

T.C.
NIŞANTAŞI ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ

**ENDÜSTRİ 4.0 BAĞLAMINDA TÜRKİYE’NİN YERİNE
İLİŞKİN GÜNCEL VE GELECEK EKSENLİ BİR ANALİZ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Gözde Zeynep ÇEVİK

Enstitü Anabilim Dalı : İşletme

Enstitü Bilim Dalı : İşletmeYönetimi

Tez Danışmanı: Yrd. Doç. Dr. Zeki YÜKSEKBİLGİLİ

ŞUBAT – 2018

T.C.
NİŞANTAŞI ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ

**ENDÜSTRİ 4.0 BAĞLAMINDA TÜRKİYE’NİN YERİNE
İLİŞKİN GÜNCEL VE GELECEK EKSENLİ BİR ANALİZ**




YÜKSEK LİSANS TEZİ

Gözde Zeynep ÇEVİK

Enstitü Anabilim Dalı: İşletme

Enstitü Bilim Dalı : İşletme Yönetimi

“Bu tez 25.02.2018 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oybirliği ile kabul edilmiştir.”

JÜRİ ÜYESİ	KANAATI	İMZA
Yrd. Doç. Dr. Zeki Yüksek Bilgi	Basarılı	
İçerik Doç. Dr. Serhan Akgün	Basarılı	
İçerik Doç. Dr. Özgür Elçin	Basarılı	

BEYAN

Bu tezin yazılmasında bilimsel ahlak kurallarına uyulduğunu, başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunulduğunu, kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapılmadığını, tezin herhangi bir kısmının bu üniversite veya başka bir üniversitedeki başka bir tez çalışması olarak sunulmadığını beyan ederim.

Gözde Zeynep ÇEVİK

25.02.2018



ÖNSÖZ

Bu tezin yazım aşamasında, çalışmamı büyük bir özen ile takip eden danışmanım Yrd. Doç. Dr. Zeki Yüksekbiçgili'ye bütün katkıları için en içten teşekkür ve saygılarımı sunarım. Bu vesile ile bütün hocalarım ve tezimin son okumasında değerli görüşlerini herkese de ayrıca teşekkür etmek isterim.

Gözde Zeynep ÇEVİK

25.02.2018



İÇİNDEKİLER

ŞEKİL LİSTESİ	iv
TABLO LİSTESİ	v
GRAFİK LİSTESİ	vi
ÖZET	vii
SUMMARY	viii
GİRİŞ	1
BÖLÜM 1: ENDÜSTRİYEL DEVRİMLER TARİHİ	2
1.1. Kronolojik Olarak Endüstriyel Devrimler	2
1.1.1. Birinci Sanayi Devrimi	2
1.1.1.1. Birinci Sanayi Devrimi'nin Sonuçları	4
1.1.2. İkinci Sanayi Devrimi	5
1.1.3. Üçüncü Sanayi Devrimi	6
1.1.4. Dördüncü Sanayi Devrimi	7
1.2. Kavramsal Olarak Endüstri 4.0	9
1.2.1. Teknolojik İlerlemeler	11
1.2.1.1. Siber Fiziksel Sistemler	13
1.2.1.2. Bulut Bilişim Sistemleri	17
1.2.1.3. Büyük Veri	17
1.2.1.4. 3D Yazıcılar.....	18
1.2.1.5. Akıllı Robotlar.....	18
1.2.1.6. Simülasyon ve Modelleme	19
1.2.1.7. Yatay ve Dikey Entegrasyonlar	19
1.2.2. Endüstri 4.0'ın Getirileri	20
1.2.3. Endüstri 4.0 Dezavantajları.....	21
1.2.4. Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı ve Endüstri 4.0	22
1.2.4.1. AB ve Endüstri 4.0	23
1.2.5. Endüstri 4.0 ve Davos 2016	25
1.2.5.1. Endüstri 4.0 ile İstihdam.....	26
1.2.6. Türkiye'de Endüstri 4.0	29
1.2.6.1. Türkiye'deki Öncüler	30

1.2.6.2. Türkiye İçin Önemi	31
1.3. Nesnelerin İnterneti	33
1.3.1. Endüstriyel Nesnelerin İnterneti	35
1.3.2. Nesnelerin İnterneti Uygulamaları.....	36
1.3.2.1. Akıllı Ev ve Binalar	36
1.3.2.2. Akıllı Fabrikalar ve Endüstri	36
1.3.2.3. Ulaşım ve Lojistik	37
1.3.2.4. Sağlık Uygulamaları	37
1.3.2.5. Tarım ve Hayvancılık	37
1.3.2.6. Enerji Sektörü	38
1.3.3. Nesnelerin İnterneti Proje Örnekleri	38
1.4. Endüstri 4.0 Hakkında Öncü Firmaların Görüşleri	39
1.4.1. Bosch ve Endüstri 4.0	39
1.4.2. Siemens ve Endüstri 4.0.....	40
1.4.3. Mc Kinsey ve Endüstri 4.0.....	41
1.5. 2020 Avrupa Birliği İleri Teknoloji Stratejisi.....	42
BÖLÜM 2: ENDÜSTRİ BAĞLAMINDA TÜRKİYE’NİN KONUMU	45
2.1. Dünyada Endüstri 4.0.....	45
2.1.1. Almanya Örneği.....	47
2.2. Endüstri 4.0’da Türkiye’nin Konumu	49
2.2.1. Endüstri 4.0’ın Türkiye İçin Önemi	52
2.2.2. Türkiye’nin 2023 Hedeflerine Yönelik Stratejileri.....	53
2.2.3. Vizyon 2023 ve AB 2020 Karşılaştırılması	57
2.3. Durum Değerlendirmesi.....	58
BÖLÜM 3: TÜRKİYE’DE ENDÜSTRİ 4.0 YÖNETİMİ UYGULAMALARI.....	61
3.1. Türkiye’de Endüstri 4.0 Yönetimi Kavramı	61
3.2. Amaç	61
3.3. Yöntem ve Metot.....	61
3.4. Araştırma Bulguları.....	62
3.5. Araştırma Verilerinin Analizi	78

SONUÇ VE ÖNERİLER.....	80
KAYNAKÇA	82
EKLER.....	85



ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 1: 1800'lerden Bugüne Endüstri'nin Evreleri	10
Şekil 2: Sanayi 4.0 Bağlamında Teknolojik Gelişmeler.....	12
Şekil 3: Türkiye'nin Sanayi 4.0 Dönüşümünün Pilot Sektörler İtibarıyla Potansiyel Faydaları	32
Şekil 4: Nesnelerin İnterneti Sisteminin Aşamaları.....	34
Şekil 5: Endüstri 4.0'ın İnternette Aranma Trendi	50
Şekil 6: Sanayi 4.0 Türkiye Açısından Rolü	53
Şekil 7: Vizyon 2023 Teknoloji Öngörüsü.....	54
Şekil 8: Ulusal Bilim ve Teknoloji Politikaları: 2023 Strateji Belgesi.....	57

TABLO LİSTESİ

Tablo 1: Siber-Fiziksel Sistemlerin Tarihi Gelişimi	14
Tablo 2: Akıllı Üretim Döngüsü ve Siber Risk.....	17
Tablo 3: Endüstri 4.0'ın SWOT Analizi	22
Tablo 4: Karşılaştırmalı Yorum Tablosu	78



GRAFİK LİSTESİ

Grafik 1: Endüstri 4.0 Uygulamasının Ön Koşulları	25
Grafik 2: Sektörlere göre 2015-2020 yılları arasında istihdam kolaylığı	27
Grafik 3: Mesleklere göre 2015-2020 yılları arasında istihdam kolaylığı.....	27
Grafik 4: Ülkelere göre 2015-2020 yılları arasında istihdam kolaylığı.....	28
Grafik 5: ABD, Almanya ve Japonya'nın Endüstri 4.0 oransal harcamaları ve elde ettikleri gelir	48
Grafik 6: Endüstri 4.0 Teknolojilerinin Üretim Sistemlerine Entegre Edilme Oranları	51

Tezin Başlığı: Endüstri 4.0 Bağlamında Türkiye'nin Yerine İlişkin Güncel ve Gelecek Eksenli Bir Analiz	
Tezin Yazarı: Gözde Zeynep ÇEVİK	Tezin Danışmanı: Yrd. Doç. Dr. Zeki YÜKSEKBİLGİLİ
Kabul Tarihi: 25.02.2018	Sayfa Sayısı: vii (ön kısım) + 84 (tez) + 1(ek)
Anabilim dalı: İşletme	Bilim dalı: İşletme Yönetimi
<p>Son yıllarda üretim sektöründe yaşanan büyük sanayi gelişimleri ve devrimleri üzerine devletler rekabet edebilmek adına kendilerini bu hızlı değişim furçasına uydurmak mecburiyetinde hissetmiş ve bu bağlamda bazı stratejiler geliştirmişlerdir. Endüstri 4.0 ise 2011 yılında gündeme gelmeye başlamış olan bu stratejilere verilmiş olan isimdir. Makineleşme, internet ve otomasyon sistemlerinde bir üst seviyeyi işaret eden bu kavramın ortaya çıkışının temelleri üreticilerin her zaman olduğu gibi yüksek verimlilik ve katma değer artışı arayışı ile atılmıştır denilebilir.</p> <p>Bütün büyük ekonomilerin ve gelişmekte olan ekonomilerin başarılı şekilde bu stratejilere uyum sağlayabilmesi onların gelecekte uluslararası konjonktürde yer alacakları konum açısından önem taşımaktadır. Bu çalışmada da Endüstri 4.0'ın günümüze getirdikleri ve gelecekte getirmesi beklenen katma değerlerin analiz edilebilmesi adına dünyada ve Türkiye'de endüstriyel devrim çağları incelenerek yeni oluşumlar anlaşılmaya çalışılacaktır.</p>	
Anahtar Kelimeler: Sanayi, Endüstri, Rekabet, Ekonomi, Devrim.	

Title of the Thesis: With Respect to Industry 4.0 an Analysis on Turkey's Current and Future State	
Author: Gözde Zeynep ÇEVİK	Supervisor: Assist. Prof. Zeki YÜKSEKBİLGİLİ
Date: 25.02.2018	Nu. of pages: viii(Prep.)+84(Main body)+1(App.)
Department: Business Administration Subfield : Business Administration	
<p>Major improvements and reforms in production sector which have been taking place at recent years, forced governments to adapt themselves to these fast changing developments in order to be able to compete with other international economical actors. For this purpose, they started to develop some new strategies. Industry 4.0 is the name of one of these strategies which started to take place in 2011. One step forward on mechanization in production processes, internet and otomation are the concepts which Industry 4.0 refers to. It may be said that these developments and related strategies are coming from the need of high productivity and search for new added values.</p> <p>Whole major economies and developing economies would have a powerful status in international conjuncture if only they can manage to integrate their processes to the fast changing world. In this study, in order to analyze the current and also future returns and profits of Industry 4.0; industrial periods and reform ages will be examined in whole world. The outcomes of these examinations will be compared to Turkey's economy and this study will try to make an assesment of the current situation of our country in the context of Industry 4.0.</p>	
Keywords: Industry, Industrial, Competition, Economy, Reform.	

GİRİŞ

Endüstri 4.0'ın ortaya çıkışına zemin hazırlamış olan endüstriyel yenilik ve devrimlerin tarihlerini, sebep sonuç ilişkilerini anlayabilmek için bu süreç araştırmasından önce sanayi kavramına açıklık getirmek gerekmektedir. Sanayi yani endüstri kavramı, bilim ve teknoloji ile sıkı bir ilişki içerisinde ve bu sanayi olgusu açıklanırken bu ilişkilerin de ortaya konması önem arz etmektedir. Bu çalışmada da sanayi tarihinden bahsedilirken bunu tetikleyen teknolojik gelişmelere ve bugün gelinmiş olan mevcut duruma da değinilecektir.

Avrupa'da yaşanan en büyük ve önemli değişikliklerden biri olan Sanayi Devrimi, "kas gücüne dayalı üretim tarzından, makine gücüne dayalı üretim şekline geçiştir."¹ Bu dönemin tarihe geçmesindeki sebep sadece üretim ve endüstri alanlarında bir devrim olmamasıdır. Her ne kadar ilk bakışta yaşanan teknolojik gelişmeler sonucu sadece üretim tarzları renove olmuş gibi görünse de sosyal, ekonomik ve kültürel alanlarda da büyük yansımaları olmuştur. Dolayısıyla insanlık tarihindeki önemli bir yükseliş olarak kabul edilmektedir. Birinci sanayi devrimi, üretimde su ve buhar gücünden faydalanan makineleşmiş üretim sistemleri ile doğdu . Ardından gelen seri üretim olgusu ile ikinci sanayi devrimi başladı. Üçüncü sanayi devrimi ise dijital bir devrim olma niteliğini taşımaktaydı. Elektroniklerin kullanımı ve gelişen bilgi teknolojileri sayesinde üretim süreçleri daha da otomatikleşti. Bugüne gelindiğinde ise henüz çok yeni ortaya çıkmış olan dördüncü sanayi devrimini görmekteyiz.² Çalışmanın ilerideki bölümlerinde de dünyayı endüstriyel bağlamda bugüne taşıyan bütün yenilikleri tarihsel olarak inceleyerek bu dördüncü devrimin getirdiklerini ortaya koymaya çalışılacaktır.

Sonuç bölümünde ise bugün sanayi bağlamında ülkemizin konumu ortaya konularak, gelecek stratejileri ile ilgili bir yol haritası çizilmeye çalışılacaktır.

¹ Mesut Küçükcalay (1997), "Endüstri Devrimi ve Ekonomik sonuçlarının Analizi", Süleyman Demirel Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, Sayı:2, Güz, s: 52.

² Endüstri 4.0 web sitesi, "Endüstri Tarihine Kısa Bir Yolculuk", Erişim: <http://www.endustri40.com/endustri-tarihine-kisa-bir-yolculuk/>, Nisan 2017.

BÖLÜM 1: ENDÜSTRİYEL DEVRİMLER TARİHİ

1.1. Kronolojik Olarak Endüstriyel Devrimler

Sanayi kelimesi, Latince'deki "industria" kelimesinden dilimize uyarlanmış olup Fransızca'da da "industrie" biçiminde kullanılmaktadır. Türkçede zaman zaman Fransızca okunuşu ile "endüstri" olarak kullanılmaktadır. Ekonomik kapsamda ise sanayi; maden kaynakları ile çeşitli enerji kaynaklarının kullanılarak farklı hammaddelerin birer ürün haline getirilmesini hedefleyen finansal faaliyetler ve bu faaliyetlerde kullanılan araçların tamamı olarak kullanılmaktadır.³

Tarihteki sanayi faaliyeti kapsamında değerlendirilebilecek ilk etkinlikler insanlık tarihi kadar eskidir. Çünkü insanlar var olduklarından beri hayatta kalabilmek için çeşitli mücadele vermek mecburiyetinde kalmıştır. Vahşi hayvanlardan, zorlu doğa koşullarından korunabilmek ve karınlarını doyurabilmek için doğada buldukları kemik, bitki vb. malzemeler ile çeşitli aletler üretmişlerdir. Sanayi devrimlerinin her biri insanlık tarihinde önemli yerlere sahiptir. Bu önemin sebebi ise sanayi devrimlerinin endüstri ve üretim sektörlerinin ötesinde insanların ve dolayısıyla toplumların yaşam tarzlarına hatta toplumsal edebiyata dahi etki etmesi, mevcut olanı değiştirmesidir. İlk olarak 18. yy.da İngiltere'de yaşanan gelişmeler ile ortaya çıkmaya başlayan ilk sanayi devrimi, yeni bir çağın başlangıcını temsil etmiştir. Teknoloji ile paralel olarak gelişim gösteren endüstri, insan ihtiyaçları ve ticaret dinamiklerinin değişimi yıllar içerisinde benzer büyük çaplı değişikliklerin tekrarlanmasına yol açmıştır. Yaşanan bu gelişmeler kronolojik olarak aşağıdaki gibidir.

1.1.1. Birinci Sanayi Devrimi

Endüstri Devrimi, 1760-1840 tarihleri arasında İngiltere'de, James Watt adlı bir İskoç'un buhar makinesini bulması ve bunu üretim süreçlerine dahil etmesi ise ortaya çıkan bir süreçtir.⁴ "Sanayi Devrimini kısaca, kas gücünün egemen olduğu üretim şeklinden,

³ Ayça Aslıhan Özudoğru (2010), "Adana'da Dokuma Sanayi Yapılarının Endüstri Mirası Kapsamında İncelenmesi", Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, s: 2.

⁴ Suphi Burak Üskent (2006), "19. YY. İngiliz Romanında Endüstri Devriminin Yansımaları", Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, s:2.

makine gücünün egemen olduğu üretim şekline geçiş olarak tanımlayabiliriz.”⁵ Sanayi Devrimi'nin çıkış noktası olan ülkenin İngiltere olması bir tesadüf değildir. İngiltere'de uygulanmakta olan monarşi yapısı ve bu anayasa hem mülkiyet haklarını hem de halkın bireysel hak ve özgürlüklerini koruma altına alıyordu. Büyük bir sömürgeci olmasına da bağlı olarak finansal anlamda çok güçlü olan İngiltere'de ticaret de doğal olarak gelişmiş bir seviyedeydi. Dolayısıyla serbest rekabet ortamı vardı. Sömürgecilik sayesinde elde ettiği farklı hammaddeleri üretimde kullanan İngiltere ada olma özelliği ile de Avrupa içerisindeki karmaşa ve savaşlardan bir nebze daha uzak kalmayı başarmış dolayısıyla gücünü endüstriyel faaliyetlerde kullanabiliyordu. Bütün bu farklılıkları böyle bir devrimin bu ülkede patlak verip oradan Avrupa'ya yayılmasına ortam hazırlamıştır. Bu devrim ve yenilikler uzun bir süre İngiltere tekelinde kalsa da 19. yy. ikinci yarısından itibaren dünyaya hızlı bir şekilde yayılmaya başladığı gözlemlenmiştir.

Sanayi Devrimi'nin başlaması için uygun olan bu koşullar dışında etkili olan olaylar da vardır. Bu olaylar arasında başı çeken Avrupa'nın zenginleşmesidir denilebilir. 16. ve 17. yüzyıllarda çok yaygın bir şekilde uygulanan sömürgecilik Avrupa ülkelerini finanse etmiş ve gelişmelerini sağlamıştır. Hem İspanyolların Orta Amerika kolonilerinin altınlarını sömürmeleri hem de onların gemilerinin İngiliz korsanları tarafından sömürülmesi Avrupa'ya oldukça fazla altın kazandırmıştır.⁶ Bölgede yaşanan bu zenginleşme kapitalist sistemi de desteklemiş, burjuva sınıfının temellerini oluşturmuş ve tüketim taleplerini arttırarak yeni yatırım alanı arayışlarını tetiklemiştir. Bütün bu gelişmeler de Birinci Sanayi Devrimi'ni doğurmuştur. En son olarak da James Watt'ın 1698'de üretilmeye başlanan Newcomen buhar makinesini tamir etme fırsatı bulması ile onu geliştirip yeni ve daha verimli çalışan buhar makinesini icat etmesi sonucu olaylar zinciri hızlanmış, endüstri başka bir boyuta taşınmış ve sonuçları hayatın pek çok farklı alanı üzerinde de etkili olmuştur.⁷

⁵ Şelale Özdemir (2014), “Sanayi Devriminin Bilim Tarihi Üzerine Etkisi”, Mart 2014 Üretim Ekonomisi Kongresi Bildirisi.

⁶ Tarihi Olaylar web sitesi, erişim: <<http://www.tarihiolaylar.com/tarihi-olaylar/sanayi-devrimi-1107>>, Nisan 2017.

⁷ BBC web sitesi, “James Watt”, Erişim: <http://www.bbc.co.uk/history/historic_figures/watt_james.shtml>, Nisan 2017.

1.1.1.1. Birinci Sanayi Devrimi'nin Sonuçları

Endüstri Devrimi'nin ekonomik boyuttaki sonuçları üç ana başlık altında gelişmiştir. Bunlar da birbirleri ile doğrudan bağlantılı olan ve birbirini tetikleyen, aletlerin yerini makinelerin alması ile başlayan seri üretime geçiş, üretimin hızlanması ve dolayısıyla ticaretin ve fabrikaların artması ile kentleşmenin hızlanması olarak sıralanabilir. Sanayi Devrimi'nden sonraki dönemde zenginleşmek için dünya çapında ticaret yapıyor olmak gerekiyordu. Bu döneme kadar dünyadaki değerli madenlerin yağmalanması ve uluslararası ticaret ile sağlanmış olan sermaye birikimi Sanayi Devrimi'nden sonra üretim üzerinden yükseltilecek hedefler ile devam etmeye başlamıştır. Takip eden yıllar içerisinde dünyadaki ticaret ve sanayi üretim hacmi önceki dönemlere göre çok daha yüksek seviyelere çıkmıştır. Örnek olarak, 18. yüzyıl süresince dünyadaki endüstriyel üretim ve ticaretin yıllık büyüme hızı ortalama % 1,5 ve 1,1'ken; 1780-1830 dönemine gelindiğinde %2,6 ve 1,4; 1820-60 döneminde de %3,2 ve 3,8'lere yükselmiştir. Bu yükselişin İngiltere'nin refah düzeyine ne düzeyde etki ettiğini anlayabilmek için uluslararası ticaretteki payını ve ülkenin gelir düzeyindeki yükselişi incelemek yeterlidir. Buna göre de, 1780'de dünya ticaretindeki payı %12 iken, bundan yalnızca 20 yıl sonra % 33'e çıkmış ve kişi başına düşen gayri safi yurtiçi hasıla da Sanayi Devrimi'ne kadar 1.000 Doların altında seyrederken, 1830'lu yıllarda bu tutar 2.000 Dolar'a, 1900 yılında ise 5.000 Dolar'a kadar çıkmıştır.⁸ Ticaretteki bu hızlanma ve gelişim doğal olarak hammadde arayışlarını da beraberinde hızlandırmıştır. Bu arayış da sömürgecilik sistemini körüklemiş, devletler arasındaki farkları daha da belirginleştirerek sömürge ülkelerini tamamen bağımlı bir hale getirmiştir. Ayrıca üretimde önemli rol oynayan işçi sınıfı güçlenmiş ve işçi hareketleri de yaygınlaşmaya başlamıştır.

Bütün bu ekonomik sonuçların yanında Sanayi Devrimi'nin sosyal etkileri de oldukça fazla olmuştur. Bu ekonomik değişiklik ve reformlar beraberinde toplumsal düzeni etkileyecek gelişmelere de sebebiyet vermiştir. Bunların başında kent soylu sınıfının yapı değiştirmesi ve yepyeni bir işçi sınıfının doğması sayılabilir. Avrupa'da Sanayi Devrimi'nden önceki dönemde de işçi sınıfı mevcuttu; fakat o dönemdeki işçiler hakları ve koşulları konusunda bilinçli değillerdi. Siyasal açıdan oy hakları olmayan,

⁸ Ekrem Erdem (2016), "Sanayi Devrimi'nin Ardından Osmanlı Sanayileşme Hamleleri", Erciyes Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, Sayı: 48, Temmuz-Aralık 2016, s: 19.

sendikalaşmalarına ve grev yapmalarına izin verilmeyen bu işçi sınıfı devrimden sonra bilinçlenmeye ve seslerini yükselterek haklarını istemeye başlamışlardır.⁹

Bir yaklaşıma göre Sanayi Devrimi sonrasında nüfus artışı, ekonomik büyüme, sanayileşme ve yatırımlarda kazanılan hızlı ivme sonucunda oluşan gıda üretiminin yetersizliğine, yenilemeyen doğal kaynakların tüketilmesine ve çevre kirliliğine sebep olarak insan sağlığını tehlikeye atmıştır. 1972 yılında Dennis Meadow tarafından ortaya atılan yaklaşıma göre sanayileşme, teknolojik pek çok yenilikleri, bu yenilikler de bilgi toplumunun mühim olduğu yeni bir dönemi beraberinde getirmiştir.¹⁰

1.1.2. İkinci Sanayi Devrimi

İkinci Sanayi Devrimi, ilk aşama olan ilk sanayi devriminin bittiği 1870 yılından itibaren Birinci Dünya Savaşı'nın başladığı dönem olan 1914 yılına kadar geçen süreçte meydana gelen teknolojik gelişmeler ile bunların getirdiği ekonomik ve sosyal değişiklikleri ifade etmektedir.¹¹ Endüstriyel devrimin ilk aşamasının sonucunda gelişen demiryolları ile nakliye ve bu sayede hızla büyüyüp ivme kazanan ticaret, demiryollarının dayanıklı çelik üretimine olan arzını doğurmuş bu da sanayi devriminin yeni aşaması için itici güç rolünü oynamıştır. İkinci Sanayi Devrimi'nin belirleyici faktörleri ise petrol ve benzeri hammaddelerin ekonomi içerisinde sahip olduğu önem, elektriğin kullanılmaya başlanması, petrol ile çalışan içten yanmalı motorlar ve dolayısıyla otomotiv sektörünün gelişmesi olmuştur. Ayrıca bu dönemde telgraf ve radyo bağlantılarının geliştirilmesi sayesinde oluşan yeni imkânlar ile borsa ve hisse senedi piyasaları oluşmuştur.¹² Bu dönemde işçilerin durumuna bakıldığında ise sendikalaşmanın daha fazla kabul gördüğü ve bilgi toplumunun önem kazanmış olmasına bağlı olarak beyaz yakalı çalışanların sayısının fazlaştığı gözlemlenebilir.

⁹ Gökçen Göksal (2003), "İngiliz Sanayi Devrimi", Kora Yayınları, İstanbul, s: 37-40.

¹⁰ C.Can Aktan; Mehtap Tunç (1998), "Bilgi Toplumu ve Türkiye", Yeni Türkiye Dergisi, Ocak-Şubat 1998. s.118-134.

¹¹ Füsün Kavrakoğlu (2014), "Sanayi Devrimleri", Kişisel Blog, Erişim: <<http://blog.kavrakoglu.com/tag/ikinci-sanayi-devrimi/>>, Nisan 2017.

¹² Ryan Engelman, "The Second Industrial Revolution", U.S. History Scene Web Sitesi, Erişim: <<http://ushistoryscene.com/article/second-industrial-revolution/>>, Nisan 2017.

Çoğu görüşe göre 2. Sanayi Devrimi'nin olumsuz sonuçları olmuştur. Teknolojik gelişmelerin getirdiği fazla karbon ve doğal kaynak tüketimi dünyayı, çevreyi negatif yönde etkilemiş ve küresel ısınma gibi bugünkü pek çok çevre sorununun ortaya çıkmasına zemin hazırlamıştır.

1.1.3. Üçüncü Sanayi Devrimi

Birinci Endüstri Devrimi'nde su ve buhar gücü; İkinci Endüstri devriminde ise petrol ve elektrik ana enerji kaynaklarıydı. Üçüncü Endüstri Devrimi'nde ise, güneş enerjisi, rüzgar enerjisi gibi yenilenebilir enerji kaynakları önem kazanmıştır. Yarı iletkenlerin, ana bilgisayarların, kişisel bilgisayarların ve internetin çevresinde geliştiği için çoğunlukla dijital devrim ya da bilgisayar devrimi olarak adlandırılmıştır. Sanayi devrimi genel olarak medeniyete doğru atılmış adımlar bütünü gibi görünse de bazı getirileri olumsuz sonuçlara yol açmıştır. Birinci ve ikinci sanayi devrimlerinden sonra doğal kaynaklar ve hammaddelerin tüketimi hızla arttığından dünyadaki kaynaklar da aynı hızda azalmaya ve risk altına girmeye başlamıştır. Bu sebeple de doğal hayat ve çevre negatif yönde etkilenmiş ve kaynaklar sürdürülebilirliğini yitirmeye başlamıştır. Sürdürülebilirliğin risk altına girdiği fark edildiğinde ise teknoloji çevre dostu olmaya yöneltmiş ve yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanılabilmesi için çalışmalara başlanmıştır. Bu gelişmeler de Üçüncü Sanayi Devrimi'ni getirmiştir. Ekonomik bir devriminin oluşması için yeni bir enerji kaynağı ile yeni bir iletişim teknolojisinin ortaya çıkması gerekmektedir. Bu iki olgunun bir araya geldiği koşullarda ise yaşam başka bir boyuta geçecektir. Örneğin Birinci Sanayi Devrimi kömür ile matbaanın aynı anda gelişip birleşmesi ile patlayıp yayılmıştı. 2. Sanayi Devrimi ise petrol ve yeni iletişim gereçlerinin bir araya gelmesinden doğdu. 3. Sanayi Devrimi de yenilenebilir enerji ile internetin ortaklığından ortaya çıkmıştır.¹³ Aslında İkinci Sanayi Devrimi olup bittikten sonra 1970'lerden itibaren yaşanan pek çok teknolojik gelişmeye ve bu olaylar zincirine Üçüncü Sanayi Devrimi Adını kullanan ve yaygınlaşmasını sağlayan aynı isimli kitabı ile Jeremy Rifkin olmuştur. Ayrıca The Economist dergisinin de bu konu üzerinde ses getiren bir makale yayınlaması 3. Sanayi Devrimi kavramının akıllarda iyice yer etmesini sağlamıştır. Economist'in haberine göre bu devrim ile yeni dönemde üretim

¹³ Jeremy Rifkin (2014), "Üçüncü Sanayi Devrimi", İletişim Yayınları, Birinci Baskı, İstanbul, s: 57-60.

dijitalleşmektedir. Çok fazla insanın üretimde yer aldığı ve verimliliği düşük, kendisi çok büyük olan fabrikalar bu yeni dönemde aynı şekilde faaliyetlerine devam edemeyeceklerdir. 3D yazıcılar, kullanımı kolay robotlar gibi yeni aletler ve teknolojik gelişmeler sayesinde çok daha az insanın üretim süreçlerinde yer aldığı ancak verimliliğin çok daha yüksek olduğu bir endüstri ortamı oluşmaktadır. Bu koşulların, üretimin pahalı olması sebebi ile az gelişmiş ülkelere yönlendirilen üretim bağlamında, zengin ülkelere yeniden iş olanakları doğurabileceği de bu haberde öne sürülmüştür.¹⁴ Endüstrideki bu 3. devrim çok daha farklı ve yeni çok yeni koşullar yaratmıştır. Yeni buluşlara ait aletler eskilerinden daha hafif, daha dayanıklı hale gelerek pek çok farklı üretim dalında kullanılır hale gelmiştir. İnternet ise tasarım alanında farklı dizayn yapanların iş birlikleri kurmasına ortam hazırlamaktadır. Doğal olarak bu kadar fazla gelişme ve değişiklik toplumsal hayata da kaçınılmaz şekilde yansımaktadır. “Otomasyon sayesinde verimlilik artıyor. Örneğin, Nissan'ın Sunderland'daki fabrikası 1996 yılında çalışan başına 59 araba üretirken, 2016 yılında 88 araba üretmiştir. Yani kişi başı üretim %49 artmıştır.”¹⁵

1.1.4. Dördüncü Sanayi Devrimi

Sanayi ya da Endüstri 4.0 bugün içerisinde olduğumuz bir süreci ifade etmektedir. Dolayısıyla henüz tamamlanmış bir dönem değildir ve geleceğine dair teoriler üzerinde durulmaktadır. “Endüstri 4.0 genel itibarıyla; robotların üretimi devralması, üç boyutlu yazıcılar ile üretim, yapay zekanın gelişmesi, büyük veri çalışmaları ve daha birçok yeniliklerle incelenebilir.”¹⁶ Almanya, Japonya ve ABD tarafından destek görmüştür.

“Sanayi 4.0’ın (Industry 4.0) kuramsal başlangıcı için Kagermann’ın 2011 tarihli makalesi esas alınmaktadır. Kagerman (2011) 4. Sanayi devriminin sadece otomasyondaki gelişimi değil, aynı zamanda akıllı gözlem ve karar alma süreçlerini de içermekte olduğunu ifade etmektedir.”¹⁷ Bugün hala 2011’de başlayan, Sanayi 4.0

¹⁴ “A Third Industrial Revolution”, The Economist, Erişim: <<http://www.economist.com/node/21552901>>, Nisan 2017.

¹⁵ Uğur Tandoğan (2012), “Üçüncü Sanayi Devrimine Ne Kadar Hazırız?”, Dünya Gazetesi Web Sitesi, Erişim: <<http://www.dunya.com/kose-yazisi/ucuncu-sanayi-devrimine-ne-kadar-haziriz/13008>>, Nisan 2017.

