

T.C  
SAKARYA ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**4. ENDÜSTRİ DEVRİMİ İÇİN YOL HARİTASI  
BELİRLENMESİNDE FARKLI ÜLKE ÖRNEKLERİNİN  
İNCELENMESİ VE TÜRKİYE İÇİN MODEL ÖNERİSİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Gizem ERÇAĞ**

**Enstitü Anabilim Dalı : ENDÜSTRİ MÜDENDİSLİĞİ**

**Tez Danışmanı : Prof.Dr. Harun TAŞKIN**

**Eylül 2017**

T.C  
SAKARYA ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

4. ENDÜSTRİ DEVRİMİ İÇİN YOL HARİTASI  
BELİRLENMESİNDE FARKLI ÜLKE ÖRNEKLERİNİN  
İNCELENMESİ VE TÜRKİYE İÇİN MODEL ÖNERİSİ

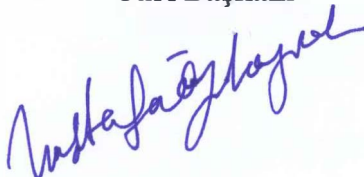
YÜKSEK LİSANS TEZİ

Gizem ERÇAĞ

Enstitü Anabilim Dalı : ENDÜSTRİ MÜDENDİSLİĞİ

Bu tez 28/09/2017 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oybirliği/oyçokluğu ile kabul edilmiştir.

Prof. Dr.  
Mustafa ÖZBAYRAK  
Jüri Başkanı



Prof. Dr.  
Harun TAŞKIN  
Jüri Üyesi



Prof. Dr.  
Cemalettin KUBAT  
Jüri Üyesi



## BEYAN

Tez içindeki tüm verilerin akademik kurallar çerçevesinde tarafımdan elde edildiğini, görsel ve yazılı tüm bilgi ve sonuçların akademik ve etik kurallara uygun şekilde sunulduğunu, kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapılmadığını, başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunulduğunu, tezde yer alan verilerin bu üniversite veya başka bir üniversitede herhangi bir tez çalışmasında kullanılmadığını beyan ederim.

Gizem ŞAHİN ERÇAĞ

28.09.2017

## **TEŞEKKÜR**

Yüksek lisans eğitimim boyunca değerli bilgi ve deneyimlerinden yararlandığım, her konuda bilgi ve desteğini almaktan çekinmediğim, araştırmanın planlanmasından yazılmasına kadar tüm aşamalarında yardımlarını esirgemeyen, teşvik eden, aynı titizlikte beni yönlendiren değerli danışman hocam Prof. Dr. Harun TAŞKIN'a teşekkürlerimi sunarım.

## İÇİNDEKİLER

|                                       |      |
|---------------------------------------|------|
| TEŞEKKÜR .....                        | i    |
| İÇİNDEKİLER .....                     | ii   |
| SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ ..... | iv   |
| ŞEKİLLER LİSTESİ .....                | v    |
| TABLolar LİSTESİ .....                | vi   |
| ÖZET .....                            | vii  |
| SUMMARY .....                         | viii |

### BÖLÜM 1.

|             |   |
|-------------|---|
| GİRİŞ ..... | 1 |
|-------------|---|

### BÖLÜM 2.

|   |    |
|---|----|
| LİTERATÜR ARAŞTIRMASI .....                                 | 3  |
| 2.1. Endüstri'nin Gelişimi.....                             | 3  |
| 2.1.1. 1.Endüstri devrimi .....                             | 3  |
| 2.1.2. 2.Endüstri devrimi .....                             | 4  |
| 2.1.3. 3.Endüstri Devrimi.....                              | 5  |
| 2.1.4 .4. Endüstri devrimi .....                            | 7  |
| 2.2. Türkiye'de İmalat Sanayinin Gelişimi.....              | 8  |
| 2.2.1. 20. Yüzyıl.....                                      | 8  |
| 2.2.2. 21. Yüzyıl.....                                      | 11 |
| 2.3. 4. Endüstri devrimi Kavramı.....                       | 14 |
| 2.3.1. 4. Endüstri devriminin ayırt edici özellikleri ..... | 18 |
| 2.3.2. Siber-fiziksel sistemler .....                       | 21 |

