verinin güvenilir olması ve değerlendirilerek analiz edilmesiyle, "bu analizlere imkan sağlanması oranında olmak üzere" Kurumlarda tüm düzeylerdeki yöneticilere ve Kurum personeline önemli katkıları olabileceği değerlendirilmektedir. Okunan verilerden Kurumların her düzeydeki politikası ile ilgili önemli düzeyde kararlar üretilebileceği de değerlendirilmektedir.

4. Kurumlar tarafından yapılan işlerin etkinliğinin değerlendirilmesi de yapılan işlemler için revize önerileri ve/veya Kurum politika yapıcılarına öneriler oluşturulabilmesi ile Büyük Veri açısından önemli olduğu değerlendirilmektedir. Mevcut veri tabanının iyileştirilmesi ve analiz yeteneğinin kazandırılması ile Kurumların Etki Analizi çalışmalarına da önemli katkılar sağlanmış olacaktır. Kuruların işleyiş mekanizmaları ve/veya yönetimsel mekanizmaları konusunda karar verme sürecinde Etki Analizi çalışmalarının son derece önemli olduğu değerlendirilmektedir.
5. Tüm bunlara ilaveten Kurumların Endüstri 4.0 entegrasyonu için bu çalışmada ele alınanlar başta olmak üzere tüm Endüstri 4.0 teknolojileri (Nesnelerin İnterneti (Internet of Things, IOT, IoT), Büyük veri ve analitik (Big Data and Analytics), Eklemeli üretim (Additive manufacturing), Bulut (Cloud), Gelişmiş Robotlar (Advanced Robots), Simülasyon (Simulation), Artırılmış gerçeklik (Augmented reality), Yatay ve Dikey Entegrasyon (horizontal/vertical integration), Siber Güvenlik (Cyber-security)) ele alınmalı ve Kurum özelinde öncelikle hayata

geçirilmesi uygun olan teknolojiler değerlendirilmeli ve geçişler sağlanmalı, zamanla da tam entegrasyon hedefi konulmalıdır. Örneğin çalışmanın ilgili bölümlerinde Big Data konusunun hayata geçirilebileceği ifade edilmiştir. Simülasyon ve siber fiziksel sistemler teknolojisi de birlikte ele alındığında Kurumlarda yapılacak bir sistem değişikliğinin dijital ortamda simüle etmeden gerçek dünyaya geçirilmeyeceği hedefi konulabileceği değerlendirilmektedir. Diğer teknolojiler de aynı şekilde değerlendirilip entegrasyon hedefleri verilmelidir.

6. Bu çalışma kısıtlı bir ön çalışma niteliğinde olduğundan Endüstri 4.0 genel hatlarıyla ortaya konmuş tanımlarına değinilmiş ve örnekleri verilen Endüstri 4.0 teknolojilerinin teknik detaylarına girilmemiştir. Ülkelerin politikaları da genel hatlarıyla ifade edilmiştir. Şu aşamada Endüstri 4.0'ın etkileri veya etkileri ile ilgili geçerli ve güvenilir istatistikleri bildirmek için henüz erken olduğu da ifade edilmektedir (Sung T.K., 2017). Daha sonraki çalışmalarda Endüstri 4.0 teknolojileri tek tek ele alınıp ilgili teknolojinin teknik detayı, alt bileşenleri, Dünya'daki ve Türkiye'deki mevcut durumu, Dünya'da belirlenen yol haritaları gibi ayrıntılı çalışmaların yapılabileceği değerlendirilmektedir.
7. Endüstri 4.0 kavramanın henüz 5-6 yıldır konuşulduğu dikkate alındığında ülkemizde de konuşulmaya başlanmasının, ilgili platformların kurulmasının çok önemli gelişmeler olduğu ve bu çalışmaların geliştirilmesi ile ülkemizin 4. Sanayi devrimini kaçırmayacağı, bu dönüşüme ayak uydurma sürecinde tüm paydaşların önemli katkılarının olacağı değerlendirilmektedir. 4. Sanayiye geçiş sürecinde ülke düzeyinde sahiplenmenin hızlı ve verimli bir şekilde aksiyon almanın ve bu kapsamda öncelikle Endüstri 4.0 Teknoloji Yol Haritasının ilgili tüm paydaşları içine alacak şekilde hazırlanmasının ve Dünya'ya Türkiye'nin Endüstri 4.0 Yol Haritası olarak tanıtılmasının önemli olduğu değerlendirilmektedir.
8. Türkiye'nin Sanayi 2.0 ve Sanayi 3.0 arasında bir teknolojik yapıya sahip olduğu değerlendirmelerine istinaden Endüstri 4.0 konularını içeren projelerin Ar-Ge ve teknolojik alt yapısının geliştirilmesi, yatırım ağırlıklı olmaktan uzak, personelin yetkinlik açısından yeterli olduğu bir yapıya dönüşmesi gibi çeşitlli açılardan uygun olan gerekli adımlar değerlendirilmeli ve atılmalıdır.
9. Teknoloji tabanlı proje çalışmaları teşviklerinin özellikle KOBİ ölçeğinde yer alan firmaları içine alacak şekilde yapılandırılabileceği değerlendirilmektedir. Bu firmaların teknoloji tabanlı proje yapma yeteneği ve potansiyeli olduğu açıktır