¹⁶ Mert Ali Özel (2016), “4. Sanayi Devrimi Nedir?”, Mühendis Beyinler Web Sitesi, Erişim: <<https://www.muhandisbeyinler.net/4-sanayi-devrimi-nedir/>>, Nisan 2017.

¹⁷ Sinan Alçın, “Üretim İçin Yeni Bir İzlek: Sanayi 4.0”, Journal Of Life Economics, s: 21.

sürecinin içerisindeyiz. “Nesnelerin İnterneti”, “Her Şeyin İnterneti” veya “Endüstriyel İnternet” isimleri ile de bilinen bu değişiklikleri ilk üç sanayi devriminden ayırmaya yarayacak karakteristikleri şu şekilde sıralanabilir:

- Siber fiziksel sistemler (CPS): Bu sistemler sensörler aracılığı ile reel fiziksel dünyayı sanal bilgi işlem dünya ile bağlamaktadırlar. Geniş bir iletişim ağı oluşturan ve bu sayede reel ile sanal dünyalar arasındaki sınırları ortadan kaldırmayı sağlayan sistemler Endüstri 4.0’ın da en temel itici güçlerinden bir konumundadır.¹⁸ Siber fiziksel sistemler sayesinde gelecekteki tesisler yeni oluşturulmuş koşullar ve arayüzlere sahip olacak, bu arayüzlerin eş zamanlı olarak kontrol edilebilmesi, üretim süreçlerindeki donanımların en son yenilikleri ile güncellenmesi konularında daha esnek olunabilecektir. Bu sayede de ilgili bütün değişikliklerin üretim süreçlerine uyarlanması daha az zaman alacak ve potansiyel olumsuzluklar ile aksaklıkların minimum seviyeye çekilebilmesi mümkün olacaktır. Bütün bunlar da doğal olarak verimlilik seviyesini daha yukarılara taşıyacaktır.
- Büyük Veri: Sanayi 4.0 ile şekillenen geleceğin üretim tesislerinde işlenip kaydedilmesi gereken çok daha fazla veri hareketi olacağından inovatif veri sistemlerinin kullanılması önem taşımaktadır. “İnternette, çeşitli sosyal medya sitelerinde yapılan paylaşımlar, bloglar, fotoğraf, video gibi değişik kaynaklardan akan tüm verinin, anlamlı ve işlenebilir biçime dönüştürülmüş haline denir. Büyük veri; internet istatistikleri, sosyal medya yayınları, bloglar ve benzeri sensörlerden gelen bilgiler gibi çok büyük sayıda veriden oluşuyor.”¹⁹ Bu veriler, doğru şekilde analiz edilip yorumlanabilirse işletmelerin; doğru şekilde önemli stratejik kararlar almalarını, riski en az seviyede tutup daha iyi yönetebilmelerini bu sayede yüksek verimlilik ile çalışabilmelerini sağlamaktadır.²⁰

¹⁸ İsa Ghafory, “Siber Fiziksel Sistemler”, Endüstri 4.0 Web sitesi, Erişim: <<http://www.endustri40.com/siber-fiziksel-sistemler/>>, Nisan 2017.

¹⁹ Wikipedia Web Sitesi, Erişim: <https://tr.wikipedia.org/wiki/B%C3%BCy%C3%BCk_veri>, Nisan 2017.

²⁰ Eric Auschitzky (2014), “How Big Data Can Improve Manufacturing?”, McKinsey Web Sitesi, Erişim: <<http://www.mckinsey.com/business-functions/operations/our-insights/how-big-data-can-improve-manufacturing>>, Nisan 2017.

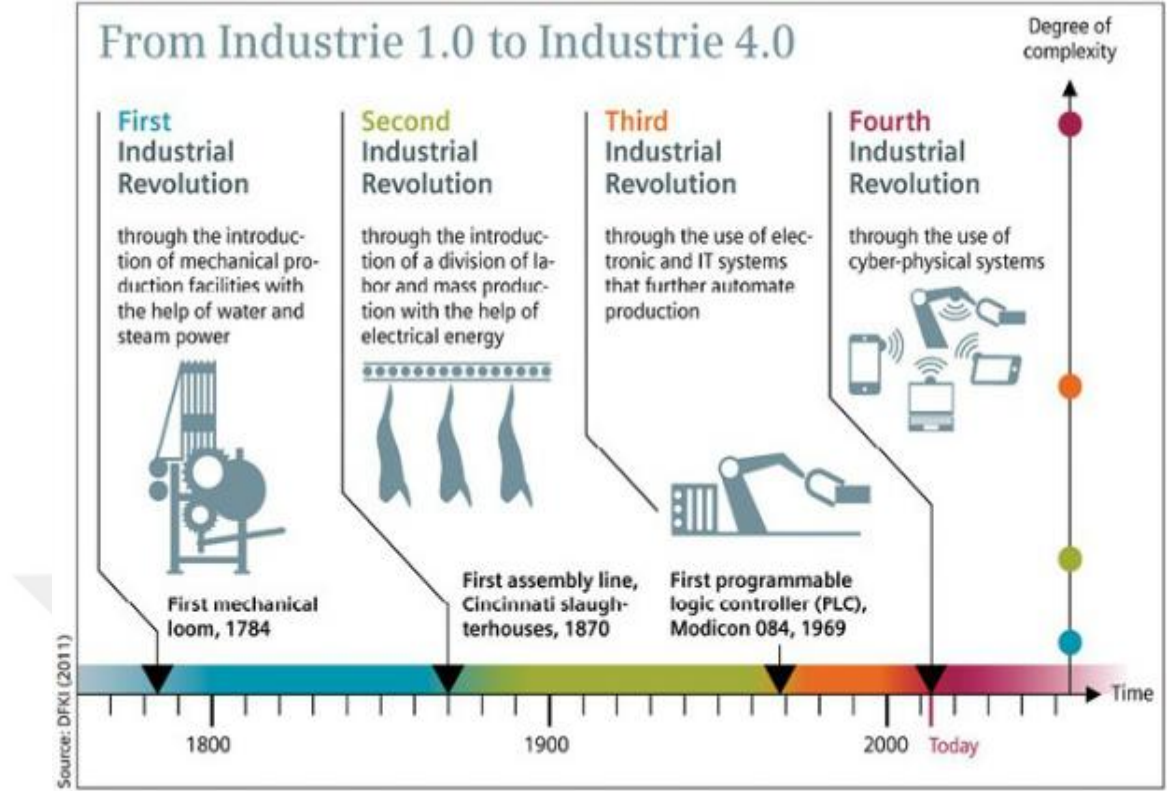
- Dijital Bilgi Alışverişi: Sanayi 4.0'ın temel felsefelerinden biri sanal ve gerçek dünyanın birbirine bağlanmasıdır. İçerikler, donanımlar, bileşenler, sistemler ve insanlar arasında internet aracılığı ile sağlanan kesintisiz bilgi alışverişi sayesinde nihai ürünler, makineler, içerikler ve üretimdeki her adımın dijital ayak izleri olacaktır. Bu sayede de üretimin daha hızlı, esnek ve düşük risk yüksek verimlilik ile yapılabileceği düşünülmektedir. Buna göre akıllı fabrikalar, güncel koşullara durumlara otomatik olarak uyum sağlayacak, sipariş taleplerine göre üretim planlamalarını organize edecektir.²¹
- Akıllı Robotlar: İnsan kaynaklı hataları sonlandırması beklenen robotlar, üretimde yaygın şekilde kullanılmaktadır. Dolayısıyla robot teknolojileri, Dördüncü Sanayi Devrimi'nin, yani Endüstri 4.0'ın etkisini artırmak açısından gelecek vaat ediyor. Örneğin, akıllı fabrikalarda ki robotlar birbiri ile iletişim halinde, iş bölümü yaparak, değişiklikleri analiz edip tepki vererek üretimi yönetebilir hale gelecek. Bu robotlar klasik üretim bandında hareket eden malzemeleri sensör teknolojileri sayesinde ayırt ederek, hangi aşama ve işlemler tabi tutulması gerektiğini bilmektedir. Bu sayede her bir farklı ürünün tek bir üretim bandında hatasız şekilde işlenmesi sağlanabilmektedir.
- Dijital Sanayileşme: Sanayi 4.0 ile üretim süreçlerinin tamamı, seri üretimden önce, ilk etapta planlanıp sanal bir üretim programı planı aracılığıyla sağlanacaktır. Tüm adımlar, öncelikle sanal olarak doğrulanacak sonrasında fiziksel üretim tamamlanacaktır.

Endüstri 4.0 kapsamında gelişmekte olan bütün bu teknolojilere ilerleyen bölümlerde detaylı şekilde değinmeden önce bu kavramın nasıl ortaya çıktığını ve ifade ettiklerini tam olarak özümsemek gerekmektedir.

1.2. Kavramsal Olarak Endüstri 4.0

İlk üç sanayi devrimi süresi içerisinde yaşanan en önemli gelişmelerden biri de Dünya kaynaklarının çok hızlı tükenmesi ve sürdürülebilirlik kavramının öncelik kazanması olmuştur. Günümüzde ise sanayi devriminin dördüncü evresine tanıklık etmekteyiz.

²¹ Kaveh Taghizadeh (2015), "Sanayi 4.0", KPMG Ynetim Danışmanlığı Araştırma Makalesi.



Şekil 1: 1800'lerden Bugüne Endüstri'nin Evreleri²²

Almanya'da yaşanan endüstriyel değişim sürecine bakarak bu devrime neden Endüstri 4.0 adı verildiğini anlayabiliriz. Almanya Eğitim ve Araştırma Bakanlığı, mevcut konjunktürde ve öngörülebilir gelecekte ülkenin kalkınmasını güçlendirmeye yönelik yaptığı çalışmalar sonucu, 2011 yılında 10 ana projeyi duyurdu. 'Gelecek Projesi' adındaki bu projeler, 'Yüksek Teknoloji Stratejisi 2020'nin Gelecek Projeleri' adı altında yayınlandı. Bu projeler, günlük yaşamın kavramlarına odaklanıyor: Karbon emisyonlarının azaltılması, çevre dostu ve akıllı şehirler kurulması, alternatif yakıtların kullanılması, akıllı şebekelere geçiş yapılmasıdır. Projelerden biri de, Almanca 'Industrie 4.0' olarak isimlendirildi ve ilk olarak 2011 Hannover Fuarı'nda açıklandı. Teknolojileri, akımları, bilgisayar programlarını, bilgi teknolojileri çözümlerini 1.0, 2.0 şeklinde isimlendirildiği bir dönemde, 'yeni' endüstrinin de bu şekilde adlandırılması normal karşılandı. Önemli olan, Dördüncü Endüstri Devrimi'ne duyulan güvendi. Alman hükümeti, projeye ilk aşamada 200 milyon Euro yatırım yaptı. Sonrasında, Federal

²² Siemens Web Sitesi, Erişim: https://www.plm.automation.siemens.com/en_gb/about_us/events_webinars/innovation_seminar/, Nisan 2017.

Almanya Ulusal Bilim ve Araştırma Akademisi önderliğinde ‘‘Endüstri 4.0 Strateji Belgesi’’ hazırlandı ve 2013’te yine Hannover Fuarı’nda duyuruldu. Bu belge özünde Almanya odaklı olmakla birlikte, bu yeni devrimin ana niteliklerini de açıklıyor, dolayısıyla tüm dünyaya yeni bir endüstrinin kapılarını aralıyordu.

Endüstri 4.0’ın temelinde; endüstriyel üretimle ilgili bütün kalemlerin birbiriyle haberleşmesi, bütün verilere gerçek zamanlı olarak erişilmesi ve bu veriler sayesinde optimal katma değer sağlanmasıdır. Almanya’da 2015 yılında, 235 Alman şirketi üzerinde Endüstri 4.0’ı anlamaya ve üretime nasıl katkı sağlayabileceğine dair yapılan bir anketin sonuçlarına göre bu kavramın temel esasları şu şekilde belirtilmiştir: Endüstriyel internet, entegre edilebilen analizler, dijitalleşen süreçler, inovatif iş modelleri, bütün üretim ve değer zinciri çerçevesinde yatay işbirlikleri.²³ Zaman ilerledikçe Endüstri 4.0 olgusu, iş dünyasının ve akademik çevrelerin de katkılarıyla Almanya olarak kalmayıp yeni bir endüstriyel sistem kurmayı tasarlayan bütün ülkelerin ilgi alanı haline geldi.

1.2.1. Teknolojik İlerlemeler

Endüstri 4.0, dijital değişim faktörleri ile gelecekte söz sahibi olacak olan akıllı üretim ekonomisini ortaya çıkartıyor. Uluslararası rekabette söz sahibi olmayı hedefleyen işletmeler kendilerini bu yeni düzende vazgeçilmez roller oynayacak olan akıllı robotlar, pazarlama ve yönetim aşamalarında kullanılabilecek yapay zeka sistemleri, Ar-Ge departmanları ve bütün bunların fiziksel dünya ile arasındaki bilgi akışını yürütecek internet temelli sistemler ile bu sistemlerin bir arada uyumlu şekilde işlemesini sağlayacak çalışan ekipler ile desteklemeleri ve geliştirmeleri gerekmektedir. Teknoloji alanındaki gelişmeler başlangıcından beri sanayi devrimlerinin temel itici gücü olmuşlardır. 18. yüzyılda buhar gücüyle çalışan makineler üretim süreçlerine dahil edilmeye başlanmış, 20. Yüzyılda başında elektrik enerjisi ile seri üretim doğmuş ve verimlilik artmıştır. 1970’lerden sonra ise bilgi teknolojilerinin endüstride kullanımı ile otomasyon sistemleri yayılmaya başlamıştır. Bugün de siber-fiziksel sistemler, dinamik veri işleme sistemleri sayesinde endüstride dördüncü aşamayı yaşamaktayız. Dört temel

²³ Linus Akeson (2016), ‘‘Industry 4.0 Cyber-Physical Systems and Their Impact on Business Models’’, Karlstads Universitet, Yüksek Lisans Tezi, s: 2.

akım iş hayatında oldukça büyük değişikliklere yol açarak bu devrimin de temelini atmıştır. Bu akımlar şu şekilde açıklanabilir:

- “Bölgesel akımlar - Ülkeler arasındaki sosyal etkileşim ve ticarete artış
- Ekonomik akımlar - Yükselen yeni güçlü ekonomiler ve finansal kaynak akışları ile artan küreselleşme
- Teknolojik akımlar - Artan bağlanabilirlik ve platform teknolojilerinin gelişmesi
- Meta akımlar - Giderek kıtlaşan kaynaklar, çevre ve güvenlikle ilgili artan kaygılar”²⁴

Bu 4 oluşum sensörlerin, bilgi teknolojilerinin ve üretim gereçlerinin gittikçe birbirine bağlandığı işleyişlerin temelini oluşturarak yeni değer zincirleri ortaya çıkartmışlardır. Siber-fiziksel sistemleri ismi ile bilinen bu sistemler, internet entegrasyonu sayesinde birbirleri arasında bilgi ve veri alışverişi sağlayarak olası hataları öngörebilmek ve güncellenen koşullara hızlı adapte olabilmek amacı ile verileri analiz etmektedirler.

Sanayi 4.0 kapsamındaki teknolojik ilerlemeler 9 başlık altında toplanabilir.



Şekil 2: Sanayi 4.0 Bağlamında Teknolojik Gelişmeler²⁵

²⁴ “Türkiye’nin Küresel Rekabetçiliği İçin Bir Gereklik Olarak Sanayi 4.0”, Otomasyon Dergisi, Erişim: <<http://www.otomasyondergisi.com.tr/arsiv/yazi/97-turkiyenin-kuresel-rekabetciligi-icin-bir-gereklik-olarak-sanayi-40>>, Nisan 2017.

²⁵ “Sanayi 4.0 Konferansında Engels’e Gönderme”, Erişim: <<http://www.gazeteekonomi.com/ekonomi/sanayi-40-konferansinda-engelse-gonderme-h153237.html>>, Nisan 2017.

1.2.1.1. Siber Fiziksel Sistemler

Günümüzde birbirine bağılı olmayan sistemleri kullanan hala çok fazla organizasyon olmasına karşılık gün geçtikçe bağlanabilirlik artmakta ve endüstride önemli bir yer tutmaya başlamıştır. Bugün artık fiziki dünya ile sanal dünyayı birbirinden ayrı şekilde düşünmek çok mümkün olmamaktadır. Sanal dünya gerçek dünya üzerine kurulmuşken, fiziksel hayatın sınırları sanal dünya tarafından genişletilmektedir. İşte bu iki dünyanın arasındaki bağlantıyı ve bilgi alışverişini sağlayan siber fiziksel sistemler Sanayi 4.0'ın en temel güçlerinden birini oluşturmaktadır. Bugün gelişmiş teknoloji eseri bilişim sistemleri üretim süreçlerinin merkezine konulanmış durumdadır. Siber fiziksel sistemler ve teknolojiler ile donatılmış makineler yeni ara yüzlere sahip olacaktır. Bunları eş zamanlı olarak kontrol etmek ve gerekli güncellemeleri yapmak konusunda daha hızlı ve esnek olabilmek adına değer zincirindeki ekipmanın yeni inovasyonlarla desteklenmesi ve siber fiziksel sistemlere uyumlaştırılması gerekmektedir. Endüstri 4.0'ın temeli, üretim süreçleri ve sistemlerin farklı ara yüzler üzerinden çeşitli ağlar ile bağlantı kurup çeşitli servislerle iletişim kurmasını sağlamaktır. Buna örnek olarak akıllı telefonlarımızdaki internet bağlantısı ile istediğimiz içeriklere ulaşabilmemiz, etrafımızdaki diğer akıllı telefonlarla çeşitli ağlar üzerinden iletişim sağlayabilmemiz gösterilebilir. Sanayi bağlamında incelendiğinde ise Endüstri 4.0'ın siber-fiziksel dünyalar arasındaki bağlantıları makinelere taşıdığı görülebilmektedir. Bu açıdan bakıldığında da örnek olarak “Akıllı Fabrikalar” gösterilebilir. Akıllı Fabrikalarda otomasyon, ekipmanların kendi aralarında haberleşerek işlevlerini aralarında belirleyip planlamaları anlamına gelmektedir. Örneğin, üretim sırasında hammadde eksikliği oluşursa gerekli sipariş otomatik olarak verilebilir, herhangi bir arıza durumunda o anda tespit yapıp hızlıca giderilebilir. Siber fiziksel sistemler, aynı zamanda Ar-Ge ve pazarlama bölümlerinde de etkili farklar yaratabilmektedir. Herhangi bir yeni bölüm fiziki olarak kurulmadan önce bu sistemler sayesinde simüle edilip fizibilite çalışmaları bu sayede yapılabilmektedir.²⁶ Özet olarak Endüstri 4.0 ve siber fiziksel sistemler çok daha hızlı ve inovatif çözümlerin üretildiği, verimliliğin daha fazla olduğu bir gelecek yaratmaktadır.

²⁶ “Endüstri 4.0 Yolunda”, Siemens Yayını, s: 11.

İlk defa 2006 yılında ABD’de kullanılmış olan siber fiziksel sistemlerin tarihi gelişimi 1932 yılına dayanmaktadır.

Tablo 1: Siber-Fiziksel Sistemlerin Tarihi Gelişimi²⁷

Tarih	Olay/Olgü
1932	Nyquist, kontrol sistemleri konusunda frekans teknikleri geliştirmiştir.
1940-1945	Örneklenmiş Veri Sistemleri Teorisi ortaya atılmıştır.
1945	İlk amplifikatör tasarımı yapılmıştır.
1946	İlk taşınabilir hücresele telefon geliştirilmiştir.
1946	İlk bilgisayar (ENIAC) bulunmuştur.
1950	Root Locus metodu geliştirilmiştir.
1954	Dijital Kontrol Sistemleri geliştirilmiştir.
1969	ARPANET (internetin ilk hali) geliştirilmiştir.
1973	Gerçek zamanlı işleme sistemleri geliştirilmiştir.
1973	Optimal, adaptif, non-lineer kontrol sistemleri ile stokastik sistemler geliştirilmiştir.
1990	Hibrit sistemler geliştirilmiştir.
1997	IEEE 802.11 Wifi standardı geliştirilmiştir.
2000	Ağ önceliği sistemi (QoS) başlatılmıştır.
2006	Siber-Fiziksel Sistem (CPS) kavramı ilk kez kullanılmıştır.

Hızlı gelişmelerin yaşandığı teknoloji; üretim, dizayn ve hizmet anlayışlarını da beraberinde getirdiği yenilikler çerçevesinde değiştirmiştir. Bugüne kadar önemli sayıda üretici firma otomasyon sistemleri ile radyo frekans sistemi (RFID) kullanmaya başlayarak çoğu süreçlerini ‘akıllı’ işlemlere çevirmiş olsa da henüz teknoloji tam olarak beklentileri karşılayacak seviyeye erişmemiştir. Siber fiziksel sistemlerin esas hedefi tamamı ile ‘akıllı izleme’ ve ‘akıllı kontrol’ süreçlerinin kullanılıyor olmasıdır.

Siber fiziksel sistemlerin hem endüstri hem de günlük hayata nasıl yansıtacağı şu 3 aşama halinde özetlenebilir:

²⁷ Sinan Alçın, “Üretim İçin Yeni Bir İzlek: Sanayi 4.0”, Journal Of Life Economics, s: 24.

- İnovasyon, planlama ve pazarlama: Bu aşamalar bağlamında tüketicilerin kişisel tercihleri dahil analiz edilebilecek hale gelecek ve bu kapsamda üretim planlaması yapılarak tam otomasyon ile çalışan akıllı fabrikalar olacak.
- 7 gün 24 saat tam otomasyonla çalışan fabrikalar: Planlaması bilgisayarlar tarafından yapılan makineler, daha yüksek verimlilik ile yüksek kalite üretim yapılmasını sağlayacaktır.
- Pazar ve nihai tüketiciler: Nesnelerin interneti sayesinde pazar, market, lojistik depolama alanlarındaki raflar dahil sensörlere bağlanarak sipariş akışının da otomatikleşmesine ve bu sayede tedarik zincirinin hızlanmasına olanak tanıyacaktır.

Birbirlerine entegre olmuş ve bağlı çalışan bu sistemler beraberinde faydaların yanında bazı sakıncalar da ortaya çıkarmıştır. Bunların başında da siber güvenlik kavramı yer almaktadır.

1. Siber Güvenlik

Endüstri 4.0'dan önce bir fabrikanın güvenliği söz konusu olduğunda akıllara insan gücü ile sağlanabilecek koşullar gelmekteydi; ancak değişen hayat koşulları güvenlik algılarını da değiştirmektedir. Bugün artık fabrikalar gibi onlara yönelik saldırılarda 'akıllanmıştır'. "Endüstri 4.0 devriminin lideri olan Almanya'da Deutsche Telekom'un 2015 yılında yayınladığı Siber Güvenlik Raporu'na göre, şirketlerin yüzde 90'nın siber saldırılarla karşılaştığı ve sadece yüzde 60'ı siber saldırılar karşısında hazırlıklı olduklarını onaylamıştır. Bu siber güvenlik raporunun da belirttiği gibi, Endüstri 4.0 devrimin tamamlanması ile siber saldırıların sıklığı da artacaktır."²⁸ Siber ve fiziksel hayatın iç içe olduğu Endüstri 4.0 döneminde otomasyon sistemlerine yönelik olarak düzenlenebilecek saldırılar oldukça önemli tehlikelere yol açabilecek kadar tehlike arz etmektedirler. Örneğin, siber sistemler ile birbirine bağlı olarak çalışan makinelerin bulunduğu bir nükleer santrale yapılabilecek herhangi bir siber saldırının sebep olacağı zayıf kolay kolay telafi edilebilir boyutlarda olmayacaktır. Siber saldırıların fiziksel saldırılardan önemli bir farkı da nereden yapıldığının tespitinin çok zor olması ile bu saldırıların ışık

²⁸ "Endüstri 4.0: Akıllı Fabrikaların Akıllı Güvenliği", Harvard Business Review Online Yayını, Erişim: <<https://hbrturkiye.com/endustri-4-0-akilli-fabrikalarin-akilli-guvenligi>>, Nisan 2017.

hızında yapıyor olmasıdır. Terörist bir örgüt herhangi bir ülkenin siber alanı üzerinden adres olarak, diğer bir ülkeye saldırabilir ve bu durum da hedef olan ülke ile saldırının yönlendirildiği siber alana sahip ülke arasında problemlere neden olabilir. “Rusya ile Gürcistan arasında yaşanan 2008 yılı savaşında, Rusya’ya ait siber alandan Gürcistan’a yapılan siber saldırı bu durumun bir örneğidir. Rusya Gürcistan’a yönelik siber saldırılarda herhangi bir katkısı olmadığını belirtmiş olsa da, bu siber saldırıların Rusya’nın bilgisi dahilinde devlet destekli olarak mı yoksa ülkede ki terör saldırısı örgütleri tarafından mı yapıldığı kesinlik sağlanamamıştır.”²⁹

Bu konuda 2016 yılında TÜYAP tarafından düzenlenen MAKTEK Avrasya Etkinliği kapsamında ‘Endüstri 4.0 ve Siber Güvenlik’ konulu düzenlenen seminerde konu üzerinde durulmuş ve tehlike çanları çaldığından bahsedilmiştir. Siber güvenlik konusunda alınması gereken önlemlerden bahsedilirken hackerların da sürekli yeni saldırı yöntemleri geliştirdikleri ve bu saldırı suçlarının %60’nın tespit edilemediği açıklanmıştır.

Bugün içinde bulunulan konjonktürde ve yakında gelecekte de siber güvenlik sistemlerinin daha fazla geliştirilmesi ve artırılması büyük bir ihtiyaçtır. Şu anda bu alanda oluşturulmuş bir kaynak kılavuz olmaması büyük bir eksiklik olmakla beraber farkındalığın artırılarak yeni inovatif güvenlik önlemleri adına çalışmalar yapılmalıdır. Deloitte Danışmanlık Şirketi siber riskler ve korunma hedeflerini aşağıdaki tabloda görüldüğü şekilde kategorize etmiştir.

²⁹ Muharrem Gürkaynak; Adem Ali İren (2011), “Reel Dünyada Sanal Açmaz: Siber Alanda Uluslararası İlişkiler”, Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, Sayı: 2(2011), s: 266.

Tablo 2: Akıllı Üretim Döngüsü ve Siber Risk³⁰

Üretim Döngüsü	Güvenlik Kategorizasyonu	Siber Risk	Amaç
DİJİTAL TEDARİK AĞI	Güvenli, İhtiyatlı, Esnek	Veri paylaşımı	Sistemlerin bütünlük ve sağlamlığından emin olunması, Kişisel verilerin güvenliği
	Güvenli, İhtiyatlı, Esnek	Bilgi işleme	Süreçler doğrulanmadığında güveni sağlamak
AKILLI FABRİKALAR	İhtiyatlı	Sağlık ve güvenlik	Çalışanlar ve çevre için güvenliğin sağlanması
	İhtiyatlı, Esnek	Üretim ve süreçlerin etkinliği	Sürdürülebilir üretim ve kriz yönetebilme
	İhtiyatlı, Esnek	Proaktif problem çözülebilmesi	Marka değeri ve işletme imajının korunması
	Güvenli, Esnek	Sistem entegrasyonu ve güvenliliği	Birden fazla yazılım kullanılabilmesi
	İhtiyatlı Esnek	Etkinlik ve maliyetten kaçmak	Operasyon maliyetlerinin düşürülmesi, verimliliğin artırılması
	Güvenli	Yasalık	Süreç güvenliliğinin sağlanması
BAĞLANTILAR	Güvenli	Ürün tasarımı	Güvenli yazılım geliştirme ve otomasyon kullanılması
	İhtiyatlı	Bilgi güvenliği	Veri akışı esnasında özel bilgilerin güvenliğinin sağlanması
	Esnek	Saldırı etkilerinin iyileştirilmesi	Operasyon ve güvenlik onarılırken kaza etkilerinin minimuma indirilmesi

1.2.1.2. Bulut Bilişim Sistemleri

“Bulut Bilişim, bilgisayarlar ve diğer cihazlar için, istenildiği zaman kullanılabilen, paylaşımlı veri işleme, depolama vb. yüksek işlem gücüne sahip internet tabanlı konfigüre edilebilir bilişim hizmetlerinin genel tanımıdır.”³¹ Bugün, insanlar her gün daha fazla miktarda veriyi saklamak istemektedir. Bu talebi karşılayabilmek için de bilgisayar, telefon gibi cihazlarımızın hafızaları gittikçe güçlendirilmektedir. Bulut teknolojisi, internet üzerinden sağladığı depolama hizmetleri ve yüksek işlem kapasiteleri ile bu arayışa en iyi çözümü oluşturmuştur çünkü bu sayede depolama kapasitesi düşük bir cihazda dahi istenilen yerde ve zamanda arzu edilen verilerin istenilen şekilde kullanılmasına imkan sağlamaktadır.

1.2.1.3 Büyük Veri

Büyük veri, çok sayıda farklı verinin bir arada kullanılarak karar alınmasını sağlayan bir uygulamadır. Endüstri 4.0 ortamında faaliyet gösteren çoğu organizasyona sadece kendilerine ait olan veri tabanları yetersiz kalmaya başlamıştır. Bugünkü işletme

³⁰ Deloitte University Press, “Industry 4.0 and Cybersecurity Report”, s: 3.

³¹ Wikipedia Web Sitesi, Erişim: <https://tr.wikipedia.org/wiki/Bulut_bilişim>, Nisan 2017.

ortamlarında, dış kaynaklardan gelen verilerin analiz edilmesi ile ortaya yeni bilgilerin çıkartılması ve organizasyon süreçlerinde bu bilgilerin kullanılması gibi bir ihtiyaç doğmuştur. Geleneksel veri tabanı sistemleri günümüzün bu ihtiyaçlarını karşılamakta yetersiz kaldığından artık çoğu büyük ölçekli organizasyon büyük veri alanında oldukça büyük yatırımlar yapmaktadır. Büyük veri sayesinde analiz etme süreçleri yalnızca geçmişteki performansı ortaya koymaz; ayrıca mevcut duruma uygun aksiyon alınmasını sağlar ve geleceğe yönelik tahminlerde bulunabilir.³²

1.2.1.4. 3D Yazıcılar

“3D Baskı; bir yazıcı kullanılarak bilgisayar destekli tasarım programları yardımıyla tasarlanmış herhangi bir elektronik datayı kalıp ve model ihtiyacı duymadan 3D datasını makineye yönlendirip kat kat malzeme ekleyerek 3 boyutlu üretimini gerçekleştirmektedir. 3D yazıcı ile üretim, yapılacak olan ürünün ham maddesi işlenerek mal üretilmeden önce ön şeklinin veya modelinin oluşturulması işlemidir.”³³ Bu üretim teknolojisi katmanlı üretim olarak da bilinmektedir. Bu teknoloji sayesinde talebe göre en kısa süre içerisinde arzu edilen mamüller üretilebilir, hiçbir ekstra maliyete girmeden dizayn değişikliği yapılabilir. 3D yazıcıların kullanımı ile tasarımda pek çok sınır ortadan kalkacak ve her türlü hayata geçirilmesi zor olan karmaşık geometrik yapılar ürün haline getirilebilir olacaktır.

1.2.1.5. Akıllı Robotlar

Hammaddeyi işeyerek üretilen her türlü malın oluşumunda robotların kullanılması, 1970’li yıllara dayanıyor. Fakat gelişmiş sensör, aktüatör teknolojileri ve yapay zeka algoritmaları sayesinde her ortamda uyum içinde çalışabilen adaptif, esnek robotlar üretilmeye başlandı. Geçmiş üretim hatları robotlara göre ayarlanıp düzenlenirken, günümüzde robotlar mevcut üretim sistemlerine ayak uyduruyorlar. Robotlar, gelişmiş sanal görüş yetenekleri ile parçaları ayırt ederek her ürün için farklı hareket edebiliyorlar. Esnek yapıları sayesinde insanlarla yan yana çalışabilme özelliği taşıyorlar. Yapılan

³² Jay Lee; Hung-An Kao; Shanhu Yang (2014), “Service Innovation and Smart Analytics For Industry 4.0 and Big Data Environment”, Science Direct Magazine, Sayı: 16, s: 4-5.