|   |    |
|---|----|
| 2.3.3. Nesnelerin İnterneti.....  | 24 |
| 2.3.4. Büyük Veri ve Bulut Sistemi .....  | 25 |
| 2.3.5. Akıllı Fabrikalar.....   | 26 |
| 2.4. 4. Endüstri Devriminin Gerçekleşmesi İçin Öne Sürülen Beş Neden ..               | 26 |
| 2.5. 4. Endüstri Devriminin Sektörlere Etkisi.....                                    | 28 |
| 2.5.1. İmalat sektörü .....   | 28 |
| 2.5.2. Otomotiv sektörü .....   | 29 |
| 2.5.3. Tekstil sektörü.....   | 30 |
| 2.6. 4. Endüstri Devrimini Uygulayan Firma Örnekleri .....                            | 32 |
| 2.6.1. Bosch .....  | 35 |
| 2.6.2. Festo .....  | 36 |
| 2.6.3. Mitsubishi .....   | 37 |
| 2.6.4. Siemens .....  | 37 |
| 2.7. Robot Teknolojisi ve İşgücü Piyasasına Etkisi.....                               | 38 |
| 2.8. Firmaların 4. Endüstri Devrimine Uyum Sağlamak İçin Yapmaları<br>Gerekenler..... | 43 |
| 2.9. 4. Endüstri devrimi Yolunda Türkiye .....  | 47 |
| <br>  |    |
| BÖLÜM 3.  |    |
| FARKLI ÜLKE ÖRNEKLERİNİN İNCELENMESİ VE TÜRKİYE İÇİN<br>MODEL BELİRLENMESİ.....       |    |
| 3.1. Güney Kore ve 4. Endüstri Devrimi .....  | 55 |
| 3.2. Meksika ve 4. Endüstri Devrimi .....   | 59 |
| 3.3. Hindistan ve 4. Endüstri Devrimi .....   | 64 |
| 3.4. Türkiye için Model Örneği .....  | 70 |
| <br>  |    |
| BÖLÜM 4.  |    |
| SONUÇ .....   | 73 |
| <br>  |    |
| KAYNAKLAR .....   | 75 |
| ÖZGEÇMİŞ .....  | 81 |

## **SİMGELER VE KISALTMALAR**

|          |   |
|----------|---|
| AB       | : Avrupa Birliği                                  |
| ABD      | : Amerika Birleşik Devletleri                     |
| AR-GE    | : Araştırma ve geliştirme                         |
| ASELSAN  | : Askeri Elektronik Sanayii                       |
| CNC      | : Computer Numerical Control                      |
| HAVELSAN | : Hava Elektronik Sanayii                         |
| İTÜ      | : İstanbul Teknik Üniversitesi                    |
| OECD     | : Ekonomik Kalınma ve İş birliği Örgütü           |
| ROKETSAN | : Roket Sanayii                                   |
| SSM      | : Savunma Sanayii Müsteşarlığı                    |
| TAİ      | : Havacılık ve Uzay Sanayii                       |
| TEİ      | : Motor Sanayii                                   |
| TEYDEP   | : Teknoloji ve Yenilik Destek Programları         |
| TÜSİAD   | : Türk Sanayicileri ve İş adamları Derneği        |
| TÜBİTAK  | : Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu |

## ŞEKİLLER LİSTESİ

|  |    |
|--|----|
| Şekil 2.1. 1. Endüstri devrimi dönemindeki icatlar.....  | 4  |
| Şekil 2.2. 2. Endüstri devrimi dönemindeki icatlar.....  | 5  |
| Şekil 2.3. 3. Endüstri devrimi dönemindeki icatlar.....  | 6  |
| Şekil 2.4 Sanayi evriminin aşamaları.....  | 15 |
| Şekil 2.5. 4. Endüstri devrimi etkisindeki akımlar.....  | 16 |
| Şekil 2.6. 4. Endüstri devrimini oluşturan unsurlar .....  | 17 |
| Şekil 2.7. 4. Endüstri devriminin genel görünümü .....   | 21 |
| Şekil 2.8. Nano teknoloji ile üretilen ürünler .....   | 32 |
| Şekil 2.9. Tekstil elektroniği ve sensörlerin gelişim süreci .....                                 | 33 |
| Şekil 2.10. Ülkelerin 4.0 içindeki konumları .....   | 34 |
| Şekil 2.11. Akıllı çöp kovaları .....  | 35 |
| Şekil 2.12. Endüstriyel robot örneği .....   | 38 |
| Şekil 2.13. Akıllı robot örneği.....   | 39 |
| Şekil 2.14. Endüstriyel robot satışlarını gösteren harita .....                                    | 40 |
| Şekil 2.15. Endüstriyel robotların yıllık arzını gösteren grafik.....                              | 40 |
| Şekil 2.16. 4. Endüstri devriminin getirdikleri.....   | 45 |
| Şekil 2.17. 4. Endüstri devrimine uyum sağlamanın zorluklarını gösteren kişi<br>bazlı grafik ..... | 47 |
| Şekil 2.18. Stratejik hedefler.....  | 52 |



## TABLULAR LİSTESİ

|   |    |
|---|----|
| Tablo 2.1. Siber fiziksel sistemlerin gelişimi .....  | 23 |
| Tablo 2.2. Siber fiziksel sistemlerin siber ve fiziksel özelliklerinin<br>Karşılaştırılması ..... | 24 |
| Tablo 2.3. Küresel ölçekte 4. Endüstri devrimi'nin sektörlere .....                               | 29 |
| Tablo 2.4. İnovatif Şirketler .....   | 36 |
| Tablo 2.5. 1950 sonrasında ülkelerin gelir düzeylerinde saptanan artış .....                      | 49 |
| Tablo 2.6. Teknoloji düzeyine göre ihracat fiyatındaki değişimler .....                           | 50 |
| Tablo 2.7. PISA testi sonuçları .....   | 51 |
| Tablo 3.1. Ülkeleri 4. Endüstri devrimi değerlemesi .....   | 70 |

## ÖZET

Anahtar kelimeler: Endüstri, sanayi, devrim, model, Türkiye, 4. Endüstri Devrimi

İlk kez 2011 yılında Hannover Fuarı'nda ortaya atılan, aynı zamanda 4. Endüstri Devrimini ifade eden Endüstri 4.0 kavramı temel olarak teknolojinin üretimle harmanlanmasıyla ortaya çıkan insansız iş gücüne yönelik gelişmeleri ifade eder. Türkiye'nin, modern endüstrinin geldiği son nokta olan 4. Endüstri devrim çağına uyum sağlamakta zorlandığı ve geliştirmekte olan bir ülke olarak sanayi toplumu olmaktan uzak olduğu yadsınamaz bir gerçektir. Bu tezin yazılma amacı ise bu gerçekler ışığında geri kalınma sebeplerinin tespit edilerek çözümleme süreci için Türkiye adına ileri yönelik bir hareket planı çıkartmaktır. Bu bağlamda 4. Endüstri devrimi kavramı kronolojik olarak incelenmiş, ulusal ve küresel etkileri örnekleme yoluna gidilerek veri haline getirilmiş ve Türkiye için örnek bir model oluşturulmuştur.