ancak sermaye sıkıntısı çekme ihtimalleri göz önünde bulundurulmalı ve araştırılmalıdır. Dev şirketlerin eko sistem yaratmadan 4.0'a geçemeyeceği değerlendirmelerine istinaden mikro ölçekli işletmelerin bu ekosistemde tedarikçi rolü de üstlenebileceği göz önünde bulundurulmalıdır.

10. Endüstri 4.0 konusunda çalışma yapmayı planlayan firmalar için üniversite-sanayi işbirliğine yönelik mekanizmalar işletilmelidir.

KAYNAKLAR

Alçın S, "ÜRETİM İÇİN YENİ BİR İZLEK: SANAYİ 4.0", *Journal of Life Economics*, Sayı 8, Sayfa, 19-30, 2016.

Asakura, T., "Industrial operations supporting industry 4.0", NEC Technical Journal, 11(1):31-34, 2016.

Baur, C., Wee, D., "Manufacturing's Next Act?", McKinsey & Company2015.

Baysal İ, "Endüstri 4.0", web, 2015, [Erişim 12.10.2017]. https://www.okul.pwc.com.tr/images/uploadfile/content/635863141496551266.pdf

Brettel M. Ve ark., "How Virtualization, Decentralization and Network Building Change the Manufacturing Landscape: An Industry 4.0 Perspective", World Academy of Science, Engineering and Technology International Journal of Information and Communication Engineering, Vol:8, No:1, 2014.

Bulut C., web, 2016 http://www.endustri40.com/bulut-bilisim-cloud-computing-nedir/ [Erişim 11.10.2017].

Canıtez O, web, 2014, [Erişim 01.10.2017]. http://www.m2mturkiye.com/m2m-nedir-machine-machine/

Columbia Business School, web, 2012, http://www.iab.net/media/file/2012-BRITE-NYAMA-Marketing-ROI-Study.pdf [Erişim 13.10.2017].

Çakır K, web, 2017 https://industryolog.com/dijital-sanayi-devrimi-4-endustri-4-0da-simulasyon/ [Erişim 05.10.2017].

Dieber, B., Breiling, B., Taurer, S., (...), Rass, S., Schartner, P. “Security for the Robot Operating System” Robotics and Autonomous Systems, 98: 192-203, 2017.

Laney D., "3D Data Management: Controlling Data Volume, Velocity and Variety”, Tech. rep. Meta Group, 2001.

Ege Bölgesi Sanayi Odası Araştırma Müdürlüğü, “Sanayi 4.0”, *Web*, 2015, [Erişim 06.10.2017].
http://www.ebso.org.tr/ebsomedia/documents/sanayi-40_88510761.pdf

Emir Ercan Ayar, web, 2015, [Erişim 06.10.2017].
http://www.teknolo.com/internet-of-things-gelecekte-mi-yoksa-su-anda-mi/

Ersoy A.R., 2016,” On the Way to Industry 4.0, March 2016”, web
http://www.tide.org.tr/uploads/AL%C4%B0%20RIZA%20ERSOY.PDF

Eğilmez M., 2017, “Endüstri 4.0”, web, 2017, [Erişim 06.11.2017].
http://www.mahfiegilmez.com/2017/05/endustri-40.html

euronews, web, 2017, [Erişim 12.10.2017].
http://tr.euronews.com/2017/03/24/5-endustri-devrimi-cebit-te-basladi

Gameros, A., Lowth, S., Axinte, D., (...), Craig, O., Siller, H.R., “State-of-the-art in fixture systems for the manufacture and assembly of rigid components: A review”, International Journal of Machine Tools and Manufacture, 123, pp. 1-21, 2017.

Garnter, web, 2017, [Erişim 12.10.2017].
https://www.gartner.com/technology/home.jsp
Gershwin, S.B., “The future of manufacturing systems engineering”, International Journal of Production Research: 1-14, 2017.