³³ İrem Dede (2017), “Dijital Sanayi Devrimi 7: Endüstri 4.0’Da 3D Yazıcılar”, Industryolog akademi Web Sitesi, Erişim: <<https://industryolog.com/dijital-sanayi-devrimi-4-endustri-4-0da-3d-yazicilar/>>, Mayıs 2017.

araştırma çalışmaları esnek çalışabilen adaptif robotlar ile üretim zamanlarında %25 azalma, hat bekleme zamanlarında ise %17 azalma gerçekleştirilebileceğini gösteriyor.

1.2.1.6. Simülasyon ve Modelleme

Simülasyon bugün bilgisayar oyunlarından, endüstri üretim süreçlerine pek çok farklı alanda kullanılan simülasyon yani modelleme; bir uygulamanın sebep sonuç ilişkilerini bilgisayar modeline uyarlayıp farklı koşullarda oluşabilecek davranış ve sonuçları gözlemlemeyi sağlayan bir sistemdir. Endüstri 4.0 için ise simülasyon ürün tasarımı ve geliştirme süreçleri açısından önem taşımaktadır. Bu modelleme uygulamaları sayesinde sanal ortam çalışmalar yapılabilecek ve bu da ürün geliştirme sürelerini kısaltırken aynı zamanda kalite kontrollerine olan mecburiyeti de azaltacaktır. Riskli işler için geliştirilen seçenekler işçiler için gerekli olan sağlık ve güvenlik standartlarının yerine getirilmesini de sağlayacaktır. Bunlar gibi üretim sürecinin farklı aşamalarında sağlanan pek çok fayda sonuç olarak verimliliği arttırırken, maliyetleri aşağıya çeker ve nihai olarak müşteri memnuniyetini arttırır. Endüstri 4.0 döneminde simülasyon bu bağlamda üretim süreçlerinin önemli bir yapı taşı oluşturur.

Endüstri 4.0 döneminin bütün bu teknolojik avantajlarından faydalanmak, yeni uygulama ve ekipmanları kullanmak isteyen sanayiciler ile müşterilerin kişiselleştirilmiş ürünlere olan talebi birbirine paralel olarak artış göstermektedir. Bu doğrultuda Gayri Safi Milli Hasıla'nın(GSMH) artması bu gelişmelerin getirmesi beklenen en etkili sonuçlardan biridir.³⁴

1.2.1.7. Yatay ve Dikey Entegrasyonlar

Endüstri 4.0 ile birlikte çok fazla büyüyen ve gelişen şirketin bu denli büyümesindeki en önemli etken bütünleşmek yani entegrasyondur. İşletmelerin birleşmesi büyümek için en hızlı ve etkili seçenek olduğu gibi diğer yöntemlere göre de daha avantajlıdır. Bütün organizasyonlar her daim varlıklarını korumak, büyüme hızlarını ve piyasa değerlerini arttırmayı hedefler. Bu amaçlar doğrultusunda da birleşmeleri tercih edebilirler. Şirket birleşmeleri yatay ve dikey olmak üzere 2 şekilde gerçekleşmektedir.

³⁴ Tarkan Özhan (2016), "Makinelerin Evrimi", eKitap Projesi, s: 55.

Yatay entegrasyonlar, aynı türde müşterilere sahip farklı organizasyonların birleşmesidir. Burada nihai hedef, şirketlerin ilgili pazardaki payının artırılmasıdır. Yatay birleşmelerin sebebi tercih eden işletmelerin bulunduğu piyasaların çok hızlı değişmesi ve rekabetin çok fazla olmasıdır. Yatay entegrasyonun unsurları şu şekilde özetlenebilir:

- Organizasyonlar piyasalardaki belirsizliğin azaltılması ve AR-GE çalışmalarına ağırlık verilebilmesi için bu birleşmeyi tercih ederler.
- Risk oranı düştüğünden genelde riskli yatırımlarda bulunan işletmeler tarafından tercih edilir.
- Aynı sektörde faaliyet gösteren birkaç işletme birleştiğinden pazarlama maliyetleri de düşer.³⁵

Dikey entegrasyonlar ise aynı pazarın farklı alt sektörlerinden müşterileri olan organizasyonların birleşme şeklidir. Buna örnek olarak araba üreticisi bir işletmenin tekerlek üreticisi ile entegre olması gösterilebilir.

Yatay ve dikey entegrasyonlar sayesinde Endüstri 4.0 ile yaşanan üretim süreci değişikliklerine hızlı uyum sağlanabilir, kaynak verimliliği artırılabilir ve tedarik zinciri sistemlerinde maksimum verim ve iyileştirilme söz konusu olabilir.

1.2.2. Endüstri 4.0'ın Getirileri

Üretimin dijitalleşmesi üretim süreçleri ve iş modellerini değiştirecektir. İş hayatına dair yaşanacak değişikliklerin aşağıdakiler gibi olması beklenmektedir.

- Üretimde esneklik: Akıllı fabrikalar üretimin daha esnek bir yapıya sahip olmasını sağlayacaktır. Otomasyon sistemleri ve makineler ile yürütülen süreçlerde farklı ürünler aynı üretim süreçlerine dahil olabilecektir.
- Müşteri odaklı üretim: Müşteri talepleri doğrultusunda daha küçük ölçekli üretimler de prototip olarak yapılabilecektir.
- Üretim hızı: Dijital tasarımlar ve 3D yazıcılar sayesinde üretim süreçleri de kısalmaktadır.

³⁵ Malte Brettel, Niklas Friederichsen, Michael Keller, Marius Rosenberg (2014), "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 Mechanical, Aerospace, Industrial, Mechatronic and Manufacturing Engineering Sayı:8, s: 39.

- Ürün kalitesi: otomasyon ve dijital üretim sayesinde büyük oranda düşen hata oranları daha yüksek kalitede ürünler elde edilmesini sağlayacaktır. Bu da fiyatların aşağı çekilmesi ve rekabetin artması anlamına gelmektedir.
- Verimlilik: Endüstri 4.0 uygulamalarının verimliliğe doğrudan ve dolaylı şekilde pozitif etkisi olduğu gözlemlenmiştir. Örneğin, bulut sistemleri ve büyük veri sayesinde öngörülen makine hataları engellenebilmekte ve bu sayede üretim oranında artış sağlanabilmektedir. İnsansız çalışan makineler sayesinde ise işsiz fabrikalar kurulabilecek ve makineler sayesinde daha düşük hata oranları ile daha etkili çalışılabilecektir.
- Müşteriler: Ürünlerin tasarlanması aşamasına daha çok dahil olacak olan müşteriler, kendi tasarımlarını dahi kolay ve ucuz bir şekilde temin edebileceklerdir.

1.2.3. Endüstri 4.0 Dezavantajları

Endüstri 4.0 sıralanan pek çok faydanın yanı sıra yüksek maliyetleri, bazı riskleri ve dezavantajları da beraberinde getirmektedir. Örneğin, Endüstri 4.0; kişiye özel verilerin ve gizliliğin yönetilmesini zorlaştırmaktadır. Yeni sanayi dönemi ile beraber pek çok ülkede siber güvenlik şirketleri de kurulmaya başlamıştır. Endüstri 4.0'a oldukça sıcak ve heyecanla yaklaşan global firmalara karşılık sendikalar şüpheli bakmakta ve bir takım önlemler almaktadırlar. Küçük ölçekli işletmelerin bu yeni çağa ayak uydurması çok daha zordur. Bunun başlıca sebeplerinden birisi ise yüksek maliyetlerdir. Ayrıca Endüstri 4.0'ın içerisinde barındırdığı riskler, küçük işletmelerin üretimde esnek davranamıyor olması gibi faktörler de etkilidir. Endüstri 4.0'ın entegre ve bütünleşik bir vizyon olduğu göz önünde bulundurulursa özel sektörün, küçük ve orta ölçekli işletmelerin Endüstri 4.0'a geçişine destek sağlayacak bir ortam oluşturmakta önemli bir role sahip oldukları söylenebilir.

Tablo 3: Endüstri 4.0'ın SWOT Analizi³⁶

Güçlü Yönler	Zayıf Yönler
<ul style="list-style-type: none">■ Verimliliği, etkinliği (kaynak), rekabeti (uluslararası), geliri artırmaktadır.■ Teknik bilgisi yüksek ve yüksek maaşlı işte artış sağlamaktadır.■ Müşteri memnuniyetini geliştirmektedir: ürün çeşitliliğini geliştirerek yeni Pazar sağlamaktadır.■ Üretim esnekliği ve kontrolü sağlamaktadır.	<ul style="list-style-type: none">■ Teknolojinin değişmesine oldukça bağımlıdır: küçük değişimler büyük etkiler yapmaktadır.■ Ar-ge, yatırım, uygun işgücü, standartları içeren başarı faktörlerine bağımlıdır.■ Uygulama ve geliştirme maliyetleri yüksektir.■ Kontrolü kaybetme riski yüksektir.■ Yetenekli işgücüne ihtiyaç vardır ve göçmen toplulukları birleştirmektedir.
Fırsatlar	Tehditler
<ul style="list-style-type: none">■ Üretimde uluslar arası lider olarak Avrupa'nın pozisyonunu geliştirmektedir.■ Üretim ve hizmetler için yeni Pazar oluşturmaktadır.■ Avrupa Birliği'ni negatif demografik dağılımını önlemektedir.	<ul style="list-style-type: none">■ Siber güvenlik, entelektüel özellikler, veri gizliliği■ İşçiler, küçük ve orta ölçekli girişimciler ve bölgesel ekonomiler■ Avrupa Birliği'ni girişimlerini nötürleştiren yabancı rekabetçiler tarafından Endüstri 4.0'ın benimsenmesi

1.2.4. Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı ve Endüstri 4.0

“1939 yılındaki İktisat Bakanlığında gelip 1949 yılında birleşen, 1957 yılında yeniden ayrılan iki bakanlık, 1971 yılında yeni bir birleşme denemesi daha gerçekleşmiştir. Bu birleşme, Cumhurbaşkanlığı Onayı ile ve ilk kez Sanayi ve Ticaret Bakanlığı adıyla gerçekleşmiştir. Ancak bu birleşme sırasında da küçülme olmuş; Dış Ticaret Dairesi Teşkilatı Bakanlıktan ilk kez ayrılarak Dış Ekonomik İlişkiler Bakanlığı kurulmuştur. Sanayi ve Ticaret Bakanlığı görevleri ise, sadece sanayi ve iç ticaret alanlarıyla sınırlı kalmamıştır. Sanayi ve Ticaret Bakanlığı; 14.12.1983 tarih ve 18251 mükerrer sayılı resmi gazetede belirtilen “Bakanlıkların Kuruluş ve Görev Esasları Hakkında Kanun

³⁶ Semih Ötleş; Vasfiye Hazal Özyurt (2016), “Büyüme ve Verimlilik İçin Dijitalleşme”, Ege Üniversitesi,

Gıda Mühendisliği Bölümü Dergisi, Sayı: Ekim 2016, s: 56.

Hükmünde Kararname” ile tekrar oluşturulmuştur.”³⁷ Bir ülkenin teknolojik gelişmeler ve dünya çapında yaşanan bir sanayi devrimine ayak uydurmasında en büyük rolü elbette devletin izlediği politikalar temeli oluşturmaktadır. Bu bağlamda Sanayi, Bilim ve Teknoloji Bakanlığı en önemli rolü oynamaktadır. Zira üreticilerin gerekli Ar-Ge donanımına sahip olabilmesi için devlet teşvikleri oldukça gereklidir. Bugün bu bakanlığın projeleri kapsamında üretim yapısı çoğunlukla düşük ve orta seviyede teknolojiye sahip olan sanayimizde, yüksek teknolojinin ihracattaki payının artması adına sanayi 4.0 devrimi kapsamında pek çok dönüşme ayak uydurulması için çalışmalar yapılmaktadır. AB’ne uyum sağlama çalışmaları kapsamında da Endüstri 4.0 çağını yakalamak önem taşıdığından Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı çalışmalarına bu bağlamda önem vermektedir.

1.2.4.1. AB ve Endüstri 4.0

AB ekonomisinde sanayinin yeri son 40 yıl içerisinde oldukça azalmış yerini daha çok hizmet sektörü almıştır. Bu durum sadece Avrupa’nın değil diğer gelişmiş ekonomilerin de sorunu olmuştur. Çin gibi bölgelerdeki üretim artışı ve üretimlerin düşük emek maliyetli bu bölgelere kayması tedarik zincirlerinin temellerinin de AB’nin dışında kalmasına yol açmıştır. Günümüzde hizmet sektörü ile üretim sektörünün bağlantısı gittikçe sıkılaşmakta ve ayrılmaz hale gelmektedir. Avrupa’da üretim sektöründeki işlerin %40’ı hizmete ilişkin olmasına karşılık üretim birimlerinin AB dışında bir bölgeye taşınması Ar-Ge, satış ve pazarlama gibi hizmetlerde uzmanlık ve istihdamı da beraberinde o bölgelere taşımaktadır.³⁸ Bu da AB’nin rekabet gücünü düşüren bir faktör olarak kabul edilmektedir.

Avrupa Komisyonu 2012’de, AB kapsamındaki üretimin 2020 yılına kadar katma değer payının %20’sine sahip olması için çeşitli hedefler belirlemiştir. Dijital devrim ve inovatif teknolojilerin benimsenmesi Avrupa için farklı istihdam alanları yaratıp var olanları daha

³⁷ T.C. Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı Resmi Web Sitesi, Erişim: <<https://www.sanayi.gov.tr/tarihce.html>>, Mayıs 2017.

³⁸ Sağlık ve Bilişim Web Sitesi, “Dördüncü Sanayi Devrimi: Avrupa Birliği ve ABD”, Erişim: <<https://saglikvebilisim.wordpress.com/2016/01/28/dorduncu-endustri-devrimi-2-avrupa-birligi-ve-abd/>>, Mayıs 2017.

da çeşitlendirebileceğinden Endüstri 4.0 devrimi bir fırsat olarak değerlendirilmektedir.³⁹ Ekonomide mamüllerin yanı sıra hizmetin de katma değerli bir etken haline gelmesi ile sanayi ile hizmet arasındaki fark görünmez olmaya başlayacak, dijital teknolojiler yeni değer alternatifleri ortaya çıkartacak ve yeni ihtiyaçlar oluşacaktır.

Örneğin yakın gelecekte, otomotiv sektöründeki katma değer %30 ile 40'ının dijital platformlardan gelmesi beklenmektedir. Üretim süreçleri ve değer zincirini inovatif şekilde yeniden dizayn organize edebilecek güce sahip olan organizasyonlar rekabette daha avantajlı hale geleceğinden Endüstri 4.0 teknolojilerine ayak uydurabilmek AB için önem taşımaktadır. günümüzde Avrupa'da bu fırsat yeterince anlaşılmamıştır ve kısıtlı sayıda şirket bu duruma yeterli derecede yatırım yapmaktadır. AB Komisyonu da bu sebeple teşvik çalışmaları yapmakta ve stratejiler belirlemektedir.⁴⁰

Avrupa Birliği Komisyonu Sanayi 4.0 kavramını üç boyutta şekillendiğini savunmaktadır. Bunlar:

- Değer yaratma ağları arasında yatay entegrasyon
- Ürün yaşam döngüsünde baştan sona mühendislik
- İmalat sistemlerinde bağlantı ve dikey entegrasyon

Değer yaratım ağlarındaki yatay entegrasyon, işletme içi veya işletmeler arası çapraz bağlantılar ve değer yaratımının sanallaştırılmasını kapsamaktadır. Ürün süreçlerinin bütün aşamalarındaki mühendislik de bütün üretim süreci kapsamında bu akıllı çapraz bağlantıların varlığını içermektedir. Üretim sistemlerinde bağlantı ve dikey entegrasyon ise üretim bantları ve fabrikalardaki çeşitli aşamalarda bulunan akıllı bağlantıları kapsamaktadır.⁴¹

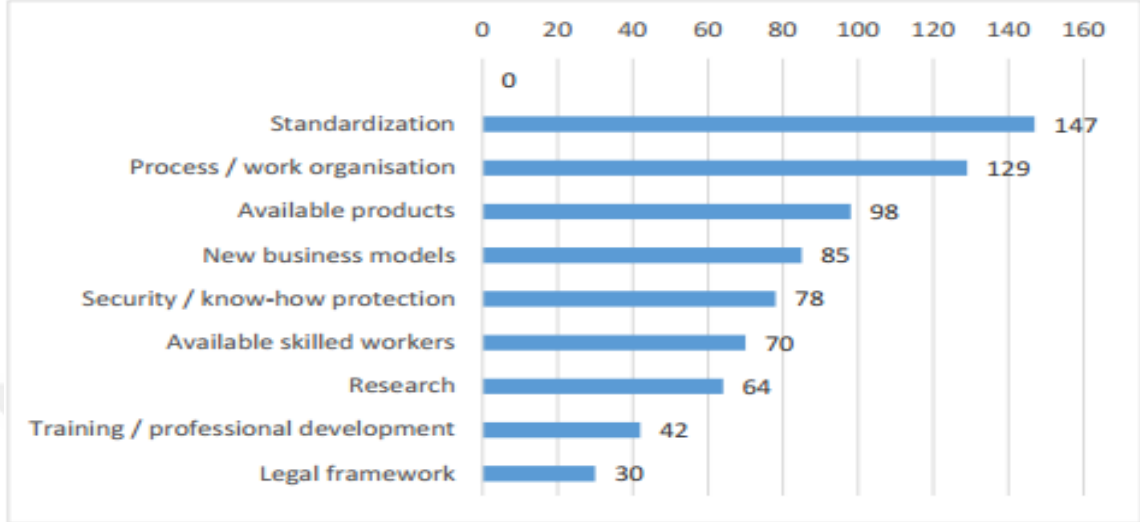
AB Parlamentosu Ekonomik ve Bilimsel Strateji Raporu'nda Endüstri 4.0'ın özümsemesi için gerekli ön koşullara yer vermiş ve tam olarak bu çağa ayak uydurulması

³⁹ Cihan Selek Öz; Sefa Karagöz (2015), "Avrupa 2020 Hedeflerinin Avrupa İstihdam Stratejisi Çerçevesinde Değerlendirilmesi", Yüzüncü Yıl Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, Sayı:32, s: 105-110.

⁴⁰ Sağlık ve Bilişim Web Sitesi, "Dördüncü Sanayi Devrimi: Avrupa Birliği ve ABD", Erişim: <<https://saglikvebilisim.wordpress.com/2016/01/28/dorduncu-endustri-devrimi-2-avrupa-birligi-ve-abd/>>, Mayıs 2017.

⁴¹ Sinan Alçın, "Üretim İçin Yeni Bir İzlek: Sanayi 4.0", Journal Of Life Economics, s: 22.

için aşağıdaki koşulların tamamlanmış olması gerektiğini belirtmiştir. Aşağıdaki grafite bu ön koşulların uygulanmasına karşılaşılan zorluklara dair bir anketin sonuçları ortaya konulmuştur.



Grafik 1: Endüstri 4.0 Uygulamasının Ön Koşulları⁴²

1.2.5. Endüstri 4.0 ve Davos 2016

Her yıl İsviçre’de düzenlenen Dünya Ekonomik Forumu Davos Zirvesi’nin 2016’daki gündem konusu Endüstri 4.0 oldu. Zirvede bu konuda yaşanan tartışma ve fikir ayrılıkları, robotların daha önceden de var olması ve sadece bu döneme özellikle “Endüstri 4.0” adının verilmesinin doğru olmadığı görüşü etrafında yaşanmıştır. Temeli dijitalleşmeye dayalı olan bu çağın en büyük faktörü bilgisayarlar olsa da günümüzdeki akıllı cep telefonlarının da bu dönemin kazandığı gelişim ivmesi ve teknolojik boyuttaki etkisi yadsınamaz. Son yıllarda günlük hayatımıza dahi etkilerini gösteren akıllı ekipmanlar, sensörler, nesnelerin interneti ve bulut sistemleri gibi kavramlar farkında olsak da olmasak da sosyal hayatımızı yenide tasarlayıp, alışkanlıklarımızı ve ihtiyaçlarımızı değiştirmiştir. Küresel boyutta yaşanan bu değişikliklerin küresel ekonomiyi de etkilemesi ve bir devrim yaratması kaçınılmazdır. Bu değişime sadece otomasyon sistemleri ve üretim döngülerindeki katma değerlerde gerçekleşen farklılaşmalar olarak

⁴² Avrupa Parlamentosu Resmi Web Sitesi (2016), AB İç Politikalar Genel Müdürlüğü, “Industry 4.0”, Erişim: <[http://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/STUD/2016/570007/IPOL_STU\(2016\)570007_EN.pdf](http://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/STUD/2016/570007/IPOL_STU(2016)570007_EN.pdf)>, Mayıs 2017.

bakmak konjonktürü kavramak için yeterli değildir. Son sanayi devrimi hem arz hem de talep yani tüketici beklentileri ve pazarlama bakış açısı tarafında köklü değişimlere neden olmaktadır.

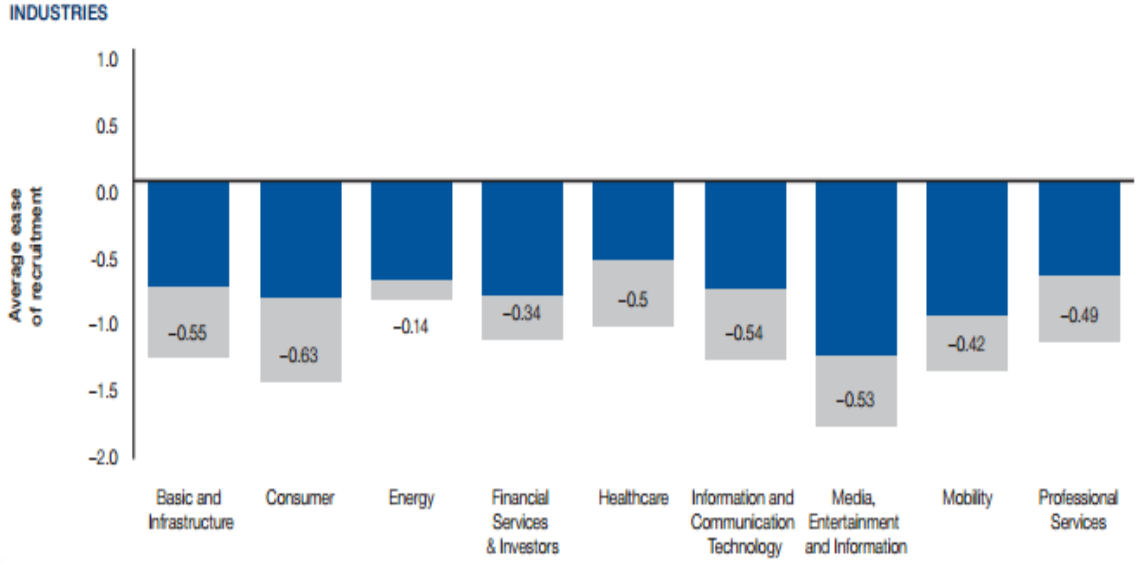
Davos 2016'daki Endüstri 4.0 tartışmalarının görüş ayrılıkları yarattığı önemli bir husus da istihdam konusuydu. Facebook ve Microsoft yöneticileri gibi bu devrimi yeni fırsatlar olarak gören kesimin yanında, 2050 yılına kadar günümüzde insanlar tarafından yapılan işlerin %60'ının otomasyon sistemlerine devredileceği ve bunun da çok büyük oranlarda işsizliğe sebep olacağı öngörüsü ile “İşsiz bir dünyaya doğru mu gidiyoruz?” sorusunu akıllara getiren bir kesim de vardı. Dünya Ekonomik Forumu'nun raporuna göre otomasyon sistemlerine bağlı olarak dünya çapında 7 milyondan fazla iş dalı risk altındadır. Ayrıca bu raporda yeni teknolojilerin yarattığı çalışma alanlarının kadınlar için daha az uygun olması sebebi ile kadın işsizlik oranının daha da yükseleceği de belirtilmiştir.⁴³

1.2.5.1. Endüstri 4.0 ile İstihdam

Davos Zirvesi'nde ortaya konuşulan ve tartışılan Dünya Ekonomik Forumu istihdam raporunda 2020 yılına kadar işe alımlar ile ilgili sektörel, iş alanı ve ülkeler bazında beklentilere dair rakamlar ortaya konularak işsizliğin artmasından ziyade bütün çalışma ve işe alım anlayışlarının değişeceği işaret edilmiştir.

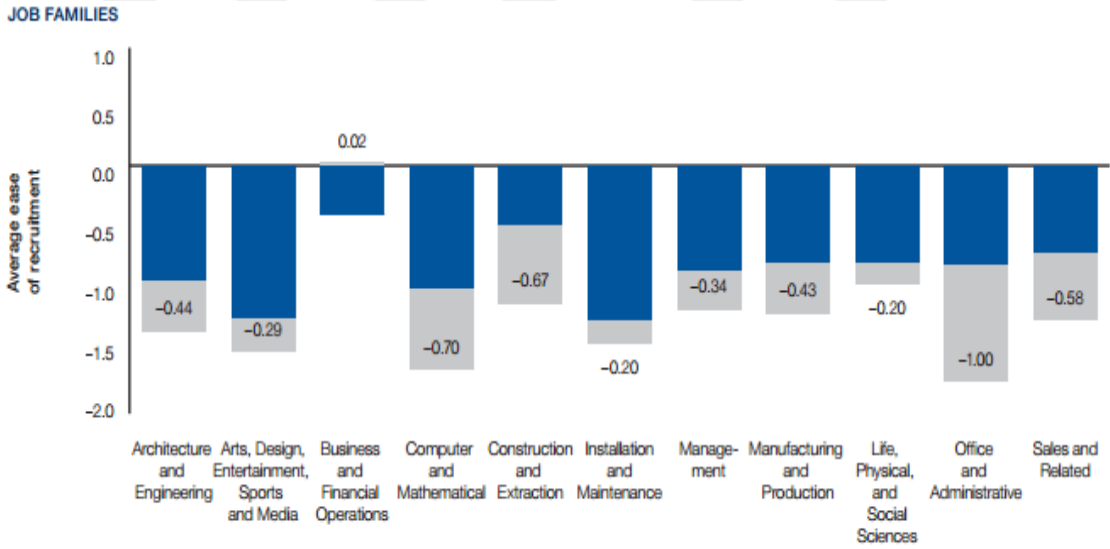
Aşağıdaki grafiklerin değerlendirme derecesi +2 çok kolay, -2 çok zor değerleri arasında değişmektedir.

⁴³ The Guardian Gazetesi Web Sitesi, “Davos 2016: Eight Key Themes For The World Economic Forum”, Erişim: <<https://www.theguardian.com/business/2016/jan/19/world-economic-forum-davos-2016-eight-key-themes-robotics-migration-markets-climate-change-europe-medicine-inequality-cybercrime>>, Mayıs 2017.



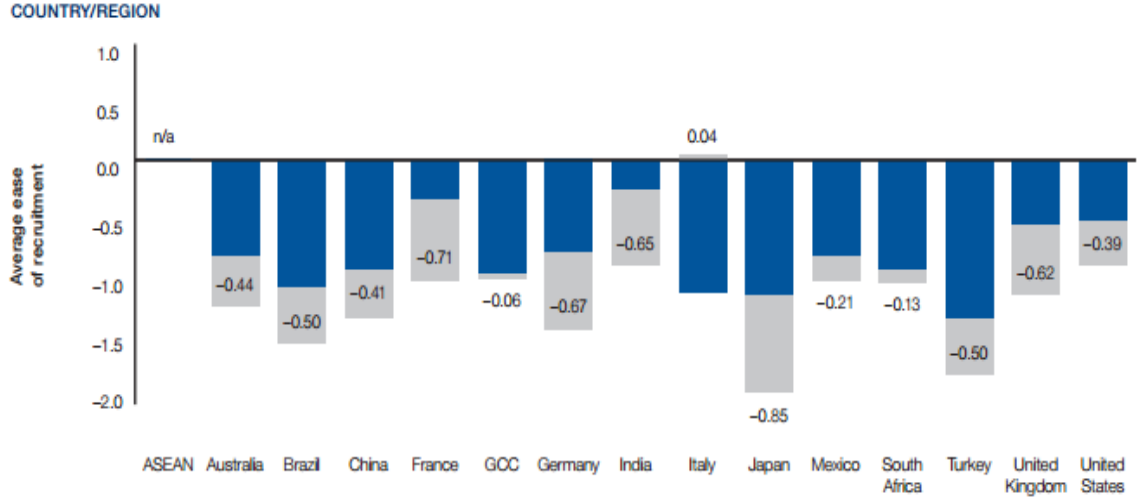
Grafik 2: Sektörlere göre 2015-2020 yılları arasında istihdam kolaylığı

Yukarıdaki rakamlara göre sektör bazında istihdam sorunundan en az etkilenecek olan enerji sektörü olurken, etkiyi en sert olarak hissedecek olan ise medya, eğlence ve haberleşme sektörü olacaktır.



Grafik 3: Mesleklere göre 2015-2020 yılları arasında istihdam kolaylığı

Yukarıdaki rakamlarda görülene göre bu süre zarfında ofis yönetsel işlerindeki işe alım süreçleri daha da zorlaşırken durumdan en az etkilenen finans ve işletme yönetim birimleri olacaktır.



Grafik 4: Ülkelere göre 2015-2020 yılları arasında istihdam kolaylığı

Dünya Ekonomik Forumu İstihdam Raporu'nun Endüstri 4.0 ve sonrasındaki iş imkanlarını ülke bazında değerlendirmesindeki rakamlar ise yukarıdaki grafikte ortaya konulmuştur. Buna göre de Türkiye istihdam koşullarının daha zorlanmasından etkilenecek, Japonya'dan sonra ikinci ülke olacaktır.⁴⁴ Bu durum işsizlik oranlarının hali hazırda oldukça yüksek olduğu ülkemizde bu konuda bazı önlemler alınması ve yeni stratejiler geliştirilmesi açısından ciddi bir uyarı niteliği taşımaktadır.

Bu raporun dışında, Davos'ta bu konu hakkında üzerinde durulan başka bir bilgi de İstihdam Piyasası ve Meslek Araştırmaları Enstitüsü'nün ortaya koyduğu çalışmalar olmuştur. Buna göre yaşanan teknolojik devrimin önümüzdeki birkaç yıl içerisinde Almanya'nın üretiminde 430.000 civarında yeni istihdam fırsatları yaratacaktır. Fakat bununla beraber 490 bin istihdam alanının da aynı dijital yenilikler sebebi ile ortadan kaybolacak ve bu değişikliklerden çoğunluklu olarak makinelerin kullanıldığı çalışma alanları etkilenecektir. Buna örnek olarak rutin üretim bantlarında çalışanlar gösterilebilir. Bu işçilerin işsiz kalmamak adına teknolojik gelişmelere ayak uydurabilecek yönde kendilerini geliştirmeleri gerekecektir.⁴⁵

⁴⁴ World Economic Forum (2016), "Global Challenge Insight Report", s: 18.

⁴⁵ Moment Expo Dergisi (2016), "Davos 2016 Gündemi: Endüstri 4.0", Sayı: 92, s:27.

1.2.6. Türkiye’de Endüstri 4.0

Türkiye’de, ilk olarak en hızlı işleyen sektör olması sebebi ile otomotivde kullanılmaya başlanan Endüstri 4.0 teknolojileri, ürünlerin piyasaya sunulma sürelerini ciddi oranda kısaltmaktadır. Bu gelişmeler ve değişikliklerin diğer sektörlerle de aynı etki ve hızda yansması için devlet ve özel sektörün önde gelen isimleri tarafından çeşitli forumlar düzenlenmekte, farkındalık çalışmaları yapılmaktadır.

Bilim Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı tarafından 2016 Şubat ayı içerisinde yapılan Bilim Teknoloji Yüksek Kurulu toplantısının gündemi Sanayi 4.0 olarak belirlenmişti. Bu toplantıda Endüstri 4.0 ile ilgili konuşma yapan Bilim Sanayi ve Teknoloji Bakanı Fikri Işık sanayideki yeni çağa uyumun devletimiz için önemine vurgu yapmış ve gerisinde kalmak gibi bir seçeneğimizin olamayacağını belirtmişti. Bakanlığın bu kapsamda ortaya çıkan teknolojik gelişmeler yapay zeka, akıllı robotlar, 3-D yazıcılar, nesnelerin interneti, büyük veri ve bulut sistemleri gibi olguların üzerinde durularak bu bağlamda 25 Öncelikli Dönüşüm Programı, 64. Hükümet Programı ve Eylem Planı ile Türkiye’nin çok ileri bir noktaya taşınması için çalışıldığından bahsedildi. Buna göre Türkiye’nin sanayi stratejisi uzun dönemde orta yüksek ve yüksek teknoloji ürünlerde, Afro-Avrasya’nın tasarım ve üretim üssü olmayı hedeflemektedir. Aynı zirveye konuşmacı olarak katılan Başbakan Binali Yıldırım da Türkiye’nin esas hedefinin teknolojik, katma değeri arttıracak, yenilikçi, milli ve yerli mamüller yaratmak olduğuna dayanmış ve bu bağlamda da veri merkezlerinin önemine değinerek bu konuda yapılacak girişimleri devletin her şekilde destekleyeceğini açıklamıştır.

Bugün Türkiye’de, bahsedilen bu hedeflere ulaşılmış olmadığı gibi gecikmeler arttıkça altından kalkılması gereken yük de artacaktır. Ülkemizde bugün Endüstri 4.0 kapsamında öncelikli olarak yapılması gereken yeni teknolojik altyapıların ve bu altyapılar ile çalışabilecek uzman kadroların oluşturulmasıdır. Küresel pazarlarda rekabet edebilecek güçte olmak için bu yeni sanayi döneminin getirilerini özümsemek hayati öneme sahiptir çünkü inovatif olamayan organizasyonlar kısa dönemde piyasadaki silineceklerdir.

Endüstri 4.0 devriminin hayata geçirilmesinde ivme kazanılması organizasyonların dijital dönüşümlerini tamamlamış olmalarına bağlıdır. Bu dönüşümü hem altyapı hem de organizasyon kültürü bağlamlarında bünyesine almamış olan işletmelerin yeni çağı

yakalaması olanaksızdır. “TÜSİAD, GFK Türkiye, Samsung Türkiye ve Deloitte Türkiye'nin birlikte çalışmasıyla sağlanan, 2016 tarihli “Türkiye'deki Dijital Değişime CEO Bakışı” adı verilen rapor, Türkiye'de ki 58 şirketin üst düzey yöneticileriyle yüz yüze yapılan mülakatlar neticesinde meydana gelmiştir. Bankacılık, Holding, Perakende, Hızlı Tüketim ve Telekomünikasyon gibi önemli sektörlerde faaliyet gösteren şirketlerle çalışmalar yapılmıştır. Türkiye'de ki bu üst düzey yöneticilere göre, şirketlerinin dijital stratejilerinin şirket çalışanları tarafından anlaşılma tahmini %66 civarlarındadır ve dijital değişime yön veren C seviye yönetici varlığı da %38 yükselmiştir. Bu şirket üst düzey yöneticilerine şirketlerinin dijital yetkinlik seviyesi sorulduğunda ise; %7'si giriş, %59'u geliştirmekte olan ve %34'ü gelişmiş bir dijital yapıya sahip olduklarını söylemiştir. Araştırmanın en kritik sorularından biri, şirketlerin yatırımlarının ne kadarlık bir bölümünü dijital gelişime tahsis ettikleridir. Ortalama sayı %27 olmuştur ve bu oran ümit vaat etmektedir.”⁴⁶

1.2.6.1. Türkiye'deki Öncüler

Türkiye'de bugün Endüstri 4.0 teknolojilerine uygun organizasyon yapılandırmalarına ve altyapı çalışmalarına hali hazırda başlamış olan bu bağlamda rekabet gücünü arttırmayı hedefleyen yerli firmalar vardır. Bunlara örnek olarak Kibar Holding ve Arçelik gösterilebilir. Kibar Holding Yönetim Kurulu Başkanı Tamer Sak iş dünyası tamamı ile değişirken bu konuda öncü olacaklarını belirtmiştir. Sanayi 4.0'ın temeli olan akıllı makinelerin birbiriyle iletişime geçebilmesinin seri üretimde önemli bir artıştan sonra da kişiye özel üretimi doğuracağını belirten Sak, büyük veri analizi sayesinde verimliliklerinde artış öngördüklerini de açıklamıştır.⁴⁷

Türkiye'nin en büyük yerli firmalarından biri olan Arçelik çok uzun süredir 3D yazıcıları kullanıyor. Bu teknoloji ile servis parçalarının üretilmesi ve gerçek üretim malzemeleri ile 3D parça üreten yazıcıların kullanılması projelerini yürütüyor. Yakın gelecekte ise hem metal hem de plastik 3D yazıcılarla model üretim süreçlerinin kapasitesini genişletmeyi planlamaktalar. Arçelik işletmelerinin dijital temelini oluştururken bir

⁴⁶ Endüstri 4.0 web sitesi, “Endüstri Tarihine Kısa Bir Yolculuk”, Erişim: <http://www.endustri40.com/endustri-tarihine-kisa-bir-yolculuk/>, Nisan 2017.

⁴⁷ TOBB Web Sitesi, Erişim: <http://haber.tobb.org.tr/ekonomikforum/2016/259/016_027.pdf>, Mayıs 2017.

yandan da artırılmış gerçeklik ile ilgili yaptığı ya da destek olduğu Horizon 2020 projeleri de mevcuttur.⁴⁸

1.2.6.2. Türkiye İçin Önemi

Türkiye, konumu itibari ile sahip olduğu lojistik avantajı ve düşük maliyetli iş gücü sayesinde küresel boyutta önemli bir aktör olmuş ve rekabet etme konusunda da avantaj sağlamıştır. Üretim ücretleri, rantabilite, enerji maliyetleri ve döviz kurlarını dikkate alarak oluşturulan BCG Global Üretim Maliyeti Endeksi'nde, Türkiye'nin ortalama birim maliyeti 98 iken, ABD 100, Almanya ise 121 ortalama birim maliyetle üretim gerçekleştirmektedir. Diğer bir ifadeyle, Türkiye'deki ortalama aracısız üretim maliyetleri Almanya'nın %23, ABD'nin ise % 2 altında belirtilmektedir.⁴⁹ Bu rapor, Türkiye'nin küresel değer zincirinden pay almak ve ihracatını güçlendirmek için ehil olduğu rekabet avantajına değinmektedir.

Ülkemizde Endüstri 4.0'ı doğru bir şekilde uygulamaya geçirerek katma değeri arttırmak ve avantaj sağlamak konusunda üç temel fayda beklenmektedir:

- Uluslararası rekabet gücünün artması: düşük maliyetli üretim, yüksek hızda ve esnek üretim, yüksek kalite düzeyi, know-how, son teknoloji uygulamaları ve nitelikli insan kaynağı sayesinde küresel boyutta güçlü bir rakip haline gelmesi.
- Katma değeri yüksek üretim payının artması: Yüksek verimlilik ile yapılan üretim sayesinde daha kaliteli ürünler ve artan rekabet gücü.
- Yüksek nitelikli iş gücü: İnovatif teknolojilerin yaratmış olduğu yeni iş alanları ve buralarda görev alacak yeni nitelikli çalışanlar yaratılması.

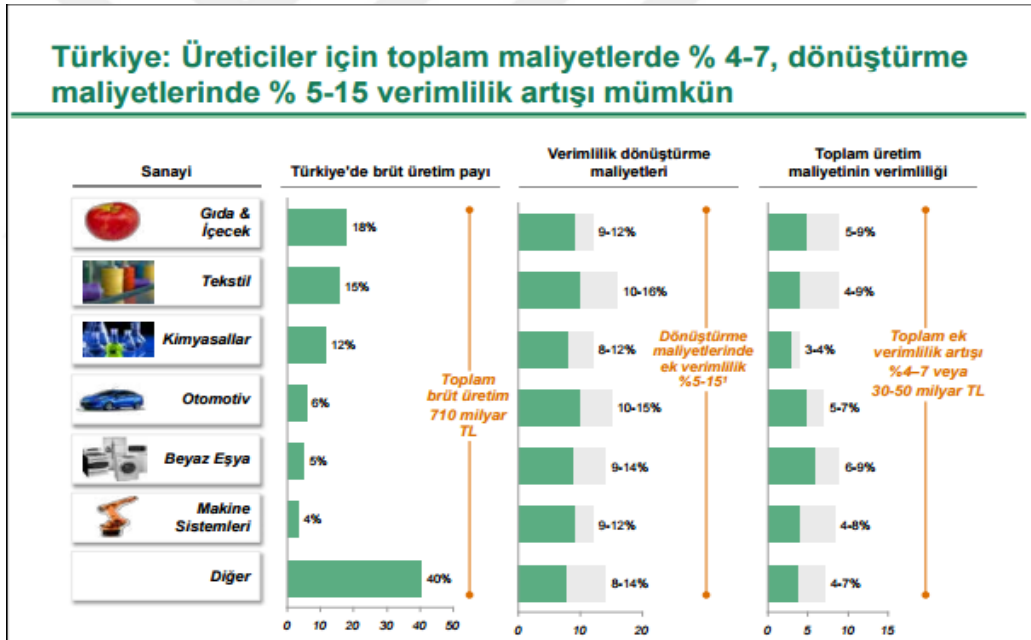
Bütün bu sağladığı avantajlar ile ekonominin büyümesine yol açacak olan Endüstri 4.0 kişiye özel üretime yarattığı talep, hızlı ve ulaşılabilir ürün ve küresel entegrasyon gibi unsurların varlığını güçlendirecektir. Gelir artışını kesin olarak hesap etmek çok mümkün olmasa da kazanılan avantajlar sayesinde sanayi üretiminde senelik % 3'e kadar büyüme olması beklenmektedir. Bu büyüme de Türkiye GSYİH'sinde % 1 ve üzeri bir ilave

⁴⁸ Rahime Baş Uçar (2016), "Sanayi 4.0 Devrimi Türkiye'", Turkish Time Dergisi, Sayı: 173, s:

⁴⁹ TUSİAD Yayını (2016), "Türkiye'nin Küresel Rekabetçiliği İçin Bir Gerekliklik Olarak Sanayi 4.0", Yayın No: TUSİAD-T/2016-03/576, s: 33.

büyümeye yani 150-200 milyar TL kadar ek gelir elde edilmesine yol açacaktır.⁵⁰ Elbette bu beklentilerin gerçekleşmesi için Endüstri 4.0'ın sadece bazı büyük organizasyonlar tarafında benimsenmesi değil bir bütün olarak Türk sanayisine adapte edilmesi gerekmektedir.

Avrupa Parlamentosu'nun istihdam konusundaki karamsar raporuna karşılık TÜSİAD'ın araştırmasına göre Türkiye'de Endüstri 4.0 uygulamalarından sonra artacak olan otomasyon sistemleri sayesinde insanları fiziksel olarak zorlayan iş dallarında kolaylıklar sağlanacaktır. Bu şekilde hem çalışanlar güçlerini daha nitelikli görevlerde harcamak için fırsat bulabilecek hem de genel olarak işçi sağlığı ve güvenliği konusunda pozitif bir gelişme yaşanmış olacaktır. Akıllı bağlantılar sayesinde, teknisyenler uzaktan sorunun olduğu ekipmanlara bağlanarak tamirati gerçekleştirebilir ve manuel olarak hiçbir kayıt tutmadan yaptıkları çalışmayı otomatik olarak belgelendirebilirler.⁵¹



Şekil 3: Türkiye'nin Sanayi 4.0 Dönüşümünün Pilot Sektörler İtibarıyla Potansiyel Faydaları⁵²

⁵⁰ Esra Kabaklarlı (2016), "Endüstri 4.0 ve Paylaşım Ekonomisi", Nobel Kitap, İstanbul, s: 57.

⁵¹ TUSİAD Yayını (2016), "Türkiye'nin Küresel Rekabetçiliği İçin Bir Gereklik Olarak Sanayi 4.0", Yayın No: TÜSİAD-T/2016-03/576, s: 38-40.

⁵² TUSİAD Yayını (2016), "Türkiye'nin Küresel Rekabetçiliği İçin Bir Gereklik Olarak Sanayi 4.0", Yayın No: TÜSİAD-T/2016-03/576, s: 44.

1.3. Nesnelerin İnterneti

Bu olguya örnek teşkil edebilecek ilk uygulama 1991’de Cambridge Üniversitesi akademisyenleri tarafından bir ihtiyacı karşılamak üzere geliştirilmiştir. Kahve makinesinden kahve almaya giden akademisyenlerin sürekli olarak boş makine ile karşılaşmaları üzerine kurulan dakikada 3 görüntü alabilen kameralı düzenek sayesinde akademisyenlerin gereksiz yere merdivenleri çıkararak zaman kaybetmelerinin önüne geçilmiştir. Bu pratik çözüm, o dönem için oldukça yaratıcı ve ufuk açan bir gelişme olarak kaydedilmiştir.⁵³ Kavram olarak ise nesnelerin internetinin ilk olarak ortaya çıkışı 1999 yılında Procter&Gamble firmasına yapılan bir sunumda Kevin Ashton tarafından kullanılmıştır.⁵⁴ RFID teknolojilerinin kullanımı sayesinde aygıtların birbirleri ile bağlantı içinde olmalarını sağlayan bir sistem olan nesnelerin internetini farklı haberleşme sistemleri ile kendi aralarında haberleşme ağı kurabilen ve birbirlerine bağlanabilen bir ağ ile çalışan cihazlar olarak açıklanabilir. Nesnelerin interneti bugün artık kullanmaya başladığımız ve yakın gelecekte daha aktif ve daha fazla sayıda, alanda kullanımına şahit olacağımız arabalardan kitaplara, elektrikli aletlerden buzdolaplarına, su ısıtıcılarına, akıllı binalardan ayakkabılara kadar aklınıza gelebilecek tüm nesnelerin birbiri ile bağlantı içinde olmaları beklenmektedir. Bugün internete bağlanmak denildiğinde aklımıza gelen telefon, bilgisayar, tabletler gibi aletler internete bağlanabilen yegane cihazlar değildir. Bunların dışında da birçok cihaz, hatta artık günlük hayatlarımızda kullandığımız aletler de internet bağlantıları ile aralarında haberleşebiliyor. “Dünyada bulunan toplam insan nüfusu, 2008 yılında internete bağlı nesne sayısından daha azdı. 2020 yılında ise internete bağlı nesne sayısının 50 milyar civarına yükselmesi bekleniyor. Eskiden bu makinelere verebileceğimiz IP adresleri kısıtlıyken, internetin zamanla IPv6 sistemine geçmesi ile beraber çok fazla sayıda IP adresine ulaşmış olacağız.”⁵⁵ Gelecekte nesnelerin internetinin ulaşacağı nokta 4H olarak

⁵³ Kerem Işık (2016), “Nesnelerin İnterneti ve İşletmelerin IoT Kullanım Örnekleri”, Erişim: <<http://www.detaysoft.com/blog/detay/41/nesnelerin-interneti-ve-isletmelerin-iot-kullanim-ornekleri>>, Mayıs 2017.

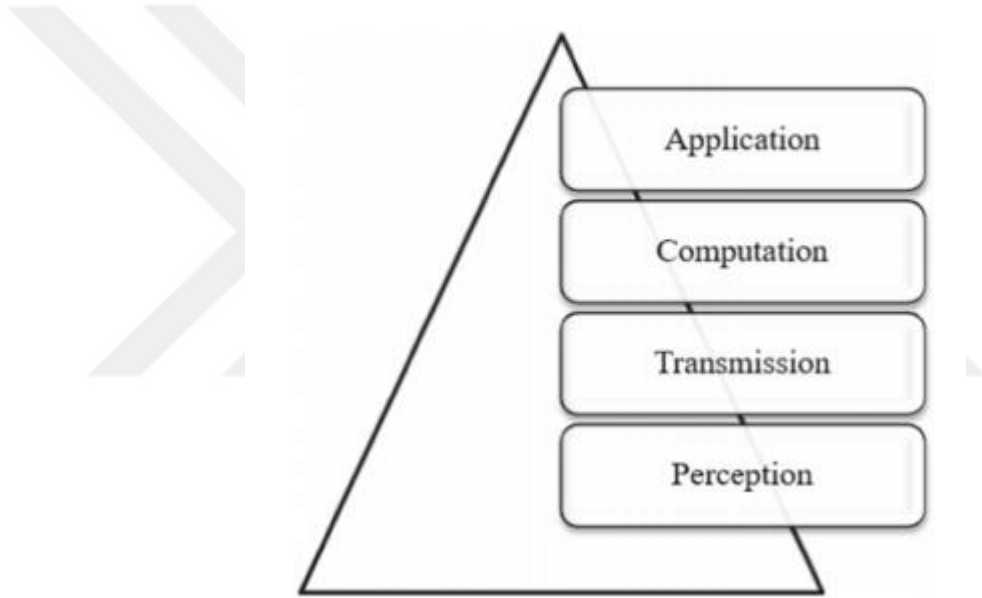
⁵⁴ Amy J.C. Trappey; Charles V. Trappey; Usharani Hareesh Govindarajan; Allen C. Chuang, John J. Sun (2016), “A Review of Essential Standards and Patent Landscapes For The Internet of Things”, Advanced Engineering Informatics, Doi: <http://dx.xoi.org/10.1016/j.ari.2016.11.007> .

⁵⁵ Murat Can Demir (2012), “Nesnelerin İnterneti Nedir?”, Erişim: <<http://www.muratcandemir.com/nesnelerin-interneti-nedir-iot.html>>, Mayıs 2017.

bilinen sloganında belirtilmiştir: Her yerden, herkesle, her zaman ve her nesne ile bağlantı.

Nesnelerin interneti sisteminin işleyişi 4 aşamada açıklanabilir.

- Algılama: Fiziksel nesnelerin RFID sensörleri sayesinde algılanmasıdır.
- İletim: Sensörler ile algılanan bilgilerin bir üst katmana iletilmesidir.
- Hesaplama: Algılanıp iletilen bilginin anlaşılıp bununla ilgili bir karar verilmesidir.
- Uygulama: verilen karar doğrultusunda alınan aksiyon, yapılan hareket aşamasıdır.



Şekil 4: Nesnelerin İnterneti Sisteminin Aşamaları⁵⁶

İnternetin başlangıcından nesnelerin interneti dönemine kadar birkaç aşama kat edilmiş, teknolojik gelişmeler yaşanmıştır.

1. 1.aşama: Araştırma dönemi yalnızca akademik ortamlarda kullanılan araştırmaya yönelik ağlar.

⁵⁶ Amy J.C. Trappey; Charles V. Trappey; Usharani Hareesh Govindarajan; Allen C. Chuang, John J. Sun (2016), "A Review of Essential Standards and Patent Landscapes For The Internet of Things", Advanced Engineering Informatics, Doi: <http://dx.xoi.org/10.1016/j.ari.2016.11.007> , s:

2. 2.Aşama: Organizasyonların kendilerini tanıtmak amacı ile bilgilendirmeye yönelik kullanım dönemi. Web siteleri aracılığı ile tek yönlü bilgi aktarımı sağlama.
3. 3.Aşama; Web'in interaktif olmaya başladığı dönem Bu dönemde eBay ve Amazon.com gibi uygulamalar artmaya başlamıştır.
4. Aşama, 'Sosyal Medya' kavramının yaygınlaştığı, kullanıcıların içerik paylaşabilmeye başladığı dönem.

Bu tarihsel süreçleri ayrıca Web 1.0 ilk iki aşamayı kapsayacak şekilde, Web 2.0 sosyal medya ve içerik paylaşımı dönemleri olarak üçüncü ve dördüncü aşamadan oluşacak şekilde ayrılabilir. Web 3.0, semantik web, en son da Web 4.0 Nesnelerin İnterneti dönemini oluşturmaktadır.⁵⁷

1.3.1. Endüstriyel Nesnelerin İnterneti

Birbiri ile haberleşen cihazların endüstri ve üretimde kullanılmasının çok fazla avantajı vardır.

- Nesnelerin interneti kabiliyetine sahip akıllı üretim makineleri ağ üzerinden birbirleri ile haberleşerek üretimi denetler ve operatör katkısını en az seviyeye indirerek maliyetleri düşürürken verimliliği de artırır.
- Teknik arızalar öngörülerek arıza kaynaklı zaman kayıpları azaltılabilir.
- Üretim süreçleri için gerekli hammadde eksikliği hızla tespit edilerek giderilir.
- Üretim ile ilgili bütün süreçler ve bilgiler dünyanın herhangi bir yerinden eş zamanlı olarak takip edilebilir ve müşteriler ile paylaşılabilir.⁵⁸

Endüstriyel alanlarda nesnelerin interneti kullanımına has özellikler vardır. Bunlar da şu şekilde sıralanabilir:

- Dağıtık zekâ: Akıllı makineler ağ üzerinden aynı üretim hattında çalışan ya da aynı işletmede bulunan diğer makineler ile bulut sistemi sayesinde direkt olarak

⁵⁷ "Nesnelerin İnternetinde Biz Neredeyiz?", Erişim:

<<http://www.endustriomotasyon.com/tr/icerik/sayfa/nesnelerin-internetinde-biz-neredeyiz>>, Mayıs 2017.

⁵⁸ Matthias Herbert Hartmann; Bastian Halecker (2015), "Management of Innovation in the Industrial Internet of Things", XXVI ISPIM Conference – Shaping the Frontiers of Innovation Management in Budapest, Hungary on 14-17 June 2015, s: 5.

iletişime geçebilirler. Bu sayede de makineler eş zamanlı olarak kendilerini ilgili değişikliklere uyarlarlar.

- Hızlı haberleşme: Eş zamanlı üretim için hızlı haberleşmenin yani makinelerin birbirleri arasında haberleşmelerinin alt yapısının kurulmuş olması olmazsa olmaz bir unsurdur.
- Açık sistemler ve standartlar: Ayrı firmaların üretim araçlarının aralarında bağlantı kurulabilmesi ve haberleşebilmeleri ve ortak programlanabilmeleri işletmeleri çözüm arayışlarında tek bir kaynağa bağlı olmaktan kurtarmaktadır. Ayrıca beraber üretim bilgilerinin eş vakitli olarak izlenmesi, rekabet ve maliyet konularında önemli bir üstünlük katacaktır. Otomatik esnek üretimle de üretim hızı gelen isteğe bağlı olarak doğrulanır ve böylece lüzumsuz stok saklanması önü kesilerel maliyetler hafifletilebilir.⁵⁹

1.3.2. Nesnelerin İnterneti Uygulamaları

Gartner Inc'e göre 2020 yılına kadar internete bağlanan cihaz sayısı 26 milyar olacaktır. Nesnelerin interneti uygulamaları türlerine göre sınıflandırılır. Hayatlarımızın her alanındaki olanakları arttırabileceğimiz güncel uygulamalar akıllı evler, şehirler, fabrikalar, sağlık gibi uygulamalara kadar pek çok endüstriyel alanı kapsamaktadır.

1.3.2.1. Akıllı Ev ve Binalar

İnternet sayesinde ev ve binalar akıllı ortamlara dönüşmektedir. Havalandırma, aydınlatma, ısınma ve güvenlik gibi sistemler mobil cihazlar ile beraber ve sensörler yardımıyla denetlenebilmektedir. Akıllı cihazların idaresi ve denetlenmesi, güvenlik ve alarm sistemleri, duman ve gaz anlama kapsamındaki güvenlik sistemleri, video, ses, projektör gibi ev eğlence yönetimi sistemleri bunlara örnek verilebilir.

1.3.2.2. Akıllı Fabrikalar ve Endüstri

Endüstri alanında internet sensörler, kontrol sistemleri, üretim ve tedarik zinciri ağlarının gerçek zamanlı optimizasyonu demektir. Bugün en önemli gelişmekte olan teknolojileri ise 3D yazıcılar ve akıllı robotlardır. “Örneğin Ford’un Kanada’da bulunan “Oakville

⁵⁹ Tuncay Ercan; Mahir Kutay (2016), “Endüstride Nesnelerin İnterneti (IoT) Uygulamaları”, Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi, s: 600-603.

Üretim Tesisi”nde 440 adet akıllı robot bulunmakta ve çalışanların işlerini kolaylaştırmaktadır.”⁶⁰ Günümüzde uçak firmaları yedek parçalarını stoklamak yerine endüstriyel 3D yazıcılar ile ar-ge çalışmaları yaparak; ihtiyaç duyulan bütün gereç ve malzemelerin istenilen yerde ve zamanda üretilebilmesi için gerekli çalışmalara ve uygulamalara başlamışlardır. Yakın gelecekte ise bu yazıcılar sayesinde nihai tüketicilerin çoğu ihtiyaçlarını kendi kaynakları ile üretebileceği düşünülmektedir.

1.3.2.3. Ulaşım ve Lojistik

Sensörler sayesinde yoldaki araçların sayısı, araçların takibi, kat edilen yol uzunluğu, trafik durumu, yoldaki trafik çalışmaları, park yerleri ve doluluk oranları gibi bilgiler toplanarak ulaşım ve taşımada kolaylık sağlanabilmektedir.

1.3.2.4. Sağlık Uygulamaları

Yaşlılık ya da kronik bir hastalık sebebi ile takip edilmesi gereken kişilerin bütün sağlık bilgileri eş zamanlı olarak alınarak, hekimler tarafından izlenebilir. Bu sayede gerekli durumlarda kişi kendisi yardım çağıramayacak da olsa anında müdahale edilebilecektir.

1.3.2.5. Tarım ve Hayvancılık

Çeşitli tarım ürünlerinin yetiştirilmesi için en uygun koşulların oluşturulmasına dair etkenlerin çift yönlü olarak çalıştırılması bir nesnelere interneti uygulaması örneğidir. Bir bitkinin yetişmesi için gerekli olan kritik sıcaklık, nem gibi faktörler internet bağlantılı cihazlar ile takip edilip, saklanabilir. Bir örnek olarak Waterbee isimli akıllı sulama sistemleri yapan şirket verilebilir. Sensörler ile topraktan aldıkları bilgiye göre toprağın ihtiyacını belirleyip bu doğrultuda sulama yapılmasını sağlamaktadırlar. Ülkemizden bir örnek olarak Süttaş’ın ürettiği giyilebilir teknoloji olarak bilinen bir nevi kolye ile çiftliklerindeki ineklerin doğum ve acıkma zamanlarını, ateşlerinin olup olmadığını ve oksijen ihtiyaçları gibi faktörleri kontrol edebilmektedirler.⁶¹

⁶⁰ Nedim Bayuk; Abdullah Öz (2017), “Nesnelere İnterneti ve İşletmelerin Pazarlama Faaliyetlerine Etkileri”, The Journal of Academic Social Science Yıl: 5, Sayı: 43, s: 50.

⁶¹ Nedim Bayuk; Abdullah Öz (2017), “Nesnelere İnterneti ve İşletmelerin Pazarlama Faaliyetlerine Etkileri”, The Journal of Academic Social Science Yıl: 5, Sayı: 43, s: 51.

1.3.2.6. Enerji Sektörü

Nesnelerin interneti, tüketilen enerji miktarını düşürmesi ve maliyetleri azaltması sebebi ile elektrik sektöründe önem kazanmıştır. Ayrıca akıllı makineler sayesinde şebekeler kolaylıkla izlenip takip edilebilmekte ve uzaktan kumanda edilebilmektedir.

1.3.3. Nesnelerin İnterneti Proje Örnekleri

Nesnelerin interneti ile birbirine bağlanan makineler artık yavaş yavaş günlük hayatımıza giriş yapmış durumda. Dünyanın bazı bölgelerinde uygulamasına başlanmış olan sürücüsüz arabalar buna güzel bir örnek olabilir. Son dönemlerde hayata geçirilen ve geçirilmesi planlanan yeni ve yaratıcı pek çok proje de vardır.

- Google'ın satın aldığı Nest; akıllı termostatından sonra "Protect" çözümü ile akıllı evleri Google ekosistemine bağlamayı amaçlıyor. Akıllı ev sistemi Nest'in wi-fi'ye bağlanması ile ev sahibi evindeki duman, doğalgaz vb. tehlike arz edebilecek durumlara dair bilgileri cep telefonlarından da takip edebiliyor. Sistemin ilerleyen dönemlerde ulaşılabilir fiyatlar ile ev izleme otomasyon sistemi olarak günlük hayatımızdaki yerinin artırılması planlanmaktadır.⁶²
- Drone yani insansız küçük hava araçlarının teknolojisi geliştikçe, çevreleri ve diğer cihazlar ile olan bağlantıları dolayısıyla karşılayabildikleri ihtiyaçlar ve yetenekleri de gelişmektedir. Yani günümüzde dronelar günlük hayatın içerisine gittikçe daha fazla dahil oluyorlar. Örneğin, bugün tarımda ürünlerin zaman budanacağı ya ne zaman hasat edileceğini gözlemlemek için kullanılmaya başlanmış durumda. Matternet isimli firma ise dünyanın ulaşılması zor ve yardıma muhtaç bölgelerine dronelar ile erzak ve ilaç gönderimi yapmaktadır.
- Giyilebilir teknolojiler henüz çok fazla uygulamaya geçilmiş olan bir alan değil; ancak yakın gelecekte hayatımıza dahil olacak gibi görünmektedir. Kanada'da bir

⁶² "Internet of Things Nedir?" Erişim: <<http://www.teknolo.com/internet-things-nesnelerin-interneti-nedir/>>, Mayıs 2017.

firma, kalp ve solunum hızı, etkinlik yoğunluğu, yakılan kalori, kaydedilen mesafe gibi verileri paylaşan kıyafetleri yakında piyasaya sunmayı hedefliyor.⁶³

1.4. Endüstri 4.0 Hakkında Öncü Firmaların Görüşleri

Uluslararası ölçekte faaliyet gösteren büyük endüstri organizasyonları ile danışmanlık veren firmaların Endüstri 4.0 konusundaki fikirleri, hedefleri ve bugüne kadar yaptıkları alt yapı çalışmaları bu konuda ileride geleceğimiz noktayı anlamak için önemli bir rehber olacaktır.

1.4.1. Bosch ve Endüstri 4.0

Günümüzün öncü ürün ve hizmet tedarikçilerinden bir tanesi olan Bosch, Endüstri 4.0 bağlamında, başta Almanya olmak üzere bütün dünyada lider bir role konumlanmıştır. Dünyadaki 250'den fazla kuruluşunda Endüstri 4.0'ı uygulamaya başlayan Bosch, müşterilerine sensörler, sürücüler, akıllı robotlar gibi çözümler sunmaktadır. Bugün beş milyondan fazla cihaz ve makineyi ağa bağlamış olan Bosch bu sayede 2020 yılı itibariyle global yıllık artırımını yüzlerce milyon dolara yükseltmeyi amaçlamaktadır.⁶⁴

Bosch, hem bir yüksek teknoloji şirketi, hem de bir servis tedarikçisi olması nedeniyle piyasada yeniliklere en çok önem veren kuruluşlardan biridir. Bünyesinde barındırdığı çeşitlilik sayesinde nesnelerin interneti kapsamındaki bağlanabilirlik olgusu onun için bir avantaj oluşturmaktadır. Bosch otomotiv, bina, endüstriyel teknoloji gibi pek çok şeyi birbirine bağlayabiliyor ve bu sayede de yeni bir iş alanı oluşturuyor. Endüstri 4.0 kavramının kendilerine ne ifade ettiği ise Türkiye ve Ortadoğu Başkanı Steven Young'ın bir toplantıda söylediği şu sözler ile anlaşılabilir: “Endüstri 4.0, global ekonomilerin önemli bölümünü etkileyen bir devrimdir. Endüstri 4.0'ın getirdiği çözümler beraberinde hem Bosch hem de diğer uluslararası şirketlerin, yepyeni sınır ötesi işlerine vesile olmaktadır. Dünyanın ilk hizmet ve ürün tedarikçilerinden biri olarak, köklü geçmişimizden ve günümüzde sahip olduğumuz Ar-Ge donanımından kuvvet alarak, Almanya'da ve tüm dünyada Endüstri 4.0 konusunda öncü bir role soyunduk. Bosch,

⁶³ Ergi Şener (2016), “En Yaratıcı Nesnelerin İnterneti Uygulamaları”, Erişim: <<http://www.teknolo.com/en-yaratıcı-iot-uygulamaları/>>, Mayıs 2017.