Gölzer, P., Fritzsche, A., “Data-driven operations management: organisational implications of the digital transformation in industrial practice”, Production Planning and Control28(16): 1332-1343, 2017

Hinks J., web, 2015, [Erişim 12.10.2017].
http://www.techradar.com/news/world-of-tech/future-tech/5-things-you-should-know-about-industry-4-0-1289534

Huba, M., Kozák, Š., “From e-Learning to Industry 4.0”, ICETA 2016 - 14th IEEE International Conference on Emerging eLearning Technologies and Applications, Proceedings 7802083: 103-108, 2016.

IMD, 2017. IMD World Digital Competitiveness Ranking. pp. 2017.

Lee, J., Lapira, E., Bagheri, B., Kao, H., “Recent advances and trends in predictive manufacturing systems in big data environment”, Manuf. Lett. 1 (1), 38–41, 2013.

Lee J. ve ark., “A Cyber-Physical Systems architecture for Industry 4.0-based manufacturing systems” Manufacturing Letters, Volume 3, Pages 18-23, 2015.

Liffler, M., Tschiesner, A., “The Internet of Things and the Future of Manufacturing”, McKinsey & Company, 2013.

Kesayak B., “Nesnelerin İnterneti ve Endüstriyel Uygulamaları”, *Endüstri 4.0 Platformu, Web*, 2017, [Erişim 06.10.2017].
http://www.endustri40.com/nesnelerin-interneti-ve-endustriyel-uygulamalari/

Michael Rüßmann ve diğ, “Industry 4.0: The Future of Productivity and Growth in Manufacturing Industries”, *Web*, 2015, [Erişim 06.10.2017].
https://www.bcgperspectives.com/content/articles/engineered_products_project_business_industry_40_future_productivity_growth_manufacturing_industries/

Müge Ersel, web, 2017, [Erişim 06.10.2017].
http://renerald.com/blog/tr/big-data-ornekleri/

Biehn N., “The Missing Vs in Big Data: Viability and Value” [Erişim 06.10.2017].
https://www.wired.com/insights/2013/05/the-missing-vs-in-big-data-viability-and-value/

sanayiailesi, “İleri Ülkeler 4. Sanayi Devriminin Hangi Aşamasında”, web, 2016, [Erişim 10.10.2017].
http://www.sanayiailesi.com/ileri-ulkeler-4-sanayi-devriminin-hangi-asamasinda/

Santos, M.Y., Oliveira e Sá, J., Andrade, C., (...), Martinho, B., Galvão, J., “A Big Data system supporting Bosch Braga Industry 4.0 strategy”, International Journal of Information Management 37(6):750-760, 2017.

Sung T.K. “ Industry 4.0: A Korea perspective” Technological Forecasting & Social Change journal homepage, 2017.

Taşkan L, “Internet of Things (Nesnelerin İnterneti) Nedir?”, web, 2017, [Erişim 06.10.2017].http://www.teknolo.com/

Topal, U., Cens, M.-C., “Industry 4.0: An important challenge for glass manufacturers”,Glass International 40(1):44-45, 2017.

TÜSİAD ve BCG, “Türkiye'nin Küresel Rekabetçiliği için Bir Gereklilik Olarak Sanayi 4.0”, *TÜSİAD Yayınları, Web,* 2016, [Erişim 06.10.2017].
http://tusiad.org/tr/yayinlar/raporlar/item/download/7494_67a3aa94bcfce900229f42280fa1ba68

TÜSİAD, Samsung Türkiye, Deloitte Türkiye ve GFK Türkiye Rapor, “Türkiye’deki Dijital Değişime CEO Bakışı”, 2016, [Erişim 12.10.2017].
https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/tr/Documents/technology-media-telecommunications/turkiyedeki-dijital-degisime-CEO-bakisi.pdf

UBS, 2016. UBS White Paper for the World Economic Forum.

WEF, 2017. The Global Information Technology Report. pp. 2016.

Yan, J., Meng, Y., Lu, L., Li, L. , "Industrial Big Data in an Industry 4.0 Environment: Challenges, Schemes and Applications for Predictive Maintenance", IEEE Access, Article in Press, 2017.

Yelis B., web, 2015, [Erişim 12.10.2017].
http://www.endustri40.com/yatay-ve-dikey-entegrasyon-nedir/

Yıldız M, web, 2016, [Erişim 01.10.2017].
https://www.dunya.com/kose-yazisi/endustri-40-sanayi-devrimini-kurtarabilir-mi/328837