⁶⁴ “Dördüncü Sanayi Devrimine Öncülük Eden 5 Şirket”, Erişim: <<http://www.endustri40.com/dorduncu-sanayi-devrimine-onculuk-eden-5-sirket/>>, Mayıs 2017.

proje aşamasının ötesine aşalı uzun bir vakit oldu ve şu anda Endüstri 4.0'ın ilk öğelerini kendi operasyonlarına kuruyor. Bu noktada kendimizi hem öncü bir kullanıcı, hem de öncü bir sağlayıcı olarak tanımlayabiliriz. 2020 yılı itibarıyla ağa bağlı endüstrinin masraflar açısından toplamda bir milyar Euro'luk bir tasarruf sağlamasını ve toplamda aynı tutarda fazladan satış oluşturmasını bekliyoruz. Bosch olarak buna yönelik üç aşamalı bir yaklaşımımız bulunmaktadır: İlki, uygulamaları belirli fabrikalarda uygulamaya geçiriyoruz, İkincisi, son kullanıcıya kadar olan değer akışını optimize ediyoruz, ve üçüncü olarak, global ağlar işletiyoruz.”⁶⁵

Bir sonraki hedefleri ise bütün dünyadaki üretimin ortak bir ağ aracılığı ile kontrolünü sağlamak ve nesnelerin interneti destekli sistemler ile ürünlerin özelliklerini hafızalarında taşımalarını sağlamaktır. Bu sayede de akıllı üretim ve akıllı fabrikaların yolu açılmış olacaktır.

Bosch'un öbür pilot projesi olan Smart City, yol çalışmalarını ve park alanlarını izleme ve optimize ederek veri üreten bir ulaşım ağı meydana getirmeyi öngörüyor. Bir mobil uygulaması olan Smart City Endüstri 4.0'a güzel bir örnektir ve ilk uygulayacak olan şehir Monaco olmuştur.⁶⁶

1.4.2. Siemens ve Endüstri 4.0

Siemens, Endüstri 4.0 bağlamında en çok yol kat etmiş şirketlerden biridir ve hatta henüz konsept olarak Endüstri 4.0 yokken dahi otomasyon ve dijitalizasyon alanlarında çalışmalar yapmaktaydı. Bu konuda rehber olmak istediklerini açıklayan firma bugün müşterilerine Endüstri 4.0 gerekliliklerini karşılayan ürünler sunmaktadır.

Siemens'in Almanya'daki Amberg tesisi "Endüstri 4.0 fabrikası" olarak bilinir. Müşterilerine karar alma süreçlerinde destek veren uluslararası bir otorite kabul edilen araştırma şirketi olan Gartner analistleri, Amberg şirketine 5 yıl geride kaldıklarını iletmiştir. Amberg büyük bir fabrika olmamasına karşılık çok hızlı işlemektedir. Burada

⁶⁵ Aslı Altındağ (2016), “Bosch, Türkiye’de Endüstri 4.0 İçin Hazırlıklarını Tamamladı”, Maxi Haber Online Gazete, Erişim: <<http://www.maxihaber.net/bosch-turkiyede-endustri-4-0-icin-hazirliklarini-tamamladi/>>, Mayıs 2017.

⁶⁶ “Almanya'nın Endüstri 4.0 Vizyonu”, Erişim: <<http://www.endustri40.com/almanyain-endustri-4-0-vizyonu/>>, Mayıs 2017.

1 aylık sürede 1 milyondan fazla adette ürün üretilmektedir. Bu hızda üretim yapabilmek ancak yüksek düzey otomasyon ile mümkün olabilir. Geleneksel sistemler ile işleyen bir fabrikada bu hız seviyesine ulaşmak için yüklü miktarlarda ödeme yapılması gerekir. Amberg fabrikasında ise 1 milyon başına yalnızca 11 hatalı mamül üretimi yapılır yani üretim % 99,9989 oranında hatasızdır.⁶⁷

Neredeyse kusursuz denilebilecek bu üretim dijitalleşme sayesinde elde edilmiştir. Bu da zaten Endüstri 4.0'ın vadettiklerinden biridir ve dünyada bu devrim yeni özümsemeye başlamışken Siemens sonuç ve avantajlarını yaşamaya başlamıştır.

1.4.3. Mc Kinsey ve Endüstri 4.0

Endüstri 4.0'ı işlerin akışını ve üretimi değiştirecek son trend ve teknolojilerin bir araya gelişi olarak tanımlayan Mc Kinsey geleneksel imalat yönetimlerinin değişmekte ve yenilerinin ortaya çıkmakta olduğunu dolayısıyla işletmelerin de bu yenilikleri takip edip anlamaları ve kendilerine uyarlamak için hızlı olmaları gerektiğini belirtmektedir. Aksi takdirde rekabet güçleri kalmayacaktır. Bunun için de atılması gereken 5 adım ortaya koymuşlardır:

- Üreticiler Endüstri 4.0'ın getirdiği bütün yenilikleri birden süreçlerine uygulamak yerine yenilikleri aşama aşama oturtmaya çalışmalıdır.
- Firmalar yüksek teknolojiye yüksek miktarlarda yatırım yaparken, teknoloji çalışmalarını kullanmak konusunda korkak ve çekimser olmamalıdır.
- Endüstri 4.0 kavramı tek üreticiden çok taşeronluğu yani tedarikçilerle çalışmayı desteklediğinden üreticilerin teknoloji konusunda tedarikçiler bulmaları önerilmektedir.
- Yeniliklerin işletmeye uygulanmasını destekleyecek ve bu hedef için çalışacak inovatif bir ekip oluşturulmalıdır.

⁶⁷ “Neden Siemens, Endüstri 4.0'da Bir Adım Önde Olmaya Devam Ediyor?”, Erişim: <<http://www.endustri40.com/neden-siemens-endustri-4-0da-bir-adim-onde-olmaya-devam-ediyor/>>, Mayıs 2017.

- Endüstri 4.0 sayesinde sadece kısa vadede değil uzun vadede de kazanç elde etmek isteyen kurumlar iş modellerini gözden geçirerek yenilerini denemelidir.⁶⁸

Mc Kinsey, Endüstri 4.0'ın şimdilik sadece global ve büyük şirketleri etkilemiş gibi görünse de değil ilerleyen dönemlerde küçük işletmeleri de etkisi altına alacağını belirtmektedir.

1.5. 2020 Avrupa Birliği İleri Teknoloji Stratejisi

3 Mart 2010 tarihinde açıklanan, çıkış noktası dünyanın globalleşmesi, Avrupa nüfusunun yaşlanmakta olması, yaşanan iklim değişiklikleri gibi güncel durumlar olan 'AB 2020 Stratejisi: Akıllı, Sürdürülebilir ve Kapsayıcı Büyüme için Avrupa Stratejisi' yeni bir ekonomik dönüşümü ifade etmektedir.⁶⁹ Stratejilerin temel hedefi bu problemlerin AB üzerindeki etki ve sonuçlarını tespit ederek bu bağlamda gerekli görülen bir yapısal değişikliklerin planlamasına dair bir dönüşümdür. Bu belgede, AB'de yaşanan ekonomik krizin, son 10 yıldaki bütün ekonomik gelişim ve büyümelerin tersine dönmesine sebep olduğu, GYİH'da %4 düşüş gözlemlendiği, 23 milyon kişinin işsiz kaldığı ve sanayi üretimi seviyesinin 1990'lı yıllardaki oranlara kadar düştüğü ve bütçe açığının ortalama %7'ye çıktığının altı çizilmektedir.⁷⁰ Avrupa 2020 Stratejisi, Lizbon Stratejisine benzer bir şekilde bir on yıllık bir süreç için, AB'nin ekonomik krizin olumsuz etkilerini ortadan kaldırarak ekonomik büyüme ve istihdam sağlamak, çevresel hedeflerini gerçekleştirmek için bir strateji haritası çizmektedir. AB 2020 hedeflerinin gerçekleştirilmesinde en önemli konulardan bir tanesi de bilgi ve inovasyona dayanan akıllı büyümedir. Bu kapsamda AB çatısı altında çeşitli gruplar oluşturulması hedeflenmiştir. Bunlar: 'Hareket

⁶⁸ Matthias Breunig; Richard Kelly; Robert Mathis; Dominik Wee (2016), "Getting the most out of Industry 4.0", McKinsey&Company Operations Web Sitesi, Erişim: <<http://www.mckinsey.com/business-functions/operations/our-insights/industry-40-looking-beyond-the-initial-hype>>, Mayıs 2017.

⁶⁹ Avrupa Komisyonu Web Sitesi, Erişim: <https://ec.europa.eu/info/strategy/european-semester/framework/europe-2020-strategy_en>, Mayıs 2017.

⁷⁰ Gökşen Akbaş; Altan Apar (2010), "Avrupa 2020 Stratejisi: Akıllı, Sürdürülebilir ve Kapsayıcı Büyüme için Avrupa Stratejisi Özet Bilgi Notu", TC Başbakanlık AB Genel Sekreterliği, s:2.

Halinde Gençlik', 'Avrupa için Dijital Gündem', 'Kaynakları Verimli Kullanan Avrupa', 'Küreselleşme Çağı için Sanayi Politikası', 'Yeni Beceri ve İşler için Gündem' ve 'Yoksulluğa Karşı Avrupa Platformu'.

Avrupa Komisyonu bu strateji kapsamındaki temel önceliklerini şu şekilde sıralamıştır:

- Akıllı Büyüme: Bilgi ve inovasyon temelli bir ekonomik düzen oluşturulmasını ifade eder. Bilgi transferinin yaygınlaşması sayesinde yeni düşünce ve görüşlerin ekonomik büyüme ile istihdama katkı sağlayacak ürün ve hizmetlere dönüştürülmesini amaçlamaktadır. 'İnovasyon Birliği'nin kurulması, eğitimin desteklenmesi için 'Hareket Halindeki Gençlik' girişiminin hayata geçirilmesi, dijitalleşen dünyaya uyum sağlamak için 'Avrupa için Dijital Günden' girişimi, bu kapsamda atılacak adımlardır.
- Sürdürülebilir Büyüme: Kıt kaynakların etkin ve verimli şekilde kullanıldığı, daha çevreci ve rekabetçi ekonomik koşulların desteklenmesini ifade eder. Sürdürülebilir ve rekabet edebilir bir ekonomik büyümenin sağlanması için bu kapsamda iklim değişiklikleri ve verimli kaynak kullanımı için 'Kaynakları Verimli Kullanan Avrupa' girişimi, rekabet gücüne sahip olmak için 'Küreselleşme Çağı İçin Sanayi Politikası' girişimi bu kapsamda oluşturulması planlanmış yeniliklerdir.
- Kapsayıcı Büyüme: Sosyal dengenin sağlanması için yüksek istihdam seviyesinin sağlanmasını ifade etmektedir. Yeteneklere yatırım yapmak, yoksulluk ile mücadele etmek ve sosyal korunma sistemlerinin modernleştirilmesi amaçlanmaktadır. Bu kapsamda da 'Yeni Beceriler ve İşler İçin Gündem' girişimi ile 'Yoksulluğa Karşı Avrupa Platformu' girişimi gibi hareketler planlanmıştır.⁷¹

2020 yılına kadarki süreçte AB için elde edilmesi belirlenen hedefler 5 maddede toplanmıştır:

1. Takribi 500 milyon kabul edilen AB nüfusunun % 75'ini oluşturan 20-65 yaşları aralığında bulunan kişiler için istihdam yaratılması,

⁷¹ Ali Soylu (2011), "AB 2020 ve Vizyon 2023 Stratejilerinde İnovasyon Hedeflerinin Karşılaştırılması", Süleyman Demirel Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, Sayı: 14, s: 108.

2. AB'nin 2008 yılı 12,2 trilyon Euro olan GSMH'sinin % 3'ü nün AR-GE için tahsis etmesi,
3. Kopenhag'da gerçekleşecek Çevre Zirvesi'nde ortak karara varılarak 2020 hedeflerine varılması, (Sera gazları tüketimini % 20 hafifletilecek, yenilenebilir enerji kullanımı % 20 çoğaltacak ve enerji verimliliği % 20 yükseltilecek)
4. Okul bırakma oranının minimuma indirilmesi, eğitime gerekli önemin verilmesi ve daha fazla kişinin üniversiteye gitmesinin sağlanması,
5. Yoksul ve sosyal haklardan yararlanamayacak durumda olanların sayısının azaltılması.⁷²

Akıllı büyüme ile stratejik ve ekonomik hedeflerine ulaşmayı öngören AB Komisyonu'nun planına göre 2020 yılına gelindiğinde Endüstri 4.0 ile beraber temelleri atılan akıllı robotlar, otomasyon, insansız araçlar, yapay zeka ve biyoteknoloji gibi kavramlar günlük hayatımıza kadar yerleşmiş olacak. Dolayısıyla hem iş hayatı hem de sosyal hayatlar değişirken bazı iş alanları yok olacak bunların yerine yeni ihtiyaçlar, yeni alışkanlıklar ve yeni meslekler ortaya çıkacaktır. Bugün müzakere edebilme ve esneklik şirketler için en önemli ve gerekli yetenekler iken bunların 2020'de değerini yitirmiş olması bekleniyor. Çünkü bunu insanlar yerine büyük verilere ulaşip analiz ederek karar veren akıllı makineler yapıyor olacak. 2026'da ise yapay zekanın şirketlerin yönetim kurullarının bir parçası olmaya başlaması beklenmektedir.⁷³

⁷² Avrupa Komisyonu Web Sitesi, Erişim: <http://ec.europa.eu/europe2020/targets/eu-targets/index_en.htm>, Mayıs 2017.

⁷³ Didem Eryar Ünlü (2016), "Endüstri 4.0'a Hazır Olmanın 10 Yolu", Dünya Gazetesi Web Sitesi, Erişim: <<https://www.dunya.com/kose-yazisi/endustri-40039a-hazir-olmanin-10-yolu/26904>>, Haziran 2017.

BÖLÜM 2: ENDÜSTRİ BAĞLAMINDA TÜRKİYE’NİN KONUMU

Sanayi sektörü, büyük bir hızla ilerleyen teknolojinin desteğini de arkasına alarak yeni sanayi reformunu gerçekleştirmektedir. Bu yeni dönem yani Endüstri 4.0 döneminin pek çok faktörü ayrı ayrı hazır durumda; ancak bu faktörlerin bir araya getirilerek sistemleri ve üretim işleyiş süreçlerine entegre edilmesi gerekmektedir. Bütün dünyada güçlü ekonomiler üretimlerini ve rekabet avantajlarını arttırmak amacı ile bu bağlamda yüklü miktarlarda yatırımlar yapmaya başladılar bile. Küresel boyut üretim teknolojilerinde yaşanan yenilikler ve dijitalleşen süreçler ile bütün dünyada Endüstri 4.0 hızla hakim olmaya başlıyor. Türkiye’nin bu süreçte bulunduğu noktayı anlamak için hem ülkemizdeki hem de dünyadaki durumun analiz edilerek karşılaştırılması ve bu doğrultuda ilerlemek için bir yol haritası çıkartılması gerekmektedir.

2.1. Dünyada Endüstri 4.0

Endüstri 4.0 bir bütün olarak ele alınıp değerlendirilmesi gereken, içinde birden fazla farklı teknolojik unsurları barındıran bir vizyondur. Bu teknolojik gelişmelerin tek başına var olması, bir araya getirilip üretime entegre edilmediği sürece Endüstri 4.0’ın uygulamaya konulmuş olduğu söylenemez. Endüstri 4.0’a dair en önemli ve olmazsa olmaz teknolojik gelişme dijitalleşmedir. “PwC 2016 yılında, 26 ülkede 9 farklı sektörde, 2000’i aşkın şirketle Endüstri 4.0 çalışması yapmıştır. Bu araştırmaya katkı sağlayan şirketlerin %33’ü kendilerini yüksek düzeyde dijitalleşmiş olarak değerlendirmektedir. 5 yıl içerisinde ise araştırmaya katılan bu şirketlerin %72’si üst seviyede dijitalleşmiş olmayı ummaktadır.”⁷⁴ İlgili altyapıların tamamlanmış olması Endüstri 4.0 reformunun gerçekleşmesi için temel gerekliliktir. Dolayısıyla bu kapsamda çalışmaya erken başlayan ülkeler ve kurumlar bu açıdan çok daha avantajlı konuma sahip olacaklardır. PwC’nin Çin’den İsviçre’ye, Almanya’dan Meksika’ya pek çok ülkeyi kapsayacak şekilde yapmış olduğu bir araştırmada çalışmada şirketlere, önümüzdeki 5 yıl içerisinde dijitalizasyon sayesinde gelirlerinde ne kadar bir artış ve giderlerinde ne kadar bir tasarruf bekledikleri sorulmuştur. Endüstri 4.0 devrimine ilk olarak uyum sağlama çalışmalarını başlatan şirketlerin %27’sinde, %30’un üzerinde gelir artımı ve %30’un üzerinde gider artımı

⁷⁴ Fatih Yılmaz (2016), “Dünyada Endüstri 4.0”, Endüstri 4.0. Web Sitesi, Erişim: <<http://www.endustri40.com/dunyada-endustri-4-0/>>, Haziran 2017.

umudu vardır. Bu tahmin tüm şirketler arasında %10'a inmektedir.⁷⁵ Bu verilerden anlaşılmaktadır ki dijitalleşme yolunda öncelikli olarak çalışmaya, adımlar atmaya ve yatırım yapmaya başlayan kuruluşların verimliliklerini büyük oranda arttırması beklenmektedir.

İşletmelerin en temel hedeflerinden biri her daim minimum sürede az maliyet ile yüksek kalitede ürün imal etmek olacaktır. Günümüzde bu amaca ulaşmak Endüstri 4.0 teknolojileri ile mümkün olabilmektedir. Boston Consulting Group'un (BCG) Almanya üretim sanayi üzerinde yaptığı bir çalışma da bu sonuçların doğruluğunu ortaya koymaktadır. Buna göre Endüstri 4.0 ile beraber verimlilik, gelir, istihdam ve yatırım konularında olumlu gelişmeler yaşanacaktır ve önümüzdeki 5-10 yıllık süre içinde Endüstri 4.0 vizyonunu benimseyecek kuruluş sayısı artacaktır. Bu bağlamda daha yüksek verimlilikle çalışmaya başlayacak olan işletmelerin sanayi sektöründe 90-150 milyar Euro civarında kazanç sağlaması beklenmektedir.⁷⁶ İşletmelerin Endüstri 4.0'ı üretimlerine entegre edebilmeleri için gerekli olan yeni teknolojilere yapacakları yatırımlar ile, tüketicilerin kişiselleştirilebilir ürünlere olan artan istekleri, yılda 30 milyar Euro civarında gelir artışını destekleyecek unsurlardır ki bu miktar Alman GSMH'sında %1'lik bir katkı anlamına gelmektedir. Dünyada Endüstri 4.0'a geçiş tamamlandığında üretimin en büyük kısmının akıllı robotlar tarafından yapılacak olması, akıllarda istihdam ile ilgili soru işaretlerine sebep olmaktadır; ancak BCG'nin Almanya imalat sanayi üzerinde yaptığı bir araştırma korkulanın tam aksine bir tablo ortaya koymuştur. Buna göre önümüzdeki 10 yıllık süreç içinde istihdamda %6 oranında bir artış beklenmekte, özellikle de yazılım geliştirme ve bilgi işlem alanlarında iş gücü arayışı artacak, bu esnada da düşük yetkinlik seviyesindeki işlere olan ihtiyaç düşecektir.⁷⁷

⁷⁵ PWC Global Web Sitesi, Erişim: <<http://www.pwc.com/gx/en/industries/industry-4.0.html>>, Haziran 2017.

⁷⁶ Fatih Yılmaz (2016), "Dünyada Endüstri 4.0", Endüstri 4.0. Web Sitesi, Erişim: <<http://www.endustri40.com/dunyada-endustri-4-0/>>, Haziran 2017.

⁷⁷ Philipp Gerbert , Markus Lorenz , Michael Rüßmann , Manuela Waldner , Jan Justus , Pascal Engel , and Michael Harnisch (2015), "Industry 4.0", Boston Consulting Global Web Sitesi, Erişim: <https://www.bcg.com/publications/2015/engineered_products_project_business_industry_4_future_productivity_growth_manufacturing_industries.aspx> , Haziran 2017.

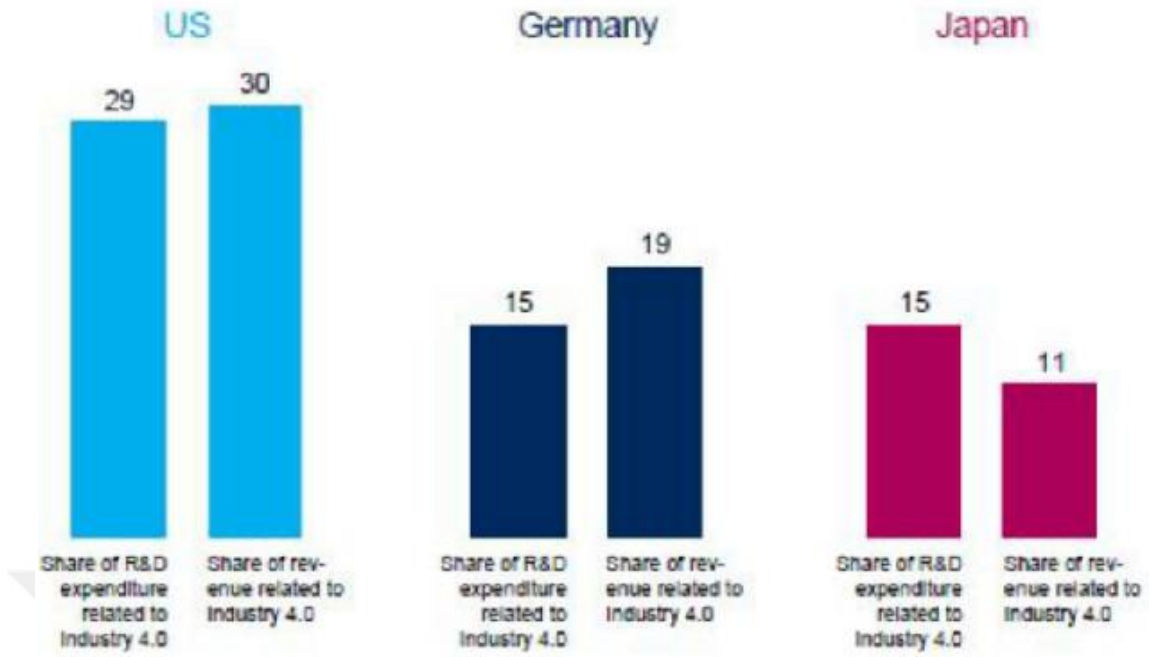
2.1.1. Almanya Örneği

Almanya'nın endüstriyel dönüşümü örnek olarak incelendiğinde ciddi bir ekonomik yükseliş beklenmektedir. BCG araştırmasına göre, Endüstri 4.0'ı entegre etmeye başlayan Alman imalat sektörünün toplam üretim maliyetinin % 5-8 düşmesi ile beraber, önümüzdeki 10 yıl içinde 90-150 milyar Euro arasında verimlilik kazancı elde edecektir. Malzeme giderleri hariç, operasyon maliyetlerinin % 20 azalması bekleniyor. Bu verimliliği kazanabilmek için ise Alman sanayicilerinin üretim sistemlerini ve süreçlerini Endüstri 4.0'a uyumlu hale dönüştürmek için önümüzdeki 10 yıllık dönemde 250 milyar Euro yatırım yapması bekleniyor. Buna ek olarak, şirketlerin ileri teknolojilere, tüketicilerin ise özelleştirilmiş ürünlere olan talebinin artmasıyla, bu artışın 300 milyar Euro'luk ek gelir sağlaması ve büyümedeki bu artışın da aynı dönemde istihdamda % 6'lık bir artışa sebep olması bekleniyor.⁷⁸

Endüstri 4.0 Almanya'da doğmuş ve filizlenmiş bir kavram olmasına karşılık bugün artık bu vizyonun öncüsü konumunda olmadığını McKinsey'nin ABD, Almanya ve Japonya üzerinde yapmış olduğu bir çalışmanın sonuçları ortaya koymuştur. "Alman üreticilerinin Endüstri 4.0'a yatırımlarında şampiyonluğa oynamadığını ortaya çıkarmıştır. Almanya, Ar-Ge harcamalarının % 15'ni Endüstri 4.0 için tahsis ederken, Amerika'da ise bu oran % 29 'dur. Ayrıca Amerika'nın Endüstri 4.0 ile ilişkili gelirlerinin toplama oranı %30 iken bu oran Almanya'da %19, Japonya'da ise %11 olarak görülmektedir."⁷⁹

⁷⁸ TUSİAD Yayını (2016), "Türkiye'nin Küresel Rekabetçiliği İçin Bir Gereklilik Olarak Sanayi 4.0", Yayın No: TÜSİAD-T/2016-03/576, s: 35.

⁷⁹ Fatih Yılmaz (2016), "Dünyada Endüstri 4.0", Endüstri 4.0. Web Sitesi, Erişim: <<http://www.endustri40.com/dunyada-endustri-4-0/>>, Haziran 2017



Grafik 5: ABD, Almanya ve Japonya'nın Endüstri 4.0 oransal harcamaları ve elde ettikleri gelir⁸⁰

Endüstri 4.0'ın getirdiği yeniliklere bağlı olarak artık üretim süreçlerinde eski teknolojiye ait geleneksel yöntemlerin kullanılmaya devam edilemeyeceği görülmektedir. 2020'ye kadar yeni reformları bünyelerine katacak olan şirketlerin %80'i iş modellerinin de bu reformlar ile beraber yenileneceğini öngörmektedir. Bu değişikliklere paralel olarak yeni iş modelleri yeni fırsatları da beraberinde getirebilecektir.

Endüstri 4.0 ile bugünün fabrikaları uygulanmasıyla, şu anki fabrikaların büyük bir değişim geçireceği gerçekliğinin yanı sıra, bu devrimin getirdikleriyle geleceğin fabrika modellerini de ortaya koyacaktır.

Dünyada Endüstri 4.0'a dair var olan bu büyük ve iddialı beklentilere rağmen üretimler hala tam olarak dijitalleşmemiştir. Bugün gelinen nokta göz önünde bulundurulduğunda özellikle de makine ve endüstri mühendisliğinin dijitalizasyona dair kat etmesi gereken yol uzun görünmektedir. Gelecekteki fabrikalarının otomasyon ve internet ağları ile birbirine bağlı yazılımlar tarafından işletilmesi öngörülürken, dünyanın ilk akıllı

⁸⁰ "How to Navigate Digitization of The Manufacturing Sector" (2015), Mc Kinsey Industry 4.0 Global Expert Survey 2015.

fabrikasının yakın bir gelecekte kurulacağını söyleyen Alman Yapay Zekâ Araştırma Merkezi'nden (DFKI) Prof. Detlef Zühlke Almanya'da halihazırda bir akıllı fabrika modeli üzerinde çalışmaktadır. Bu kapsamda artırılmış gerçeklik, akıllı kalite kontrol sistemleri, lazer ile çalışan üretim bantları, yürütmeye olan projelerden bazılarıdır. Şuanda bu sistemlerin doğru ve güvenli şekilde çalışması için siber güvenlik araştırmalarının yanı sıra üretim sürecinde harcanan enerji miktarını minimum düzeye indirebilmek adına enerji depolama çalışmaları da süregelmektedir. Bu süreçlerin toplu şekilde yönetilebilmesi ise elbet bulut ve büyük veri sistemleri sayesinde olabileceğinden bu alandaki yatırım ve çalışmalar da devam etmektedir.

Bugün sanayiye baktığımızda dünyada Endüstri 4.0 konusunda bazı ülkelerin daha ileride, bazılarının ise henüz başlangıç aşamasında olduğu görünmektedir; ancak genel tablo içerisinde Endüstri 4.0'ı tam olarak özümsemiş ve uygulamaya koymuş bir ülke yoktur. Bunun sebebi ise yeni teknolojilerin bütünü ile uygulanabilmesi için altyapıların tam olarak hazır ve yeterli olması gerektiğidir. Bugün çoğu ekonomi altyapısını oluşturmakta ve kendisini yeni sanayi dönemine hazırlamaktadır. Bu hazırlıkları ilk olarak tamamlayan ülke ve ekonomiler diğerlerinden birkaç adım ileride olacaktır. Dolayısıyla küresel ticaret boyutunda rekabet avantajını ellerinde bulunduracak ve ekonomilerini büyütme bağlamında diğerlerinden daha güçlü konumda bulunacaklardır.

2.2. Endüstri 4.0'da Türkiye'nin Konumu

Türkiye bugün son endüstri devrimi konusunda fazla mesafe kat eden ülkelere bir konumunda değildir. Eğer Endüstri 4.0'ı uygulamaya geçirmek için gerekli teknolojik altyapıların oluşturulup hazırlanması ve yeni dönem için yeterli donanıma sahip uzmanların yetiştirilmesi için geç kalınırsa bu durum Türkiye'nin üstlenmekte oldukça zorlanacağı bir sorumluluk olacaktır. Bugünkü aşamada, küresel boyutta rekabet avantajını elinde tutabilmek ve gücünü koruyabilmek isteyen her ekonomik güç gibi Türkiye'nin de en önemli misyonu Endüstri 4.0'ın getirdiği gereklilikleri yapmaktır. Bunun için de Türkiye'nin öncelikli olarak kendi adına bir durum tespiti yapması ve bu doğrultuda stratejik bir yol çizmesi gerekmektedir.

Sanayi alanında söz sahibi, sanayi devi ülkeler başta Almanya olmak üzere 2013 yılından itibaren bu yeni kavram çerçevesinde çalışmalara başlamışlardır. Türkiye'de ise bu

kavrama dair ilgi anca 2015 yılından itibaren başlamıştır. Bunu en açık şekilde Endüstri 4.0 konusunda Türkiye’den yapılmış olan Google aramalarından gözlemleyebilmekteyiz.



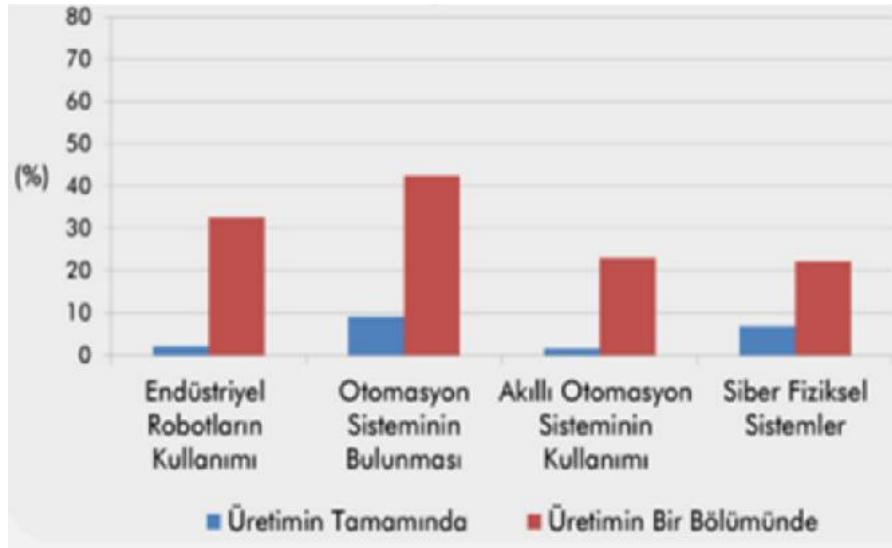
Şekil 5: Endüstri 4.0’ın İnternette Aranma Trendi

Endüstri 4.0 reformunun uygulanması ve tamamlanabilmesi için en önemli ön koşullardan bir tanesi, kurumların dijital reformlarını tamamlamış olmasıdır. Dijitalleşme sürecini hem altyapılarına hem de şirket kültürlerine uyarlamamış ve bu süreci tamamlayamamış organizasyonlar Endüstri 4.0’ı yakalayamayacak ve rekabet edemeyerek belki de yok olmaya mahkum kalacaktır. TÜSİAD, Samsung Türkiye, Deloitte Türkiye ve GFK Türkiye’nin işbirliğiyle düzenlenen, 2016 tarihli “Türkiye’deki Dijital Değişime CEO Bakışı” adlı raporda, Türkiye’de faaliyet göstermekte olan 58 işletmenin üst düzey yöneticileriyle yapılmış olan mülakatlar sonucunda ortaya konmuştur. Bankacılık, Holding, Perakende, Hızlı Tüketim ve Telekomünikasyon gibi mühim ve büyük sektörlerde faaliyet gösteren işletmelerle bir çalışma yapılmış ve onların üst düzey yöneticilere göre, kurumlarının dijital stratejilerinin personel tarafından anlaşılma oranı % 66 civarındadır. Bu dijital değişimi sağlayan C seviye yönetici oranının da % 38 civarında olduğu belirtilmiştir. Şirket yöneticilerine, şirketlerinin dijital yetkinlik seviyesi sorulduğunda ise; %7’si giriş, %59’u gelişmekte olan ve %34’ü gelişmiş bir dijital yapıya sahip olduklarını belirtmiştir. Araştırmanın kritik sorularından biri, şirketlerin yatırımlarının ne kadarını dijital gelişime ayırdıklarıdır. Ortalama olarak bu oran %27’dir ve ümit vaat etmektedir.⁸²

⁸¹ “Türkiye’de Endüstri 4.0”, Endüstri 4.0 Web Sitesi, Erişim: <<http://www.endustri40.com/turkiyede-endustri-4-0/>> , Haziran 2017.

⁸² “Türkiye’de Endüstri 4.0”, Endüstri 4.0 Web Sitesi, Erişim: <<http://www.endustri40.com/turkiyede-endustri-4-0/>> , Haziran 2017.

Sanayi reformunun tamamlanması için özel sektörün teknolojiye yapacağı yatırımlar, devletin bu alanda başarılı bir vizyonu olmadığı sürece anlamsız kalacaktır. 2016 yılının Şubat ayında yapılan Bilim Teknoloji Yüksek Kurulu toplantısında bu konuya dair bazı kararlar alınmıştır. Siber fiziksel sistemler, yapay zeka, sensör, robot teknolojileri, Nesnelerin İnterneti, Büyük Veri, siber güvenlik ve bulut bilişim gibi konulardaki yetkinliklerin artırılmasını hedefleyen Ar-Ge çalışmalarının desteklenmesi ve lider teknolojilerin yerli şirketler tarafından üretilebilmesine imkan tanıyacak gerekli teşvik programlarının geliştirilmesi yönünde alınan karar; Türkiye'nin Endüstri 4.0 vizyonuna dair farkındalığının yüksek düzeyde olduğunu ortaya koymaktadır. TÜBİTAK tarafından yapılan ve Türkiye'nin sanayi devrimleri bağlamındaki konusunu tespit etmeyi amaçlayan çalışmaya göre Türkiye bugün dijitalleşme açısından Endüstri 2.0 ile Endüstri 3.0 arasında bir konumda bulunmaktadır.⁸³



Grafik 6: Endüstri 4.0 Teknolojilerinin Üretim Sistemlerine Entegre Edilme Oranları⁸⁴

Türkiye, coğrafi konumunun sağladığı kolaylıklar ve düşük maliyet ile üretim yapılması sayesinde küresel ticarete güçlü bir rakip pozisyonunu almıştır. Türkiye'nin bu rekabet gücünü elinde bulundurmaya devam edebilmesi için büyük bir kısmı ithalata dayanan üretimini geliştirmek zorundadır. Ayrıca yüksek teknolojlü ürün üretiminde Türkiye, az

⁸³ “Yeni Sanayi Devrimi, Akıllı Üretim Sistemleri, Teknoloji yol Haritası” (2016), TÜBİTAK Bilim, Teknoloji ve Yenilik Politikaları Daire Başkanlığı, s: 4-6.

⁸⁴ “Yeni Sanayi Devrimi, Akıllı Üretim Sistemleri, Teknoloji yol Haritası” (2016), TÜBİTAK Bilim, Teknoloji ve Yenilik Politikaları Daire Başkanlığı, s: 4-6.

gelişmiş bir profil çizmektedir. Toplam ihracatındaki yüksek teknolojlili ürün ihracatının oranı yalnızca %4'ünün olması Türkiye'nin eksikliğini ortaya koymaktadır. Dolayısıyla üretimdeki ithalat oranının aşağı çekilerek daha bağımsız ve donanımlı hale getirilmesi gerekmektedir.

2.2.1. Endüstri 4.0'ın Türkiye İçin Önemi

“Üretim ücretleri, rantabilite, enerji giderleri ve döviz kurlarını dahil ederek hesaplanan BCG Global Üretim Maliyeti Endeksi'nde, Türkiye'nin birim maliyet oranı ortalaması 98 iken, ABD 100, Almanya ise 121 ortalama birim maliyetle üretim gerçekleştirmektedir. Yani, Türkiye'deki ortalama doğrudan üretim maliyetleri Almanya'nın % 23, ABD'nin ise % 2 altındadır. Bu analiz, Türkiye'nin küresel değer zincirinden pay almak ve ihracatını arttırmak için sahip olduğu rekabet avantajının altını çizmektedir.”⁸⁵

Endüstri 4.0'ın hayata geçmesi ve otomasyon sistemleri ile üretim çağı sayesinde artan verimlilik ve kalite işletmeleri başka bir boyuta taşıyacaktır. Otomasyon üretimleri yani insanların, işçilerin bulunmadığı bir imalat alanında hata oranları ve işçi olmadığı için maliyetleri fark edilir şekilde düşecektir. Bu sayede yüksek maliyetler sebebi ile üretimin Batı'dan Doğu'ya kaymış olması yüksek ihtimalle tersine dönecektir yani ülkeler artık daha ucuz maliyet ile üretim yapabilecekleri için üretim merkezlerini de uzakta değil kendi ellerinde tutabileceklerdir. Ucuz iş gücü sayesinde rekabet gücünü elinde tutan Türkiye için bu durum risk arz etmektedir. Kendisi de Endüstri 4.0'ı yakalayamadığı takdirde pahalı kalacak ve bir üretim merkezi olarak tercih edilmemeye başlayacaktır. Bu bağlamda Türkiye dijitalleşme sürecine gereken önemi vermeli ve Endüstri 4.0 için uygun stratejilerle somut adımlar atmaya başlamalıdır. Bu aşamada da en büyük rol devletindir.

Özetle, Türkiye'nin uluslararası pazarlardaki rekabetçiliğinde gerçekleşecek herhangi bir zayıflama, küresel pazar payının düşmesine sebep olarak işsizliğe ve işgücü kalitesinde düşüşe yol açacaktır. Öte yandan, Endüstri 4.0 yatırımları devam eder ve uluslararası

⁸⁵ TUSİAD Yayını (2016), “Türkiye'nin Küresel Rekabetçiliği İçin Bir Gereklilik Olarak Sanayi 4.0”, Yayın No: TUSİAD-T/2016-03/576, s: 33.

boyutta rekabet etmesine olanak tanıyacak değişiklikler yapılabilirse hem istihdamı hem de kaliteli iş gücünü sağlayabilecektir.

Sanayi 4.0 Türkiye için düşük katma değerli üretim kısır döngüsünü kırmak adına önemli bir fırsat

Sanayi 4.0 ile tetiklenen devrimde önemli rol almayıp değer kaybı olan bir kısır döngü riski

Doğru adımlarla katma değer yaratan bir pozitif döngüden faydalanma imkanı



Şekil 6: Sanayi 4.0 Türkiye Açısından Rolü⁸⁶

2.2.2. Türkiye'nin 2023 Hedeflerine Yönelik Stratejileri

AB'nin 2020 İleri Teknoloji Stratejisi'ne benzer şekilde Türkiye de "Vizyon 2023" isimli Cumhuriyet'in 100. Yılında ulaşılmak istenen amaçları ortaya koyan bir yol haritası oluşturmuştur. Bu strateji belgesinde yer alan en önemli hedeflerden bir tanesi bilim ve teknoloji alanlarında inovatif bir sistem geliştirilmesidir. Bu hedef ayrıca Türkiye'nin AB'ne kabul edilmesi için de önem taşımaktadır.

Teknoloji Öngörü Projesi, Ulusal Teknoloji Envanteri Projesi, Araştırmacı Bilgi Sistemi (ARBİS), TÜBİTAK Ulusal Araştırma Altyapısı Bilgi Sistemi şeklinde 4 ayrı alt projeden oluşan Vizyon 2023 Stratejisi'nin kapsamında incelemeye alınan konu başlıkları şu şekildedir:

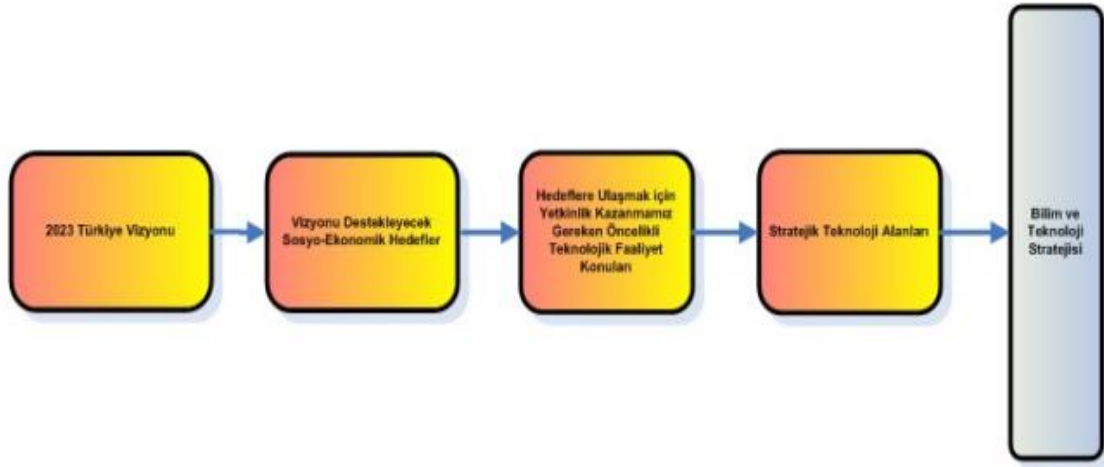
- Türkiye'nin bilim ve teknoloji alanındaki durum tespitinin yapılması
- Bilim ve teknoloji alanında dünyadaki uzun dönemli gelişmelerin belirlenmesi

⁸⁶ TUSİAD Yayını (2016), "Türkiye'nin Küresel Rekabetçiliği İçin Bir Gereklik Olarak Sanayi 4.0", Yayın No: TUSİAD-T/2016-03/576, s: 37.

- Türkiye'nin 2023 hedefleri için gerekli olan bilim ve teknoloji ihtiyaçlarının belirlenmesi
- Hedeflere ulaşılabilmesi için gerekli stratejik bir yol haritasının oluşturulması
- İlgili teknolojilerin hayata geçirilmesi için gerekli çalışmalara dair aksiyon alınması.

Vizyon 2023 Stratejileri ekonomik, sosyal ve siyasal alanlar ile ilgili toplam oluşan 23 maddelik bir paketten oluşmaktadır. Paketin ana teması ise Türkiye'nin 2023 yılında dünyanın ilk on ekonomisinden birisi olmasıdır.⁸⁷ Bu esas amaç kapsamında ise gerçekleştirilmesi planlanan diğer alt hedefler şu şekilde sıralanabilir:

- Kişi başına düşen 25 bin dolarlık milli gelir
- 500 milyar dolarlık ihracat
- Dış ticaret hacminin 1 trilyon USD'a çıkartılması
- İşsizliğin %5 seviyesine indirilmesi
- Yüksek teknolojiye sahip olarak kendi uçağını ve uydusunu üretebilmek
- Türkiye'nin dünya çapında bir lojistik merkezi haline getirilmesi
- DAP ve GAP projelerinin tamamlanarak dünyanın tahıl ambarı haline gelmek
- Milli gelirini 2 trilyon dolar düzeyine yükseltmek



Şekil 7: Vizyon 2023 Teknoloji Öngörüsü⁸⁸

⁸⁷ Ali Soylu (2011), "AB 2020 ve Vizyon 2023 Stratejilerinde İnovasyon Hedeflerinin Karşılaştırılması", Süleyman Demirel Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, Sayı: 14, s: 114.

⁸⁸ "Ulusal Bilim ve Teknoloji Politikaları 2003-2023 Strateji Belgesi" (2004), Türkiye Bilimsel ve Teknik Araştırma Kurumu, s: 5.

2023 yılı vizyonun sektörel boyuttaki unsurları strateji belgesinde açıklanmıştır.

Eğitim sektöründe; yaratıcılık ve hayal gücünü teşvik etmeye yönelik; farklılıkların korunarak her bir bireyin kişisel yetenekleri doğrultusunda kendisini en iyi ve en yüksek seviyede geliştirebildiği, değişime karşı esnek olabilen insan odaklı bir sistem yaratılması gerekmektedir.

Sağlık sektöründe; her bir vatandaşa her yerde, her zaman ve her koşulda ileri teknoloji ile geliştirilmiş, yeniliklere açık ve ekonomik sağlık hizmetleri sunmak, biyoteknoloji alanında ilerleyerek son teknoloji tedavi türevlerini ve bu tedaviler için gerekli olan teçhizatları üretebilmek gerekmektedir.

Gıda ve tarımcılık sektöründe; halkın yeterli ve sağlıklı şekilde beslenebilmesi için gerekli miktarda ve kalitede sürdürülebilir gıda ve tarım verimliliğinin sağlanması gerekmektedir.

İnşaat sektöründe; artan nüfus ve gelişen sanayinin sonucunda doğan ihtiyaçlara göre modern standartlarda altyapı ve konut inşasının yapılabilmesi için gerekli teknolojiye sahip olmak ve bu bağlamda küresel boyutta rekabet edebilir seviyede olmak gerekmektedir.

Ulaşım sektöründe, halkın can güvenliğinin tam olarak sağlandığı, son teknoloji ile donatılmış, çevreci ve yasal koşullarda ulaşımın sağlanması gerekmektedir.

Enerji sektöründe; çevreci teknolojilere sahip, güvenli, ekonomik ve yüksek verimlilikte enerji üretimi yapabilmek için gerekli teknolojilere sahip olunmalı ve uluslararası pazarda etkin bir role sahip olunmalıdır.

Bilgi ve iletişim sektöründe; en az üç bilgi ve iletişim teknolojisi alanında bütün dünyada ilk tercih edilen ülke konumuna gelinmelidir.

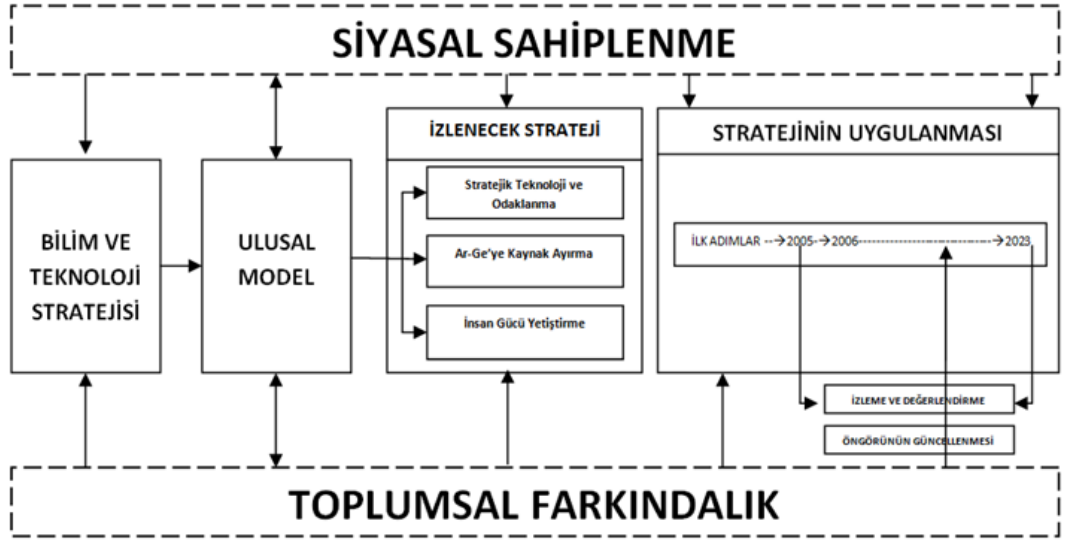
Kimya alanında, hammadde, enerji ve işgücü verimi yüksek, yenilikçi süreç ve ürün teknolojileri yaratarak, bilimsel gelişmeleri teknolojiye, üretime ve yüksek katma değerli ürünlere dönüştürmek; ihracatı ve doğrudan sermaye yatırımlarıyla, küreselleşen dünya kimya sanayisinin önde gelenleri içinde olmak;

Tekstil sektöründe; yüksek katma değerli, inovatif, ileri teknoloji üretim yapılarak küresel pazardaki payını arttırmak gerekmektedir.

Turizm sektöründe, hizmet çeşitliliğini ve kalitesini artırarak, eğitilmiş nitelikli işgücü, yüksek düzeyde teknik altyapı, tesis ve servisleriyle, rakip destinasyonlarla yarışabilen bir sektör olmak; Akdeniz'in dördüncü büyüklükteki destinasyonu olarak, kitle turizminin yanı sıra yüksek gelirli bireysel turizmin de önemli cazibe merkezlerinden birisi olmak; Doğal kaynaklar alanında, serbest, şeffaf ve istikrarlı piyasa koşulları içinde milli kaynaklarına öncelik vermek, bu kaynakların aranmasında, güvenli ve ekonomik olarak üretiminde ileri teknolojileri geliştirmek ve kullanmak;

Çevre konusunda, sürdürülebilirliği doğayı koruyarak ve yerel kaynak ve bilgilerle pekiştirerek sağlayan; üretimini temiz üretim teknolojileriyle yapan; her türlü evsel ve sanayi atıklarını çevre koruma ilkeleri kapsamında yönetebilen; biyolojik çeşitliliğini koruyan ve toplumsal yarara dönüştürebilen; tarihi ve kültürel mirasını koruyarak gelecek nesillere aktarabilen bir ülke konumuna gelmek.⁸⁹ 2023 Stratejilerinin Endüstri 4.0 bağlamındaki etkisi oluşturulan bilim ve stratejilerinin yürürlüğe konulup gerçekleştirilmesi ile olacaktır. TÜBİTAK bu stratejileri aşağıdaki tablo ile ortaya koymuştur.

⁸⁹ "Ulusal Bilim ve Teknoloji Politikaları 2003-2023 Strateji Belgesi" (2004), Türkiye Bilimsel ve Teknik Araştırma Kurumu, s: 9-10.



Şekil 8: Ulusal Bilim ve Teknoloji Politikaları: 2023 Strateji Belgesi⁹⁰

2.2.3. Vizyon 2023 ve AB 2020 Karşılaştırılması

AB ve Türkiye’de inovasyon konusunun önemi ve gerekliliğine dair oluşan farkındalık gözlemlenebilmektedir. Bu kapsamda oluşturulan stratejiler de bu farkındalığın birer işareti olarak değerlendirilebilir. Yakınlık ve ortak paydaları algılayabilmek için AB ve Türkiye’nin bakış açıları ile oluşturulan ve ülkeleri yeni endüstri dönemine hazırlamak konusunda katkısı büyük olan stratejilerin kıyaslaması şu şekilde yapılabilir:

- Her iki bakış açısının da farkındalığı oluşmuş ve bu konuda adımlar atmışlardır.
- İnovasyon kavramı geniş bir platformda çok yönlü olarak ele alınmaktadır.
- Belirlenen hedefler açık bir şekilde ortaya konularak bu doğrultuda düzenlemeler yapılması planlanmıştır.
- AB, İnovasyon Birliği projesi ile hedeflerini destekleyecek bir takım oluştururken Türkiye de hem özel sektör hem de kamu ve sivil toplum kuruluşları ile iş birlikleri yapılmasını planlamıştır.
- Bilim ve teknolojiye yenilikçi adımlar atılabilmesi için devlet desteğinin gerekli olduğu belirtilerek bu kaynakların etkin kullanımı planlanmıştır.
- Sadece global düzeyde faaliyet gösteren büyük şirketlerin değil, küçük işletmelerin de inovatif olması için desteklenmeleri amaçlanmıştır.

⁹⁰ Ergün AKGÜN; Erdi O. YILMAZ; Sadi SEFEROĞLU (2011), “Vizyon 2023 Strateji Belgesi ve Fırsatları Artırma ve Teknolojiyi İyileştirme Hareketi”, Akademik Bilişim Dergisi, Sayı: Şubat 2011, s: 4.

- Her iki tarafta da AR-Ge desteklenmiş bu kapsamda Türkiye'nin stratejisinde TÜBİTAK, KOSGEB gibi kuruluşlar aracılığı ile teşviklerde bulunulması planlanmıştır.

2.3. Durum Değerlendirmesi

Sadece ekonomi ve üretimi değil, sosyal hayatı, alışkanlıkları hatta toplumun ihtiyaçlarını dahi değiştiren sanayi devrimleri hayvan ve insan gücüne dayanan üretim dönemlerinden 1. Sanayi Devrimi ile bugün otomasyon, insansız araçlar ve nesnelerin interneti gibi kavramlar ile Sanayi Devrimi yani Endüstri 4.0 aşamasına gelmiştir. 4. Sanayi Devrimi, ileri teknoloji temelinde ürün ve hizmet üretim ve sunumu için sürekli, sürdürülebilir ve verimli insan-makine-veri ilişkisini sağlamayı ve bu bağlantıların sonucunda ortaya çıkacak çok büyük miktarlardaki veriyi işleyerek aksiyona dair bilgiyi otomatik olarak üretebilmeyi amaçlamaktadır. Bugünün inovatif teknolojileri bu hedefe yönelik makine, ürün ve hizmetleri sunmaya başlamıştır. Almanya'da başlayan bu yeni süreç bütün dünyada hızla yayılmaya başlamış ve küresel ekonomi ve ticarete söz sahibi olmak isteyen devletler tarafından uygulama çalışmaları yapılmaya başlanmıştır. ABD ve Japonya üzerinde yapılan çalışmalara göre Endüstri 4.0 konusunda başı çeken ülke Almanya değildir. Amerika bugün Almanya'dan daha ileri bir noktaya gelmiştir. Bu durum göstermektedir ki kavramın nerede filizlendiğinden çok ona nerede daha çok yatırım yapılıyor olduğu önem kazanmıştır.

Endüstri 4.0 konusunda bugün gelinen nokta için ise çok net bir değerlendirme yapmak mümkün görünmemektedir. Çünkü devrim henüz tamamlanamamıştır. Bugün hala hazırlık ve alt yapı çalışmalarının süregeldiği bir dönem içerisinde olduğumuz söylenebilir. Dünyadaki her ülke farklı aşamalarda bulunmakta olsa da bütünsel olarak otomasyona geçmiş ve yeni çağa tamamen dönmüş bir ülke henüz yoktur. Ancak 2020 yılına kadar teknolojik gelişmelerin daha da ivme kazanması ve 2020'de çok farklı bir tablo içerisinde yer alınıyor olunması beklenmektedir. Bu farklı tablo hem üretim sistemleri, fabrikalar, ürün ve hizmetler de hem de devletlerin ekonomik ve sosyal refah seviyelerinde gözlemlenebilecektir.

Türkiye'de ise duruma dair farkındalık oluşmuştur diyebiliriz; ancak teknoloji konusunda globale göre oldukça geri kalmış bir noktada bulunmaktayız. Türkiye'de Endüstri 4.0'a dair ileri teknoloji henüz en belirgin ve etkin şekilde otomotiv sektöründe

kullanılmaktadır, diğer sektörlerde de ileri teknoloji ve otomasyona geçilmesi ile verimlilik ve kazançların artırılması hedeflenmektedir. Aksi takdirde Türkiye, lojistik konumundan ötürü elde etmiş olduğu güçlü rekabet avantajını, Endüstri 4.0 ile ucuzlayacak iş gücü sebebi ile kaybedebilir.

Önümüzdeki dönemde yaşanması beklenen ve temelleri atılmış olan değişikliklerin mesleki hayatlar üzerinde de bir takım etkileri olacaktır. Bugünün bazı iş alanları 2020'ye gelindiğinde ortadan kalmış olacakken şu anda olmayan yeni iş alanları da ortaya çıkacaktır.

- Robot Koordinatörlüğü: Yakın gelecekte işletmelerin her departmanında faal olması hedeflenen robotların artacak kullanımları, bu robotları kullanacak koordinatörlere olan ihtiyacı da arttıracaktır. Bu koordinatörler akıllı robotların kullanımları, bakımları, servis ihtiyaçları gibi gereksinimleri karşılamak üzere görev yapıyor olacaklardır.
- IT/IOT Çözüm Mimarlığı: Gün geçtikçe daha karışık bir hal alan IT sistemleri, tüm sistemlerin tasarımlarının sorumluluğunu üstlenen IT çözüm mimarlarına olan ihtiyacı arttıracaktır.
- Şebeke Yönetim Mühendisliği: Akıllı şebeke sistemlerinin etkisini evlerimizde de görebilmekteyiz. Bütün elektrikli ev aletlerinin birbirleriyle iletişime geçmesi güç kullanımına da fayda sağlayarak enerji kullanımında tasarruf edilmesini sağlayacaktır. Bu tasarrufun gerçekleşebilmesi için yetkin şebeke yöneticilerine ihtiyaç olacaktır.
- Giyilebilir Teknoloji Tasarımcıları: Giyilebilir teknoloji üzerine yatırımlar yapılmaya başlamıştır dolayısıyla günlük hayatlarımızın bir parçası olması çok da uzak bir zaman değildir. Kalp ritmi, harcanan enerji gibi verileri telefonlarımızdan takip etmemize olanak tanıyan bileklikler bu teknolojiye bir örnektir. Bu gibi ürünlerin çeşitliliğinin artacağı aşikardır; ancak teknolojik özelliklerinin yanında tasarımı da iyi olmadığı takdirde bu aksesuar ve kıyafetleri pazarlamak oldukça zor olacaktır. Bu sebeple giyilebilir teknolojiyi daha cazip kılacak tasarımları yapacak tasarımcılara ihtiyaç doğacaktır. Bu da yeni bir meslek olarak karşımıza çıkacak bir alan olarak değerlendirilmelidir. Bugünün global ekonomisinin karışık

ve zorlu yapısı kıt kaynakların etkin, verimli ve dengeli şekilde kullanılmasını zorunlu kılmaktadır. Ekonomik bağlamdaki zorlukların üzerinden gelebilmek için sürdürülebilir başarıyı yakalamış bir ekonomi ve gelişme oluşturmak da olmazsa olmaz bir koşul haline gelmiştir. Bu giderek gelişen ilişki ağlarının başarısında, özel sektör ve kamunun sürekli işbirliği içinde olması verimli politika ve uygulamalar için adeta önkoşul halinde. Türkiye'nin de endüstri, teknoloji ve kalkınma stratejilerinde verimlilik ve ihtiyaç temelli politikalara odaklanarak hareket etmesi gerektiği görülmektedir. Öncelikle ülke ekonomisinin orta gelir seviyesinden çıkarılması, etkinlik esaslı ekonomilerden bilgi toplumu ve ekonomisine geçiş yapabilmesi de doğru tanımlanmış ihtiyaçlara dair etkili stratejiler oluşturabilmesine bağlıdır. Bu kapsamda da ihtiyaçların açık şekilde tanımlanması; kamu, özel sektör ve sivil toplum kuruluşlarının iş birliği içerisinde çalışmaları gerekmektedir. Türkiye'nin yeni gelişen bu sanayi devrimini kaçırmaması çok kritik bir öneme sahip; daha önceki endüstriyel atılımlarda geride kalmanın dezavantajlarını hâlâ yaşayan Türkiye'nin bu treni kaçırma lüksü yok. Ancak bu, politika ve stratejileri etkileme yetisi olan tarafların aynı görüşte olduğu bir konu değil. Türkiye'nin adım adım ilerlemesi gerektiğini düşünenler, ilk öncelik olarak var olan endüstriyel avantajlarını daha iyi kullanmaya başlaması gerektiğini biliyorlar. Bunun yanında Türkiye'nin Ar-Ge çalışmalarını pozitif etkileyecek ve ayrıca endüstriyi işbirliğine teşvik edecek etkili işler yapmaya çalışmak gerektiğini savunanlar da vardır. Hemfikir olunan nokta ise dünyanın büyük bir hızla bilişim teknolojilerini farklı alanlara adapte ederek yeni bir endüstriyel döneme girdiği ve Türkiye'nin de bu yönde adımlar atması gerektiğidir. Türkiye'de Endüstri 4.0 benzeri bir ulusal programa adım atmak için belki de henüz erken. Yine de endüstride yeni bir yaklaşıma gereksinim hissedildiğinde, şundan başlayarak elde edilen tecrübeler oldukça mühim olacaktır.

BÖLÜM 3: TÜRKİYE’DE ENDÜSTRİ 4.0 YÖNETİMİ UYGULAMALARI

3.1. Türkiye’de Endüstri 4.0 Yönetimi Kavramı

Türkiye insanın da dönüşmesi gereken yeni bir teknolojik devrimin başlangıç noktasında bulunmaktadır. Bu dijital devrim, tüm sektörleri etkileyen, yeni iş modellerini ortaya çıkaran ve hızla gelişen bir yapıya sahiptir. Çağımızın yeni makinelerinin ve bu dönüşümü yaşayan insanların iletişim kurma şekilleri değişmektedir. Geleceğin dünyası inşa edilmekte ve tüm bunlar katlanarak artan bir hızla gelişmektedir. Makinelerin insanlarla iletişimini öne çıkaran bu dönemin dünyasının dijital olacağı öngörülmektedir. Bu dönem, Büyük Veri, Nesnelerin İnterneti, Bulut Bilişim, Arttırılmış Gerçeklik, Akıllı Robotlar, Siber Güvenlik gibi belli başlı bileşenleri içermektedir.

İnternet üzerinden iletişim halinde olan bütün nesnelerin veriyi toplayıp ve daha sonra işleyerek, üretim süreçlerinin tamamını değiştiren ve geliştiren bu dönem, fabrika ve işletmelerin dijitalleşmesi olarak tanımlanmaktadır.

3.2. Amaç

Bu araştırmanın amacı, Türkiye’deki bu yeni endüstriyel dönemin temsilcilerinden olan şirketlerin yöneticilerinin, uygulama ve yönetim şekillerini nitelik ve nicelik bakımından analiz etmektir. Söz konusu çalışma, Türkiye’de Endüstri 4.0 vizyonunun tanınması, anlaşılması ve uygulanmasına yönelik alanının özgün çalışmalarından biri olarak önem taşımaktadır. Söz konusu çalışmada farklı sektörlerin başarılı yöneticileri ile mülakatlar gerçekleştirilmiş ve sonuçları değerlendirilmiştir. Ayrıca araştırmada Türkiye’nin Dijitalizasyon ve Endüstri 4.0 rehberi olma vizyonunun ve bilgilendirme çalışmalarının taşıdığı öneme ışık tutulmaya çalışılmıştır. Çalışmada Endüstri 4.0 konusunun seçilmesi, kısa ve uzun vadede ülkemiz açısından Endüstri 4.0’ın hayata geçirilmesine yol göstermek ve konusu itibari ile nadir bulunan bir kaynak yaratmaktadır.

3.3. Yöntem ve Metot

Araştırmada birincil veri toplama yöntemi olarak derinlemesine mülakat yöntemi benimsenmiştir. Toplamda 7 sorudan oluşan mülakatlar sağlıklı veri alınabilmesi için öncelikle yüz yüze görüşme sağlanarak gerçekleştirilmiştir. Mülakatlarda sektörlerin en

yetkili kişileri ile görüşülerek gerçekleştirilmesine özen gösterilmiştir. Görüşme için seçilen şirketlerin ürün, çalışma şekli, büyüklüğü, sektördeki faaliyetleri kapsamı bakımından birbirinden ayrışması ve farklı örnekler oluşturması sektör içerisindeki farklı algı ve uygulamaların görülmesi amacı ile tercih edilmiştir.

3.4. Araştırma Bulguları

Türkiye’de Endüstri 4.0 yönetimi konulu bu çalışmanın asıl bulgularını sektör yetkilileri ile yapılan mülakatlar oluşturmaktadır. Ayrıca söz konusu işletmelerin uygulamalarını yansıtan bilgi, belge ve sistem analizleri de bu çalışmaya katkı sağlamıştır. Bulguları oluşturan mülakatlar ve karşılaştırmalı yorum tablosu şu şekildedir;

1- Dijitalleşme için Endüstri 4.0’ın ilk adımıdır diyebilir miyiz?

AGT : Bence bunu söylemek zor. Çünkü dijitalleşme üzerinde tam bir anlam birliği sağlanmasa da çok genel bir kavram. Ama şunu biliyoruz : dijitalleşebilecek her şey dijitalleşecek (Angela Merkel, Haziran 2015). Dijitalleşme içinde bulunduğumuz bilgi çağının hem nedeni hem de sonucu bence. Çünkü bilgiyi edinmek ve saklamak insan için her zaman önemliydi. Elektrik sinyallerinin iletimi ve elektromanyetik veri depolanması ile yeni bir çığır açıldı, çünkü artık neredeyse hiçbir konuda limit kalmadı. İletmek istediğimiz herhangi bir bilgiyi milisaniyeler içinde çok uzaklara aktarabilir hale geldik. Böylece bilgi çağı başladı. Bunun yine doğal bir sonucu olarak da globalleşme dediğimiz süreçte hızlandı. Globalleşme hızlandıkça daha çok bilgi üretilir, aktarılır ve depolanır hale geldi. Tıpkı bir kar topu gibi. Tabii bu kadar çok bilgiyi insan beyni işleyemeyeceğinden bu sefer bilgisayarlar hızla gelişmeye başladı. Bu bilgi işleme sürecini hızlandırmak için her geçen gün daha hızlı ve depolama kabiliyeti daha yüksek cihazlar gelişti. Ancak bir süre sonra bilgiyi sadece bilgisayar ve insanların değil, üzerinde basit bir elektronik çip ve sensörler olan cihazlarında aldığını, işlediğini ve başka bir sisteme gönderdiğini gördük. Böylece dijital olan bilgi, daha fazla fiziksel nesne tarafından kullanılmaya başlandı. Bu sistemlerin birbiri ile haberleşme seviyeleri artıkça ve bu internet üzerinden olduğunda da IOT kavramı ortaya çıktı. Örnek verecek olursa, artık kullandığımız otomobil, lastik hava basınçlarının kaç olması gerektiğini, mevcut durumda kaç olduğunu ve fark büyükse ne yapması gerektiğini bilir hale geldi. Bu arada bu kadar çok bilginin depolanması da bir sorun oluşturdu, yeni siber-fiziksel sistemler, yeni depolama alanları (bulut) vs. İşte tüm bu gelişmeleri ben dijitalleşme olarak

görüyorum. Endüstri 4.0'a gelince bu daha çok üretim ve hizmet sektörlerinin kendilerini dijitalleşmeye paralel olarak yeniden ve devrimsel olarak değiştirmesi. Yani aslında dijitalleşmeye ayak uydurması olarak görüyorum.

GARTNER : Bu yaklaşımı doğru bulmuyorum. Dijitalleşme; kurumların ürünlerini, hizmetlerini, süreçlerini ve operasyonunu teknolojiye daha fazla yararlanarak daha hızlı, ekonomik, kaliteli ve memnuniyet yaratacak şekilde sunması olarak tarif edilebilir. Endüstri 4.0 ise, dijitalleşmenin sağladığı ortam ve imkanların üzerine devrim niteliği taşıyacak bir kavramdır.

SIEMENS : Endüstri 4.0 = (eşittir) sanayileşmenin dijitalleşmesidir. En kısa anlatımıyla budur. 1. Sanayi Devrimi'nde su buharının devreye girmesiyle makineleşme çağı başladı. 2. Sanayi Devrimi'nde elektrik devreye girdi. Böylece insanlık tarihi ilk kez seri üretim kavramı ile tanıştı. 3. Sanayi Devrimi'nde ise elektronik sistem sanayi ile tanışınca otomasyon devreye girdi. Şimdi konuştuğumuz safha ise bütün bir şirketin dijitalleşmesidir. Yani sadece üretim hattının değil, üretim gerçekleştiği hatla, yönetim kurulu başkanının monitörüne kadar bütün bir şirketin dijitalleşmesinden bahsediyoruz. İşte bunun adı Sanayi 4.0'dır.

BOSCH : Dijitalleşmeden bahsediyorsak bunu her aşamada konuşuyor olmamız gerekir. Dönüşüm aslında C seviyesinden başlayarak tüm organizasyonda içselleştirilmesi gereken bir konu. Yani dijitalleşme kapsamında; dijital iş yerlerinden, dijital fabrikalardan ve dijital çalışanlardan bahsetmemiz gerekir. Bunu göz önüne aldığımız zaman her aşamada bir dönüşüm söz konusu. Endüstri 4.0'ı ise bugün var eden tüketicidir. Tüketicinin beklentisinde de bir dönüşüm söz konusu. Tüketicinin istediği zamanda, istediği şekilde elde edilmesi bir noktadan sonra üretimin problemi olmaya başladı. Böylece tüm tedarik zincirinin dönüşmesi ve her ne yapılsa yapılsın, yalın ve akıllı bir şekilde işin tamamlanıyor olması gerektiği için sanayide dijital dönüşüm başladı denilebilir.

INTEL : Endüstri 4.0 ve benzeri kavramlarda anlam karışıklığı yaşanabiliyor. Türkiye'de ve diğer ülkelerde çünkü aslında Endüstri 4.0 için üretim sektörünün uçtan uca dijital dönüşümüdür diyebiliriz. Burada uçtan uca kavramı çok önemlidir. Çünkü sadece üretilen ürün değil tüm üretim, yönetim, tedarik zinciri, lojistik ve müşteri deneyiminin entegre olması ve dijitalleşmesidir.

BİLGE ADAM : Evet. Endüstri 4.0'ın ilk adım dijitalleşmedir. Öncelikle şirketteki tüm veriler dijital ortamda olmalı. Henüz iyi işleyen bir ERP'si bile (Kurumsal Kaynak Planlama) olmayan firma Endüstri 4.0'a geçişi de başaramaz.

2- Endüstri 4.0 ile beraber hangi meslek gruplarına talebin artacağını düşünüyorsunuz?

AGT : Makinalar, geleneksel olarak insanlar tarafından işlerin çoğunu zaten uzun süredir elimizden alıyordu. Bunun başlıca sebebi işgücünün her zaman daha pahalı olması ve rutin ve fiziksel ağır olan işlerin insan yapısına zaten uygun olmaması idi. Bu süreçte insanlar mevcut işlerini kaybederken yeni mesleklerin doğması ile yeni iş fırsatlarını da ortaya çıkarıyordu. Ancak biz genelde bu yeni oluşabilecek meslekleri önceden tahmin edebiliyorduk. Örneğin, eğer bir montaj hattında kaynak işlerini insan yerine 7 eksenli programlanabilir robotlara yaptıracaksak, robot bakım teknisyeni veya robot programlama uzmanına ihtiyaç duyacağımızı biliyorduk. Ancak dijitalleşme ile işler biraz değişti. Bir kere teknolojik ilerleme hızı o kadar çok arttı ki, sıra da ne var kestirmek çok zorlaştı. Ama şunu biliyoruz ki yeni meslekler çok daha yüksek bilgi ve yetenek (high skill) gerektirecek. Hatta bu da yetmeyecek daha yaratıcı beyinlere ihtiyaç duyulacak. Yazılım konularında kendini geliştirmiş insanlara, donanıma göre daha çok ihtiyaç duyulacak. Yazılım konularında kendini geliştirmiş insanlara, donanıma göre daha çok ihtiyaç duyulacak. Biz bir süre sonra insanların yaptığı düşünme işinin de algoritmalar tarafından yapılacağını düşünüyoruz (örnek: predictive analytics). Özellikle VR ve AR konuları ön plana çıkacak. Tabii her zaman Veri = DATA konusu önemli. DATA işleme, analiz, güvenlik konularında yetişmiş personel çok önemli olacak. Geleceğin petrolü DATA olacak. Biz AGT olarak şu sıralar bir veri analiz uzmanı ve bir network mühendisi işe almayı planlıyoruz. Tüm bunlar için analitik düşünme ve yaratıcı zeka, sosyal zekaya göre ön plana çıkacak. Bazı meslek alanlarında maalesef eskiden aranan empati kurabilen sosyal zekası yüksek insanların yerini anti-sosyal ama analitik yönü çok kuvvetli insanların alması biraz üzücü olacak. Çünkü işimiz artık insanlarla değil, makinalarla olacak ve onlarla şu aşamada empati kurmaya gerek yok (motivasyon faktörü). Ancak bu durumda yapay zeka kavramı çok geliştiğinde değişebilir. Yazılım dışında, iş gücü kaynaklarının optimizasyonu yerine, makinaların optimizasyonu ve arızasız çalışması söz konusu olduğundan, Bilgisayar, Elektronik, Endüstri, Makina gibi mühendislik

disiplinlerinin yakın gelecekte yine önemli olacağını düşünebiliriz. Ancak bu mühendislik alanları kendi içlerinde uzmanlaşma gerektiren alt disiplinlere eskisine oranla çok daha fazla bölünecek. Uzmanlaşma daha da önemli olacak.

GARTNER : Kesinlikle. Özellikle Yapay Zeka Programcısı, Data Architect, Data Scientist, Siber Güvenlik Uzmanı, Inovasyon Takımları gibi yeni meslek gruplarına olan talebin gözle görülür bir biçimde artacağını düşünüyorum.

SIEMENS : 2020 yılına geldiğimizde bugün adını bilmediğimiz 16 mesleğin faal olarak icra edileceği söyleniyor. Buna gülüp geçmemek lazım. Bundan 5-6 yıl öncesine kadar sosyal medya uzmanlığı gibi bir meslek grubu yoktu. Geçmişte 5-6 yılda hayata geçen mesleklerle önümüzdeki süreç içinde çok kısa sürede tanışacağız. Mesela, Robot tamircisi vs. Amerika’da “Gate and Sciences” adı altında fakülteler kurulmaya başlandı. 4-5 sene önce bu kavramlar yoktu. Dikkat ederseniz fakülte diyorum onun altında anabilim dalları var. Bu demek oluyor ki gelecekte yüzlerce meslek ortaya çıkacak. Yazılım, elektronik özellikle mekatronik çok güçlü olacak. Şuanda ki gibi sadece elektrik mühendisi, yazılım mühendisi olmak yetmeyecek. Geleceğin o kompleks dünyasında multidisipliner (her şeye hakim olan) mesleklere ihtiyaç duyulacak.

BOSCH : Endüstri 4.0 süreciyle, bir konuda derinlemesine ve her konuda az da olsa bilgi sahibi olmaya doğru ilerlenecek. İnsanlar dikeyde uzmanı oldukları becerilerini, yatayda türlü modelde sunabilecekler ve böylece beceriler de artıyor olacak. Teknik eğitimlerin yanı sıra, iş birliği, yaratıcılık ve iletişim gibi konulara odaklananlar için durum daha avantajlı olacak çünkü gelecekte her işi kendimiz yapamıyor olacağız.

İNTEL : Bir çok araştırma şirketinin üzerinde anlaştığı gibi ben de teknik rollere olan talebin hızla artacağını, bugün var olmayan ya da yeni oluşmaya başlayan bir çok yeni mesleğin oluşacağını düşünüyorum. Mesela bunlar arasında en çok konuşulan Data Scientist ihtiyacında hala dünyada mevcut olmayan bir eğitimden bahsediyoruz. Çünkü istatistik, matematik ve programcılık disiplinlerinin harmanlanmış hali. Talebin çok gerisinde bir arz bulunmakta hala. Machine Learning veya daha geniş tabiriyle Yapay Zeka yine çok ihtiyaç olunan ve bugün itibari ile çok az uzmanı bulunan mesleklerden biri. Diğer yandan henüz hiç oluşmaya başlamayan hatta bugün bize komik gelebilen Robot avukatı diye mesleklerde konuşuluyor olacak. Büyük resimde hem multidisipliner işlerin hem de yeni bir çok meslek grubunun oluşacağını öngörmekteyiz.

BİLGE ADAM: Data Scientist gibi yazılım geliştirme ile ilgili tüm alanlara talep artacak. Daha da genellemek gerekirse Bilişim ile ilgili tüm alanlarda uzman açığı artacak.

3- Endüstri 4.0 ile ilgili yanlış bilinenler nelerdir?

AGT : Benim gördüğüm 2 büyük yanlış var. Birincisi; Endüstri 4.0'ın işsizliği arttıracığı, diğeri ise Endüstri 4.0'ın aslında teknoloji firmalarının uydurduğu bir pazarlama tekniği olduğudur. Önce birincisinden başlayalım. Aslında Endüstri 4.0'ın bildiğimiz anlamda işsizliği arttırabileceği kısmen doğru. Burada belirleyici olan Endüstri 4.0'a geçebilen ekonomilerle geçemeyen ekonomilerin durumları arasındaki fark olacaktır. Bu tıpkı matbaanın icadı gibi bir konudur. Gutenberg 1477'de matbaayı icat etti ve 15. ve 16. yy. da Avrupa'da hızla yayılarak rönesans'ın temel dinamiği haline geldi. Oysa Osmanlı İmparatorluğu işsizliği arttıracığı kaygısı ile 250 yıl gecikmeli olarak matbaayı kullanmaya başlamıştır. Bu da imparatorluğun çöküşünün ana sebeplerinden biri olarak gösterilmektedir. Yani demek istediğim Endüstri 4.0'a geçebilen şirketler ve ekonomiler büyük bir rekabet üstünlüğü sağlarken sadece ucuz iş gücüne güvenip bu konuda geri kalanlar maalesef bir süre sonra hiç bir şey satamaz hale gelecekler. Dolayısıyla üretemeyen ülkeler de yapacak iş kalmayacağından işsizlik tavan yapacaktır. Bu açıdan bakıldığında Endüstri 4.0 hakkında seçim yapılacak bir konu değil, sürdürülebilir bir ekonomik büyüme için olmazsa olmaz bir şarttır. Tabi ki niteliksiz iş gücüne artık gerek kalmayacaktır. Ama zaten niteliksiz işler ne kadar insani bir çalışma biçimidir? 8 saatlik mesai boyunca sürekli tekrar gerektiren ve sadece statik veya dinamik kas gerektiren bir iş ne kadar sağlıklıdır? Bu tip işler yeni jenerasyon dediğimiz “Z” kuşağı çocuklarına yaptırılabilir mi? Üretim sürecinde tarihte yapılan her devrim de olduğu gibi, bu devrimde de yeni işler ve yeni gereklilikler ortaya çıkacaktır. Ülkelerin eğitim sistemlerinin önemi de bu noktada ortaya çıkıyor. Rekabet gücünüzü korumak veya arttırmak istiyorsanız, eğitim sisteminin gelecekte ihtiyaç duyulacak gereklilikleri karşılayabilecek kalitede olması gerekiyor. Eğer bu yapılabilirse, işsizliğin artması gibi bir problem oluşmayacaktır. Burada kararı ülkelerin eğitim sistemleri verecektir. 4-5 Mayıs tarihlerinde Tusiad Endüstri 4.0 etkinliğine davetli olarak gelen European School of Management and Technology (ESMT) profesörleri Olaf Plötner ve Joe Peppard global piyasalarda rekabet ve Alman endüstri için fırsatlar konulu sunumlarında bu konuya

değindiler. Çok güzel bir sunum. Benim için burada ilginç olan, Almanların Endüstri 4.0'ı özellikle büyüyen Çin'e karşı rekabet güçlerini koruyacak yegane güç olarak görmeleri idi. Seminer de Çin'in eğitim sistemi ve kültürünün Endüstri 4.0'a uygun işgücü yetiştirmediğini ve bu nedenle zaman içinde rekabet gücünü kaybedeceğini de belirttiler. Türkiye'yi nasıl görüyorsunuz diye sorulduğunda belki de nezaketten, olumlu gördüklerini belirttiler. Endüstri 4.0'ın teknoloji firmalarının bir pazarlama tekniği olduğu konusuna gelince, bu biraz aslında temenni gibi bir durum. Yani bu konuda geri kalınabilir, şirketiniz bu konuya yatırım yapmayabilir ya da bir yönetici olarak konunun farkında olmayabilirsiniz veya daha kötüsü konuya ideolojik olarak yaklaşabilirsiniz. Bu durumda söylenecek en iyi savunma "pazarlama" teorisi olabilir. Tabi ki teknoloji şirketleri veya makina üreticileri daha fazla satış yapabilmek, yeni müşteriler kazanmak veya en azından konunun dışında kalmamak için bunu bir pazarlama tekniği olarak kullanacaklar. Ama konuyu sadece pazarlama için kullanıp gereğini yapmazlarsa pek sürdürülebilir bir satış tekniği olmayacağı aşikar.

GARTNER : Dijitalleşme projelerine başlayanların strateji eksikliği olabildiği gibi, Endüstri 4.0'a başlayanların da kavramsal eksiklikleri olabilir. Genel olarak Endüstri 4.0'ı varılacak bir nokta gibi tanımlamak, kolayca ikna olabilecek, hatta bundan fayda sağlayabilecek pek çok disiplini etrafında toplayabilir.

SIEMENS : Endüstri 4.0 kas gücünü nihayet ortadan kaldırmayı hedefliyor. Çünkü bugünkü vahşi kapitalizm, mavi yakalı insanlara karşı acımasızca davrandı. Endüstri 4.0, "Ben artık kas gücünü kaldıracam; onun yerine beyin gücünü koyacağım. Ben senin bilgine, görgüne, programlamana, takım, hedef, strateji kurma kabiliyetine, mühendisliğine müracaat edeceğim." diyor. Yani insanlığın gelişimi için de uygun ve paralel bir gidişat söz konusu. Böyle söyleyince insanlar, işsizliğe sebebiyet vereceğini sanıyorlar. Cevabım "hayır", vermeyecek. Niye? Benim gibi 50'li yaşlarda ve üstü olanlar zaten iş hayatlarının sonuna geldiler. Dolayısıyla bizim jenerasyonda bir risk yok. Tabi bunu mavi yakalılar için söylüyorum. 20'li yaşlarda olup da iş hayatına yeni atılanlarda da sorun yok. Çünkü varoşlarda bile herkesin elinde akıllı telefon var ve herkes internete rahatça erişebiliyor. Sorun olsa olsa şuanda 30'lu, 40'lı yaşlarda olup da teknolojiyle bir türlü bir araya gelmemiş mavi yakalılarda olabilir. Onları da eğittiğimiz takdirde çok az zayıfla bu dönüşümü gerçekleştireceğimizi düşünüyorum. Almanya 2015 ila 2020 yılları

arasında, 5 yıl boyunca Sanayi 4.0'a yatırım yaparak, 2020 yılı itibariyle sanayi istihdamının %6 artış göstereceğini öngörüyor. Neden? Çünkü mavi yakalıya olan talep azalırken, yeni meslek gruplarında çalışan beyaz yakalılara olan ihtiyaç artacak. Dolayısıyla mavi yakalılarda bir miktar işsizlik yaşansa bile, onun yerini beyaz yakalı yeni meslek grupları dolduracak. Yani işsizlik genel bir sorun olmaktan çıkacak. Bununla birlikte Yapay Zeka, Endüstri 4.0'ın içinde, alt gruplarından biri olarak söyleniyor. Bu yanlış. Evet yapay zekanın çok başarılı olduğu alanlar var ama yavaş geliyor. Yapay zekanın sanayide kullanılmaya başlanmasıyla muhtemelen Endüstri 5.0'ı konuşmaya başlayacağız. Ama henüz değil.

BOSCH : Endüstri 4.0 bir dönüşüm. Sağlıklı bir dönüşümün ise üç ayağı vardır. Bunlar; organizasyon, insan ve teknoloji. Bilinen en büyük yanlış ise, sadece teknoloji satın alınarak bu geçişin sağlanmasının bekleniyor olması. Ancak böyle bir dönüşüm maalesef mümkün değil. Öncelikle organizasyonun bu dönüşüme inanması, kendi vizyonunu ortaya koyması ve bu vizyona uygun şekilde hareket etmesi, bir yol haritası hazırlaması ve şirketin üst yönetiminin ajandasına dijital dönüşümü alması gerekmektedir. Dolayısıyla tüm organizasyonun bu dönüşüme dahil olması söz konusudur. Bunun yanı sıra süreç iyileştirmesi konusunda farklı disiplinlerden gelen kişilerin oluşturacağı ekipler kurmak gerekmektedir. Dönüşümün ikinci ayağı ise insan. İşletmelerdeki her seviyede çalışan, dijital iş yapmayı öğrenmelidir, burada şirketlerin tepe yönetimine ve İK birimlerine iş düşüyor. İş birliği, yaratıcılık ve iletişim gibi sosyal yetkinlikler de en az teknik yetkinlikler kadar önemlidir ve bu noktada gelecekte nasıl yeteneklere ihtiyaç olacağı hakkında çalışmalar yapılmalıdır. Dönüşümün son ayağı ise teknoloji. Shop floor , top floor entegrasyonunu sağlamak ve veri akışını gerçekleştirmek, süreçleri dijitalleştirmek, tüm sistemin ihtiyacı olan entegre çözüm setleri sağlamak ve en önemlisi güvenliği sağlamak gerekmektedir.

İNTEL : Endüstri 4.0 çoğu zaman genel olarak Dijitalleşme ile karıştırılabiliyor. Halbuki üretim sektörünün yani sanayinin uçtan uca dijital dönüşümü demek aslında. Ayrıca sadece dijital ürünler üretmek veya üretimdeki makinaların akıllanıp birbirlerine bağlı ve otonom çalışmalarını diye de düşünülebiliyor. Bunlar evet önemli konular ama uçtan uca tüm süreçlerin bağlı ve otonom bir şekilde çalışması ve aynı zamanda mavi yaka iş kollarının yok olması demek.

BİLGE ADAM : Endüstri 4.0'ın şirketler için rekabet gücünü, verimliliği ve etkinliği arttıracak özellikleri biliniyor fakat işsizlik üzerinde ve dolayısıyla sosyolojik anlamda etkileri azımsanıyor. Şu aşamada bir robotun ortalama 5-7 işçinin işini yapabildiği düşünüldüğünde ve robotların her geçen gün daha akıllandığı, hızlandığı ve ucuzladığı hesaba katıldığında çok ciddi bir işsizlik doğacağı açıktır. Bu işsizliğin toplumlarda yaratacağı yıkıcı etkiyi azaltmak için universal basic income ve robotların vergilendirilmesi gibi faktörler üzerindeki çalışmaları hızlandırmak gerekmektedir.

4- Türkiye'de Endüstri 4.0'ın anlam ve önemi nedir?

AGT : Bundan önceki üç sanayi devrimini ıskalayan ülkemizin bu sefer oyunun dışında kalmaya niyeti de yok böyle bir lüksüde. Özellikle 22. dönem Sanayi ve Teknoloji bakanı olan Fikri Işık tarafından bu konuda çok önemli adımlar atılmış ve kamuoyunda konu bilinir hale gelmiştir. Kabine değişimi sonrası bayrağı sayın Faruk Özlü devraldı. Bu konuda çalışmaları tek elden koordine etmek amacıyla bakanın başkanlığını yapacağı Sanayide Dijital Dönüşüm Platformu adı verilen bir üst kurul hazırlık çalışmaları devam ediyor. Söz konusu kurul sivil toplum kuruluşları, devlet kurumları ve üniversiteler üstü bir yapıda. Kurul üyesi olan 6 önemli sivil toplum kuruluşuna 6 önemli görev paylaştırılmış durumda. Bunlardan TUSİAD: Sanayide Dijital teknolojiler, MUSİAD: İleri Üretim Teknikleri, TIM: Açık İnovasyon, TTGV: Eğitim, TOBB: Altyapı, YASED: Standardizasyon, Mevzuat ve Patent konularında sorumlu. Tabi ki burada en önemli hedef verilen görevleri Türk gibi başlayıp, Alman gibi bitirmek. Şu anda görünürde kendi bünyesine, Sanayi 4.0 çalışma grubu ile işe girişen TUSİAD bir hayli yol almış durumda. TUSİAD'ın 2016 yılında BCG'ye hazırlattığı Sanayi 4.0 raporu bir yandan çarpıcı rakamlarla bu işin Türkiye için neden yaşamsal öneme sahip olduğunu açıklarken diğer yandan ülkemiz için bir yol haritası da öneriyor. Türkiye bu işin neresinde diyenlere umut verici cevaplar da yine bu raporun içinde yer alıyor. 22. dönem Bilim, Sanayi ve Teknoloji bakanı sayın Fikri Işık'ın bu konuya özel önem vererek gerek hükümet gerekse kamuoyu nezdinde önemli adımların atıldığını hep beraber izlemiştik. O dönemde ülkemizin bundan önceki üç sanayi devriminin kaçırıldığı ancak bu sefer Türkiye'nin 4. devrimi ıskalamayacağı çok konuşuldu. Kamuoyunda belirli bir farkındalık yaratılmıştı. Bu konuda benim tespitim devlet kanadında işlerin biraz yavaşladığı şeklinde ama özel sektör iyi gidiyor diyebiliriz.

GARTNER : Sistemli bir kalkınma planına ilham olabilmesi açısından kullanılmasının iyi olacağını düşünüyorum. Bu konu Türkiye’de; mühendislik, üretkenlik, ve liderlik açısından ele alınırsa ülkemizin gelecek hedeflerini şekillendirebilecek ve gelecek kuşaklara yararlı olacak bir atılım yaratabilir.

SIEMENS : Türkiye olarak, Endüstri 4.0’a kesinlikle hazırız. Çok hızlı gelişmeler var. Google Alert’de Endüstri 4.0 dersiniz, Türkiye’nin neresinde bir aktivite varsa (sempozyum, panel, etkinlik, köşe yazısı) bunların hepsini görürsünüz, e-mailinize gelir. Geçen yaz 6 dergide Endüstri 4.0 konusu işlendi. Sadece ben 160 etkinliğe katılarak, Endüstri 4.0’ı anlattım. Bu 40 bine yakın sanayici, 10 bine yakın öğrenci anlamına geliyor. Geçtiğimiz sene Siemens olarak 600’den fazla medya kuruluşunda yer alarak, Endüstri 4.0’ın işlenmesine vesile olduk. Harika şeyler oluyor ve Endüstri 4.0’ı bu sefer ülkemiz kaçırmayacak.

BOSCH : Bugün ülkemizde Endüstri 4.0 teknolojileri ve yaratacağı rekabet avantajlarından faydalanmak konusundaki farkındalık ve ilgi üst seviyededir. Tüsiad’ın yaptığı bir anket sonucunda katılımcıların % 90’ından fazlası, kendilerinin ve şirket üst düzey yöneticilerinin bu teknolojiler hakkında bilgi sahibi olduklarını ve Endüstri 4.0’ın genel pazar yapısını değiştireceğine inandıkları sonucu çıkmıştır. Türkiye’nin sanayisinde standartlarını yükseltmesi ve uluslar arası üretim ağının bir parçası olmaya devam etmesi için Endüstri 4.0’a geçişi kısa sürede tamamlaması gerekiyor. Oyun dışı kalmamak için Türkiye’nin bir yol haritası oluşturarak, yeni üretim anlayışına geçiş yapmak isteyen firmaların devlet tarafından desteklerle teşvik edilmesi gerekiyor. Endüstri 4.0’ın arkasında yatan felsefeyle beraber, Türkiye için potansiyelini tartışmak ve üzerinde düşünmeye başlamak adına TÜSİAD’ın yaptığı bir pilot çalışmada; Türkiye sanayisinde Endüstri 4.0’ın kimi unsurlarını kapsayan somut adımların halihazırda atıldığı gözlemlenmiştir. Farklı ölçekte ve teknolojik açıdan farklı olgunluk düzeyine sahip şirketlerin neredeyse tamamında önemli uygulamalar hayata geçmiş veya geçmektedir. Bosch bu geçiş süresinde Türkiye için itici güç olmaya, bu alandaki deneyim uzmanlığımızı paylaşmaya hazır. Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı, Türkiye’de farklı kurum ve kuruluşlar vasıtasıyla yürütülen Sanayi 4.0 çalışmalarını tek bir çatı altında toplamak üzere 2016 yılının son aylarında “Sanayide Dijital Dönüşüm Platformu’nu” kurmuştur. Bu platformun amacı, sanayinin rekabet gücünün

artırılabilirliği ve sürdürülebilir kılınması, üretimde verimlilik artışının sağlanması, işgücü niteliğinin sürekli iyileştirilmesi, akıllı üretim sistemlerinin hayata geçirilmesi ve değer zincirinin tüm halkalarında teknolojinin sunduğu imkanlardan faydalanılması için gerekli politikaların oluşturulması ve hayata geçirilmesi sürecinde tüm paydaşlar arasında etkili işbirliğini sağlamaktır.

İNTEL : Ben büyük bir fırsatımız olduğunu düşünüyorum. Önceki sanayi devrimlerini kaçırmış olmamız ve hatta en büyük sanayi şirketlerimizin bile aslında bugün Endüstri 2.5’de bulunmaları, bu yeni devrimi de kaçıracağımız manasına gelmiyor. Son zamanlarda özellikle farkındalık ciddi bir oranda arttı ve bu farkındalık yavaş yavaş uygulamalara ve aksiyonlara dönmeye başlamakta. Her bölgemizde bir üretim üssü olan Türkiye için Endüstri 4.0’ın getireceği ek verimlilik, ek ciro ve ek değerler büyük bir fırsat hem de aslında bunu kaçırma lüksümüz bulunmamakta. Çünkü önceki sanayi devrimlerinden farklı olarak değişim ivmesi çok daha yüksek.

BİLGE ADAM : Daha önceki üç sanayi devriminde geride kaldık. Bu sefer kesinlikle geride kalmamalıyız. Bunun için de hem devlet düzeyinde, hem de iş adamları düzeyinde gereken hazırlıklar yapılıyor. Çin gibi işgücünün muazzam boyutta olduğu ülkelerde bile Endüstri 4.0 çalışmaları bizzat devlet başkanı düzeyinde takip ediliyor. Şirketler ve ülkeler arasındaki rekabette son sözü Endüstri 4.0 başarısı söyleyecek. Bunun içinde STEM (Science, Technology, Engineering, Mathematics) ağırlıklı eğitim veren okullarımızın ve mezunlarımızın sayısını arttırmamızın birinci öncelik olduğunu düşünüyorum. Sonuçta o robotları, sensörleri, yazılımları tasarlayacak ve kodlayacak olanlar nitelikli eğitim almış insanlar olacak.

5- Real time verilerin şirketler için önemi nedir?

AGT : Geleceğin petrolünün veri olacağını daha önce belirtmiştik. Verinin real time olarak değerlendirilmesini üretim bakışı açısından yorumlayabilirim. Hizmet sektörü veya satış pazarlama açısından da önemli aslında. Örnek bankacılık sektöründe “fraud dedection” denilen bir uygulama var. Kredi kartınızı çalan (daha sizin haberiniz yok çalındığından) kişinin kartı ilk kullandığı anda fark edilip yakalanması gibi. Burada bir algoritma sizin alışveriş paterniniz dışında bir harcama yapılması halinde fark edip uyarı mesajı gönderiyor. Belki başınıza gelmiştir. İşin hem veri kısmı hem de istatistik kısmı var. Üretimle birlikte de ele alırsak işin temelinde Big Data ve bu datayı yorumlayabilen

algoritmalar var. Bizim de AGT’de üzerinde çalıştığımız predictive analytics (kestirimci analitik) Real Time veriye güzel bir örnek. Şimdi bir proses düşünün örneğin dondurma üretim prosesi. Proses çok hızlı saniyede 10 adet dondurma üretiyor. En ufak bir hatada binlerce dondurma ziyan oluyor. Prosesi etkileyen bir sürü parametre var: Sıcaklık, malzeme, ortam nem oranı, vakum miktarı, hava basınçları vs. Normalde bu prosesin tüm kontrolü sensorler, kameralar ve bunların bağlı olduğu PLC’ler, PLC’lerin bağlı olduğu bir SCADA (bilgisayar ve terminali) ve bu terminale bakan bir operatör yani insan. İşin ucu insana dayanıyor yani. Bir anormallik olduğunda sensor fark edip, scadaya yansıtıyor ve operatör geçmiş tecrübesine dayanarak bir aksiyon alıyor. Örnek: hava basıncını bir miktar azaltıyor. Sonra durumu gözlüyor düzelmemişse başka bir aksiyon alıyor. Tüm vardiya boyunca işi bu olan ve yerinden hiç kalkmayan operatör ne kadar tecrübeli ise o kadar az sorun yaşarsınız. Operatör zaman içinde çoğu zaman deneme yanılma ile edindiği tecrübeye göre hızlı aksiyon alsa da ortada hala bir sorun var. İşte bunu algoritmalar çözüyor. Şöyle ki; önce geçmişte yaşanmış tüm tecrübeleri (verileri) inceleyerek hangi koşullarda ne sonuç alınmış bunu tespit ediyorsunuz. Daha sonra bunun matematik (istatistik sayesinde) modellemesini yapıyorsunuz, yani formüle ediyorsunuz. Örneğe dönersek hangi nem oranında, basınç ne olursa ürün iyi olur, hangi parametre saparsa dondurmalar külahı ıskalar tüm bunları matematiksel olarak modelliyorsunuz. Bu algoritmalar belirlendikten ve doğrulandıktan (POC = Proof of Concept) sonra bilgisayara yükleniyor ve artık kararları algoritma veriyor. Örnek: %50 bağlı nem oranında hava basıncı 5,5 bar’a düşerse bunu 6 bar’a kendi kendine çekiyor. Problem olmadan tahminleme yaparak tedbir alıyor. Bu örnekte algoritmayı belirlemek için Büyük Veri’yi kullandık, ama düzgün çalışması için Real Time veriyi kullanıyoruz. Günümüzde bunun pek çok örneği var. Kısaca insan beyninin yerini algoritmalar alıyorsa verilerin eş zamanlı ve doğru olması da çok önemli oluyor.

GARTNER : Ürün ve hizmetler hazırlanırken süreçlere bağlı pek çok operasyon yapılır. Üretim, servis, satış veya destek aşamalarında pek çok aktivite gerçekleşir ve bu aktivitelerden (henüz ölçülmüyor olsalar bile) pek çok veri üretilebilir. Bu verilerin toplanması, üretimi, depolanma yerine kadar (nakliyesi de dahil olmak üzere) birçok çalışma ve yatırım gerekecektir. Verilerin işlenebileceği ortamların hazırlanması ve nasıl bir iş algoritmasıyla işleneceği bilgisinin oluşturulması da başlı başına bir çalışma ve yatırım gerektirmektedir. Stratejik hedefler doğrultusunda iyi bir fizibilite çalışması ve

ar-ge ortamıyla hemen her kurum kendi süreç ve operasyonları içerisinde veri toplayabileceği ve işleyebileceği yeni alanlar bulabilir ve değer üretebilir. Eğer manalı bir sonuca varabilecek yönde çalışmalar yapılır ve iş sonuçlarını (kar, üretim maliyet/zararından tasarruf, yeni ürün üretimi, önleyici bakım veya koruma faaliyetleri, vb.) etkileyecek anlamlı çıktılar elde edilirse, bunu kullanmanın değeri anlamlı bulunabilir. Bazı kurumlar için verinin toplandığı ve işlenerek kullanıldığı zaman arasında bir ilişki olmayabilir, bazı kurumlar içinse bu fark ne kadar az ise yaratılan değer o kadar büyük olabilmektedir.

SIEMENS : Endüstri 4.0'ın olmazsa olmaz diye tanımladığı vertikal entegrasyon ve horizontal entegrasyon (yatay-dikey entegrasyon) konularından bahsediyoruz. Bir şirketin shop floor ve top floor arasındaki tüm akışını düşünün. Alttan üste doğru ilerleyen ağır bir süreç var. Endüstri 4.0 ise “yukarıdan aşağıya gerçekleşen bilgi akışını real time istiyorum” diyor. Yani bugün olduğu gibi aylık, yıllık raporları baz alarak çalışmak artık mümkün olmayacak. Her şey real time olacak. Günde 650 otomobil üreten fabrikada bir arıza çıktığında, genel müdüre haber verelim, bir plan yapalım diyerek ilerleme devri sona erecek. Modüler fabrikalarda kararları robotlar ve makineler alacak. Ama tek başına bu da yeterli olmayacak. Şirketin tüm ekosisteminde dijital izlenebilirlik, dijital konuşulabilirlik şartı aranacak. Ayrıca Endüstri 4.0 ham maden, yarı mamulün, tedarikçin, yarattığın değer, distribütörün, müşterin ile geçen zaman bütün bu horizontal yatay eksende de dijital veri takibini gerekli kılacak.

BOSCH : Veri önümüzdeki dönemin yakıtı olacak. Bugün, çeşitli bağlı cihazlardan ve sensörlerden gelen veri miktarı çok fazla. Günümüzde önemli olan ise eldeki mevcut veriyi analiz edip faydalı çıktılara ulaşabilmek. Real time verilerin de eş zamanlı analiz edilebilmesi önleyici faaliyetlerde ciddi bir avantaj sağlıyor. Artık anlık yapılabilen veri analizleri sayesinde arızaların kestirilmesi ve önlenmesi mümkün. Bunun yanı sıra ürünlerimizi her süreçte sensörlerle takip edebiliyoruz, bu da bir çok noktada kalite ve verimlilik artışını beraberinde getiriyor.

İNTEL : Aslında bütün dijital dönüşümün altında yatan olgu veridir. Veri bilgidir. Yeterli veriniz varsa, bunu real time işleyebiliyorsanız inanılmaz sonuçlar çıkartabilir ve ciddi kazanımlar elde edebilirsiniz. Sanayi için üretim hatalarının sıfırlanması, makina parkı için predictive maintenance yaparak arıza gerçekleşmeden önce tahmin ve tespiti,

müşterideki bir üründeki tüm üretim ve tedarik zinciri hareketlerinin görülebilmesi ve olası bir arızada bunun sebebinin tespiti ve düzeltilmesi gibi bir çok örnek verilebilir.

BİLGE ADAM : Günümüzde 1 günde geçtiğimiz binlerce yılda yaratılardan daha fazla veri üretiliyor. Bu veriyi anlamlı hale getirecek çalışmalar yapılmazsa veri çöp oluyor. Veri, hem sisli havalarda yönetimin önünü görmesini sağlayacak karar destek sistemlerinde kullanılmalı, hem müşterileri tanımada ve anlamada kullanılmalı hem de sensörler ve yazılımlar sayesinde bir fiil üretimde kullanılmalı.

6- Adını bilmediğimiz yeni meslek gruplarının uzmanlık alanlarının ne olacağını düşünüyorsunuz?

AGT : Aslında bu konuyu kesin olarak bilmesek de gidişata bakarak bir şeyler söylenebilir. Çünkü dijitalleşme bugün doğru bildiğimiz ve güvendiğimiz pek çok paradigmayı değiştiriyor. Arkasında hiç bir merkez bankasının olmadığı Bitcoin olayı gibi. Bitcoin’le ilgili bir ödeme problem yaşandığında bunun hukuki süreci ne olacak ve nasıl özelliklere sahip bir avukat bulmamız lazım. Ya da bir robot cana veya mala zarar verirse kim suçlu olacak? Eskiden bir problem çıkar sonra bu problem için çözüm geliştirilirdi. Şimdi ise bilmediğimiz problemler için çözümler geliştiriyor, biz buradan yola çıkarak problem bulmaya çalışıyoruz. İşler biraz tersine dönmeye başladı. Şöyle bir motto geliştirdi, teknoloji her yerde, önemli olan bilgi. Böylece uzmanlık alanları konusunda veri ile ilgili her alan (altyapı, güvenlik, analiz, aktarım vb.) hepsi önemli daha da önemli hale gelecek. Bunun doğal sonucu olarak matematik, istatistik ve yazılım konularında uzmanlık aranacak. Farklı düşünebilen yaratıcı zekaya sahip insanlar daha da aranır hale gelecek. İnsan gücünün yerini makinalar ve algoritmalar alacağından temel mühendislik disiplinleri belirli konularda uzmanlaşmak zorunda kalacak çünkü yeni makinalar çok daha sofistike olacak. Satış, pazarlama gibi konular sanal ortamlara daha fazla kayacağından iyi tasarımcılara sahip firmalar bir adım öne geçecek. Eğitim sistemi, üniversiteler, devlet kurumları da bu yeni düzene ayak uyduracak. Bilgi çok daha ulaşılabilir olduğundan bunu hızlı anlayıp kullanabilen beyinler her alanda aranır hale gelecek.

GARTNER : Yapay zeka ve robot kullanımı ile yepyeni iş alanları yaratılacağını düşünüyorum. Henüz bu işlerin neler olabileceğini öngörmek zor olsa da , yapay zeka programlamanın ve siber güvenlik uzmanlığının çok rağbet göreceğini öngörebilirim.

SIEMENS : Sanılanın aksine Endüstri 4.0 mühendislere bırakılmayacak kadar önemli olacak. Dolayısıyla her meslek dalını ilgilendirecek. Hele ki iktisat, işletme mezunu olanlar çok daha fazla işin içinde olacaklar. Çünkü geleceğin organizasyonel modelleri bugün ki gibi olmayacak. Mümkün değil. Her şeyin değiştiği bir ortamda organizasyonel sürecin aynı kalması beklenemez. Hukuk, finans, işletme vs. Tüm meslek gruplarının sistem içinde önemli bir rolü olacak.

BOSCH : Gelişen endüstrinin gereklerine bağlı olarak her geçen gün yeni meslek dalları oluşuyor. Endüstri 4.0 ile endüstrinin işleyişinden, yönetim organizasyonuna kadar birçok alanda olacağı gibi iş çeşitlerinde de oldukça önemli değişimleri beraberinde getirmesi bekleniyor. IT/IoT Çözüm Mimarlığı, Robot Koordinatörü, Bulut Hesaplama Uzmanlığı, Giyilebilir Teknoloji Tasarımcılığı gibi yeni mesleklerin ortaya çıkması bekleniyor.

İNTEL : Teknik uzmanlık alanları evet çok önemli olacak ama aynı zamanda işletme ve insan kaynakları gibi uzmanlık alanlarının da çok önemli olacağını düşünüyorum. Tüm bu değişimin temelinde insan var ve şirketlerdeki kültür ve organizasyon değişmezse, daha açık daha yenilikçi bir model kurulmazsa başarı şansı düşük.

BİLGE ADAM : Şu an okul öncesi çağda olan çocukların %65'inin henüz var olmayan mesleklerde çalışacakları öngörülüyor. Eminim ki çok daha fazlası olacak. Burada önemli olan hangi uzmanlık alanında olursa olsunlar herkesin biraz da olsa yazılım biliyor olması gerektiğidir.

7- Geleceğin fabrikalarını nasıl hayal ediyorsunuz?

AGT : Geleceğin fabrikaları karanlık olacak. Endüstri 4.0'ın bu karanlık fabrikalar mottosu pek çok şeyi özetliyor. Geleceğin fabrikaları insansız olacak. Üretimde pek insan kalmayacağından binaların ısıtma-soğutma, aydınlatma, tuvalet, duş, yemekhane gibi fonksiyon ve kısımları da olmayacak. Belirli sayıda insan elbette acil durumlar için veya arıza müdahale etmek için kalabilir. Pirelli'nin MIRS teknolojisi buna güzel bir örnek. 100 bin metrekare kapalı alana sahip 700 kişinin çalıştığı bir fabrika yerine 100 metrekare alanda sadece 3 kişinin olduğu ancak tüm işi robotların yaptığı bir fabrika. Üstelik çok esnek. Geleneksel bir lastik fabrikasına bir lastik modeli için minimum üretim miktarı 1000 adet iken, çünkü kalıp sökme ve takma süresi çok uzun, MIRS'da 2 adetlik bir siparişiniz bile üretim programına alınabilir. Böylece geleceğin fabrikalarının karanlık,

küçük ama çok esnek olacağını söyleyebiliriz. Bir başka farklılık fabrikaların tüketim alanlarına çok yakın konumlanması olacak. Örnek, yılda 1 milyon otomobil üreten tek bir fabrika yerine her biri 100 bin araç üreten 10 adet küçük fabrika ve bu fabrikaların coğrafik dağılımı 10 adet büyük şehrin hemen yanı başında olacak. Bu sayede lojistik maliyetleri ve termin süreleri de azalacak. Çin, Hindistan gibi ucuz iş gücü barındıran ülkelerdeki fabrikalar sadece bu ülkeler için üretim yaparken, Avrupa pazarı için yapılan üretimin (fabrikaların) tamamı Avrupa'ya geri dönecek. Geleceğin fabrikalarını ayrıca daha çevreci olacağını da özellikle belirtmek isterim. Bu konuda da bizim sektörümüzün standartları her zaman yükselmektedir.

GARTNER : Yapay zeka ve robot kullanımının oldukça fazla olduğu, insanların sadece üst yönetim veya duygusal kısımlarda rol alacağı bir ortam hayal ediyorum. Ancak insanlığın bu koşullarda nasıl bir sosyal statüde olacağını öngöremiyorum. Pek çok yazılı, görsel kaynaktan işlenen distopya tasarımlarından başka bir dünya da oluşabilir, bunun insanlığın elinde ve tercihinde olacağını düşünüyorum.

SIEMENS : Şuanda dünyadaki en iyi yönetilen şirketlerden biri olan Siemens'in fabrikalarında çalışan insan sayısı %25'e indirilmiş durumda. Robotlara ve makinalara henüz bırakmadığımız satış, pazarlama, yönetim, strateji, muhasebe gibi fonksiyonlar hala insanların kontrolü altında ama geri kalan %75'lik payı robotlar ve makinalar yönetiyor. Geleceğin fabrikalarına "Lights Out Factory" yani "Işıksız Fabrikalar" deniyor. Bu ışısız ortamda robotlar, makinalar tıkır tıkır çalışıyorlar. Ayrıca hayale gerek yok, Türkiye'nin 3. Büyük ışısız fabrikası haziran ayında Gaziantep'te devreye girdi.

BOSCH : Bugün dijital işten bahsediyoruz, 2020 sonrasında ise otonom işten bahsediyor olacağız. Bu konuda günümüz şirketlerinin %40'ının yok olacağı gibi. Bosch 130 yıllık bir şirket, bundan 5 sene önce rakiplerimizi rahatlıkla sayabiliyorken bugün bu biraz daha, gelecekte ise çok daha zor olacak. Çünkü karşımıza yıkıcı iş modelleri çıkıyor ve bir anda oyuncular değişebiliyor. Bu noktada ise strateji oluşturmada ve geleceği öngörmeye iyi olmak gerekiyor. Bosch'da bundan 2 yıl önce farklı disiplinlerden gelen insanlar ile yıkıcı takımlar oluşturuldu ve tamamen zayıf kaslarımız üzerine çalışıldı. Günün sonunda artık her şeyin çok hızlı değiştiğini görebiliyoruz. Biz Bosch içerisinde Workplace 2030 diye bir çalışma yaptık ve 2030 yılında fabrikalarımızın ve ofislerimizin neye benzeyeceği hakkında konuştuk. Önümüzdeki döneme baktığımız zaman işin içine yapay zekanın

girmesiyle işlerin otonom olması söz konusu olacak. Bu da artık bütün şirketleri dolayısıyla fabrikaları da ciddi bir değişime zorluyor olacak. Bugün fabrikalarda artık her şeyi akıllı hale getiriyoruz. Sensörlerle veri topluyoruz, topladığımız bu verileri yeni iş modellerine yani servislere çevirebiliyoruz. Özellikle yapay zeka üzerine yapılan çalışmalarla makinelerin kendi kendine öğrenmesi yarın her alanda olacağı gibi üretimde de alışlagelenden bambaşka durumlarla bizi karşı karşıya getirecek.

İNTEL : Kendi enerjisini kendi üreten, mavi yakalı bir insanın çalışmadığı oldukça otonom, üretim planlamasının insanlar tarafından değil; veriye bakarak ilerideki dönemde ki satışları tahmin edebilen yapay zeka platformları tarafından kompakt ve çok hızlı olacağını öngörmekteyim.

BİLGE ADAM : Geleceğin fabrikalarını, tüm mavi yaka işlerini robotların yaptığı, birçok beyaz yaka işini ise yapay zekanın yaptığı, son derece az sayıda insan gücü ile çalışan çevreci fabrikalar olarak hayal ediyorum.

Endüstri 4.0 konusunda öncü 6 firmanın üst düzey yöneticileri ile yapılan mülakat sorularına verilen cevaplardaki ortak yorumlar, özet olarak tablo 3.1’de sunulmuştur.



Tablo 4: Karşılaştırmalı Yorum Tablosu

	AGT	GARTNER	SIEMENS	BOSCH	İNTEL	BİLGE ADAM
SORU 1						
EVET			X	X	X	X
HAYIR	X	x				
SORU 2						
MULTİDİSİPLİNER			X	X	X	
YAPAY ZEKA PROGRAMCISI		X				
VERİ BİLİMCİ	X	X			X	X
ROBOT BAKIM TEKNİSYENİ			X			
ROBOT AVUKATI					X	
SİBER GÜVENLİK UZMANI		X				
SORU 3						
PAZARLAMA TEKNİĞİ	X					
İŞSİZLİK	X		X		X	X
DİJİTALLEŞME		X		X	X	
SORU 4						
KALKINMA PLANI		X		X		
KAÇIRILMAYACAK	X		X		X	X
SORU 5						
YAKIT	X			X		
İZLENEBİLİRLİK	X	X	X		X	
TAHMİN	X	X		X	X	X
SORU 6						
HUKUK	X		X			
İNSAN KAYNAKLARI					X	
YAZILIM	X	X		X		X
GÜVENLİK	X	X				
SORU 7						
ÇEVRECİ	X				X	X
YAPAY ZEKA		X		X	X	X
MAVİ YAKA					X	X
KARANLIK	X		X			

3.5. Araştırma Verilerinin Analizi

Araştırmaya katılan şirketler, bu yeni endüstriyel devrimin temsilcilerinden değerli birkaçı olarak, Türkiye'nin Endüstri 4.0 rehberi olma vizyonunu üstlenmektedirler. Bu süreçte, süre gelen etkinlikler ile bilgiyi aktarmaya ve farkındalığı arttırmaya devam etmektedirler.

Karşılaştırmalı mülakatlarda ki cevaplardan anlaşılmaktadır ki, firmalar genel itibari ile Endüstri 4.0'ı kısaca, sadece fabrika ve işletmelerin dijitalleşmesi olarak değil, bir üretim hattında kalmayan ve bu dönüşümü uçtan uca bütün süreçlere uyarlayan, sanayinin dijitalleşmesi olarak tanımlamaktadırlar. Devrim niteliğindeki bu dönem, Büyük Veri, Nesnelerin İnterneti, Bulut Bilişim, Arttırılmış Gerçeklik, Akıllı Robotlar, Siber Güvenlik gibi alanların bileşenlerini içinde barındırmaktadır. Bu bileşenler yüksek verimlilik, daha nitelikli insan kaynağı, süreçlerinin daha kolay ve daha çok üretim sağlanması gibi pozitif süreçleri beraberinde getirmektedir.

Araştırma bulguları, Endüstri 4.0 ile beraber %70'e kadar enerji tasarrufu sağlanabileceğini göstermektedir. Geleceğin fabrikaları, "Işıksız Fabrikalar" olarak adlandırılmaktadır.

Araştırmaya katılan şirketler, 1. ve 2. Sanayi devrimini yakalayamayan Türkiye'nin şu anda Sanayi 2.5 diyebileceğimiz bir konumda olduğunu vurgulamaktadır.

Araştırma bulguları bize, ülkemizde Endüstri 4.0'ın farkındalığının oluşmuş durumda olduğunu ve gerek şirketler, gerekse devlet kurumlarında, Türkiye'nin yol haritasının oluşturulduğunu ve çalışmalara başlanıldığını göstermektedir.

Araştırma bulguları neticesinde firmalar genel itibari ile Endüstri 4.0 ile beraber üretimde kas gücü yerini, beyin gücüne bırakacağı konusunda hemfikir durumdadır. Bu sayede üretimdeki hataların azalması ve verimin artması gibi pozitif oluşumlar göze çarpmaktadır.

Mülakatlar sonucunda, bu değişime ayak uydurmak konusunda ülkemizde büyük farkındalıklar olduğu ve bu devrimi kesinlikle ıskalamamız gerektiği vurgulanmıştır. Bu değişimi ülke olarak yakalamak zorundayız. Türkiye'nin 2023'te, dünyanın en büyük on ekonomisi arasına girebilmesi için yılda ortalama % 8,5 oranında büyümesi gerekmektedir ve bu sadece teknolojinin çok verimli bir şekilde kullanımını ile mümkün olabilmektedir. Bilişim eğitimlerine ağırlık verilmelidir ve herkesin biraz da olsa yazılım dilinden anlaması mümkün kılınmalıdır.

SONUÇ VE ÖNERİLER

Endüstri 4.0'ın oluşum sürecinin tamamlanmamış olmasının yanında, Türkiye henüz Avrupa ülkeleri ile yakın bir seviyeye de gelememiştir. Türkiye'deki şirketler, gelişmiş ülkeler ile karşılaştırıldığında, halen yatırım öncesi ve planlama döneminde olduğu görülmektedir. Bazı görüşler, Türkiye'nin endüstriyel açıdan bulunduğu noktayı 2. Sanayi Devrimi ile 3. Sanayi devrimi arasında bir konumda olarak değerlendirirler. Bunun en önemli sebeplerinden bir tanesi yatırım eksikliğidir. Türkiye'nin Vizyon 2023'te ve AB 2020 Stratejilerinde ortaya konulduğu gibi hedefleri gerçekleştirebilmesi ancak devlet desteği ile birlikte teşvik edilecek yatırımlar ve AR-GE çalışmaları ile mümkün olabilir. Ancak Türkiye'nin farklı gündemi iç ve dış politikasında yaşanan çalkantılı süreçler endüstriyel yatırımların yapılmasına engel teşkil etmektedir.

Endüstri 4.0'ın getireceği yeni iş modelleri ve düzen sebebi ile akıllarda güvenlik, istihdam sorunu gibi endişeler oluşsa da avantajları daha ağır basacak sonuçlar elde edilmesi beklenmektedir. Endüstri 4.0'ın uygulamaya geçirilmesiyle birlikte akıllı robotlar üretim bantlarında yer alacak, bu sayede hata oranı düşerken verimlilik, kalite gibi konularda da işletmeler oldukça büyük adımlar ile ilerliyor olacaklardır. Üretim bantlarının robotlar ile yürütülüyor olması maliyetler dışında, işçi sağlığı ve güvenliği kavramlarında da değişikliklere yol açacaktır. Bu dönüşümleri tamamlayan bir ülkenin üretim maliyetleri, hala geleneksel yöntemlerin hakim olduğu bir ülkeye göre çok daha düşük seviyelerde olacaktır. Ucuz iş gücü için Doğu'ya kayan üretim yerlerinin merkez ülkelerine dönmesi söz konusu olacağından, Türkiye'nin bu unsuru göz önünde bulundurarak adımlar atması gerekmektedir. Var olan nitelikli iş gücünün korunması da en az nitelikli çalışanların iş gücüne katılması kadar önemlidir. Fason üretim veya alt yüklenici olarak devam edilemeyeceğinin, bu şekilde üretim yapan Türk firmalarca anlaşılması gerekmektedir. Çünkü Endüstri 4.0 geliştikçe Türk fason üreticilerin üretim yaptığı yabancı markaların çok sayıda ve ucuz iş gücüne ihtiyacı kalmayacaktır. Bu nedenle, Türkiye'nin bugün atması gereken en önemli adımlardan biri kendi markalarına sahip olmak ve kendi markalarını üretebilmektir. Yüksek katma değer, inovatif, %100 yerli üretime ihtiyaç vardır. Çünkü bilgi sahibi, üretici ve ürettiğini kullanan ekonomiler diğerlerine göre bir adım önde konumlanmaktadır.

Bunun yanında, bu dijital dönüşüme başlamış olan ülkelerin veri güvenliği kaygısı, dijital teknolojiler için veri güvenliği ve veri gizliliği konusu da büyük önem kazanmaktadır. Dolayısıyla büyük veri merkezleri kuracak olan yatırımcılara devletler gerekli vergi kolaylıkları, krediler, ilk yatırım teşvikleri gibi desteklerde bulunmalıdırlar. Veri merkezlerinin kurulması beraberinde, güvenliklerinin de sağlanması ihtiyacını doğuracağından yeni bir iş alanı daha gelişecektir. Bugün adını bilmediğimiz 16 yeni meslek 2020 yılında ortaya çıkacaktır.

Araştırma neticesinde mevcut koşullar göz önünde bulundurulduğunda, Türkiye'nin önünde Endüstri 4.0 için hala kat etmesi gereken uzun bir yol olduğu görülmektedir. Devletin ilgili konularda yaptığı açıklamalara dayanarak, yöneticilerimizin bu hususta hassasiyetlerini ortaya koyduklarını ve bunun umut vaat ettiğini söyleyebiliriz. Bununla beraber en kritik soru, yapılması gereken çalışmaların zamanında ve doğru bir şekilde yapılıp yapılmayacağıdır. Eğitim her şeyin temelidir ve bu alanda çok önemli değişikliklerin yapılması gerektiği herkes tarafından vurgulanmış olsa da uygulamadaki başarısızlıkların sonuçlarını Türkiye ileride ağır bir şekilde ödeyebilir. Bu nedenle yapılması gereken reformların hızlı ve doğru bir şekilde tamamlanması önem arz etmektedir. Sonuç olarak Endüstri 4.0 için gerekli olan ilk kaynak, robotlardan, internetten , sensörlerden ve her şeyden önce nitelikli insan kaynağıdır. Bu bakımdan gerekli reformların süratli ve düzgün bir şekilde tamamlanması elzemdir.

KAYNAKÇA

- “A Third Industrial Revolution”, The Economist, Erişim: <<http://www.economist.com/node/21552901>>, Nisan 2017.
- Altındağ, A. (2016), “Bosch, Türkiye’de Endüstri 4.0 İçin Hazırlıklarını Tamamladı”, Maxi Haber Online Gazete, Erişim: <<http://www.maxihaber.net/bosch-turkiyede-endustri-4-0-icin-hazirliklarini-tamamladi/>>, Mayıs 2017.
- Akgün, E.; Yılmaz, E.; Seferoğlu, S., “Vizyon 2023 Strateji Belgesi ve Fırsatları Artırma ve Teknolojiyi İyileştirme Hareketi”, Akademik Bilişim Dergisi, Sayı: Şubat, 2011.
- Aktan, C.; Tunç, M., "Bilgi Toplumu ve Türkiye", Yeni Türkiye Dergisi, Ocak-Şubat, 1998.
- Brettel, M.; Friederichsen, N.; Keller, M.; Rosenberg, M., “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 Mechanical, Aerospace, Industrial, Mechatronic and Manufacturing Engineering Sayı:8, 2014.
- Lee, J.; Kao, H.; Yang, S., “Service Innovation and Smart Analytics For Industry 4.0 and Big Data Environment”, Science Direct Magazine, Sayı: 16, 2014.
- Breunig, M.; Kelly, R.; Mathis, R.; Wee, D., “Getting the most out of Industry 4.0”, McKinsey&Company Operations Web Sitesi, Erişim: <<http://www.mckinsey.com/business-functions/operations/our-insights/industry-40-looking-beyond-the-initial-hype>>, Mayıs 2017.
- Engelman,R; “The Second Industrial Revolution”, U.S. History Scene Web Sitesi, Erişim: <<http://ushistoryscene.com/article/second-industrial-revolution/>>, Nisan 2017.
- Moment Expo Dergisi, “Davos 2016 Gündemi: Endüstri 4.0”, Sayı: 92, 2016.
- Nedim Bayuk; Abdullah Öz, “Nesnelerin İnterneti ve İşletmelerin Pazarlama Faaliyetlerine Etkileri”, The Journal of Academic Social Science Yıl: 5, Sayı: 43, 2017.
- Ötleş, S.; Özyurt, V., “Büyüme ve Verimlilik İçin Dijitalleşme”, Ege Üniversitesi, Gıda Mühendisliği Bölümü Dergisi, Sayı: Ekim 2016.
- Selek Öz, C.; Karagöz, S., “Avrupa 2020 Hedeflerinin Avrupa İstihdam Stratejisi Çerçevesinde Değerlendirilmesi”, Yüzüncü Yıl Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, Sayı:32, 2015.
- World Economic Forum, “Global Challenge Insight Report”, 2016.

- Fusun Kavrakoğlu, “Sanayi Devrimleri”, Kişisel Blog, Erişim: <<http://blog.kavrakoglu.com/tag/ikinci-sanayi-devrimi/>>, Nisan 2017.
- İrem Dede (2017), “Dijital Sanayi Devrimi 7: Endüstri 4.0’Da 3D Yazıcılar”, Industryolog akademi Web Sitesi, Erişim: <<https://industryolog.com/dijital-sanayi-devrimi-4-endustri-4-0da-3d-yazicilar/>>, Mayıs 2017.
- Sağlık ve Bilişim Web Sitesi, “Dördüncü Sanayi Devrimi: Avrupa Birliği ve ABD”, Erişim: <<https://saglikvebilisim.wordpress.com/2016/01/28/dorduncu-endustri-devrimi-2-avrupa-birligi-ve-abd/>>, Mayıs 2017.
- Jeremy Rifkin, “Üçüncü Sanayi Devrimi”, İletişim Yayınları, Birinci Baskı, İstanbul, 2014.
- “Nesnelerin İnternetinde Biz Neredeyiz?”, Erişim: <<http://www.endustriotomasyon.com/tr/icerik/sayfa/nesnelerin-internetinde-biz-neredeyiz>>, Mayıs 2017.
- KÜÇÜKKALAY, Mesut, “Endüstri Devrimi ve Ekonomik Sonuçlarının Analizi”, Süleyman Demirel Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, Sayı:2, Güz, 1997.
- Ekrem Erdem, “Sanayi Devrimi’nin Ardından Osmanlı Sanayileşme Hamleleri”, Erciyes Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, Sayı: 48, Temmuz-Aralık, 2016.
- Uğur Tandoğan, “Üçüncü Sanayi Devrimine Ne Kadar Hazırız?”, Dünya Gazetesi Web Sitesi, Erişim: <<http://www.dunya.com/kose-yazisi/ucuncu-sanayi-devrimine-ne-kadar-haziriz/13008>>, Nisan 2017.
- Endüstri 4.0 web sitesi, “Endüstri Tarihine Kısa Bir Yolculuk”, Erişim: <<http://www.endustri40.com/endustri-tarihine-kisa-bir-yolculuk/>>, Nisan 2017.
- Gökçen Göksal, “İngiliz Sanayi Devrimi”, Kora Yayınları, İstanbul, 2003.
- Şelale Özdemir, “Sanayi Devriminin Bilim Tarihi Üzerine Etkisi”, Mart 2014 Üretim Ekonomisi Kongresi Bildirisi, 2014.
- Ayça Aslıhan Özüdoğru, “Adana’da Dokuma Sanayi Yapılarının Endüstri Mirası Kapsamında İncelenmesi”, Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 2010.
- Suphi Burak Üskent, “19. YY. İngiliz Romanında Endüstri Devriminin Yansımaları”, Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, 2006.
- Tarihi Olaylar web sitesi, erişim: <<http://www.tarihiolaylar.com/tarihi-olaylar/sanayi-devrimi-1107>>, Nisan 2017.
- BBC web sitesi, “James Watt”, Erişim: <http://www.bbc.co.uk/history/historic_figures/watt_james.shtml>, Nisan 2017.

Wikipedia Web Sitesi, Erişim: <https://tr.wikipedia.org/wiki/B%C3%BCy%C3%BCk_veri>, Nisan 2017.

Eric Auschitzky, “How Big Data Can Improve Manufacturing?”, McKinsey Web Sitesi, Erişim: <<http://www.mckinsey.com/business-functions/operations/our-insights/how-big-data-can-improve-manufacturing>>, Nisan 2017.

Muharrem Gürkaynak; Adem Ali İren, “Reel Dünyada Sanal Açmaz: Siber Alanda Uluslararası İlişkiler”, Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, Sayı: 2 (2011), 2011.



EKLER

Ek 1: Tablo 3.1 Mülakat Soruları

- 1- Dijitalleşme için Endüstri 4.0'ın ilk adımıdır diyebilir miyiz?
- 2- Endüstri 4.0 ile beraber hangi meslek gruplarına talebin artacağını düşünüyorsunuz?
- 3- Endüstri 4.0 ile ilgili yanlış bilinenler nelerdir?
- 4- Türkiye'de Endüstri 4.0'ın anlam ve önemi nedir?
- 5- Real time verilerin şirketler için önemi nedir?
- 6- Adını bilmediğimiz yeni meslek gruplarının uzmanlık alanlarının ne olacağını düşünüyorsunuz?
- 7- Geleceğin fabrikalarını nasıl hayal ediyorsunuz?