# **THE ANALYSE OF COUNTRY EXEMPLA TO DETERMINE THE ROADMAP FOR 4<sup>th</sup> INDUSTRIAL REVOLUTION AND A MODEL SUGGESTION FOR TURKEY**

## **SUMMARY**

Keywords: Industries, revolution, model, Turkey, industry 4.0

The Industry 4.0 concept, which was first introduced at the Hannover Fair in 2011, expressing the 4th Industrial Revolution at the same time, expresses the developments towards the unmanned labor power emerging from the blending of technology with production. It is an undeniable fact that Turkey is far from being an industrial society as a developing country and it is difficult to adapt to the era of the Industrial 4.0, the last point where modern industrialism is coming. The purpose of writing this thesis is to determine the causes of backwardness in the light of these facts and to prepare an action plan for the resolution process in the name of Turkey. In this context, the concept of Industry 4.0 was examined in chronological order, national and global effects were considered by sampling, and a model for Turkey was created.

## BÖLÜM 1. GİRİŞ

Modern çağın teknolojik devrimi olan 4. Endüstri devrimi kavramı aynı zamanda 4. Sanayi devrini ifade eder. Bu durum tezin ana konusunu oluşturan kavramın iyi anlaşılması için başlangıçtan itibaren ilk üç aşamanın detaylı incelenmesi zorunlu kılabilir. Bu sebepten ötürü tezin ilk kısmında endüstri gelişimi kronolojik bağlamda süreçlere bölünerek incelenmiştir. Bu süreç; 1760'lı yıllarda beden gücünden makine pratikliğine geçişin başlangıcı olan 1. Sanayi devrimi ile başlayıp, 1840'lı yıllarda aynı zamanda teknolojik devrim olarak da bilinen 2. Sanayi devrimi ile devam eder ve iki savaşın ardından yavaşlamaya giren teknolojik ve endüstriyel gelişimlerin tekrar hareketlendiği 1950'li yıllarda başlayan 3. Sanayi devrimi ile küçülerek pratikleşen elektronik çözümlerle 4. Endüstri devriminin temellerinin atılmasıyla sonuçlanır. Bahsi geçen sebeplerden ötürü öncelikle endüstriyel evrim süreci neden ve sonuç ilişkisi çerçevesine oturtularak incelenmiş ve 4. Endüstri devriminin gelişimi, farklılıkları, gereklilikleri detaylandırılarak anlaşılabilirliğin yolu açılmıştır.

Endüstriyel evrimin evrensel bağlamda objektif yargularla işlenmesinin ardından durum yerel boyutta ele alınarak Türkiye'nin bu evrim sürecinde geçtiği aşamalar aktarılmış, uyum sağlama ve gelişme süreci 4 devrim döneminde yapılan çalışmalara istinaden tarihsel dilimlere bölünerek incelenmiştir. Örnekleme yoluna gidilerek Türkiye merkezli bazı büyük firmaların sanayileşmede bilgisayar çağına uyum sağlamak adına bulunduğu girişimler ve gelişmeler aktarılmıştır. Buraya kadar bahsi geçen tüm olgular ana konunun anlaşılması için zemin hazırlar niteliktedir.

Gelişim sürecinin yerel ve küresel bağlamda açıklanmasının ardından 4. Endüstri devrimi kavramı, kavramı oluşturan tüm alt dinamikleriyle birlikte detaylandırılarak izahat edilme yoluna gidilmiştir. Bu süreçte verilerden, çeşitli görsellerden ve dünya devri bazı sanayilerin örneklenmesinden faydalanılmıştır. Akıllı fabrikalar, bulut bilişim teknolojileri gibi önemli kavramlar işlenerek, yer yer ülkemizin bu gelişme

haritasındaki konumuna değinilmiş ve kavram varlığının tüm hatlarıyla ortaya konmuştur.

4. Endüstri devrimi kavramının açıklanmasının ardından -aynı zamanda tezin temel amacı olan- Türkiye için model oluşturma süreci başlamıştır. Model oluşturabilmek adına gelişmişlik düzeyleri, uyum süreci kapsamında yaptıkları girişimler ve buldukları noktalar baz alınarak 3 örneklem ülkesi belirlenerek 4. Endüstri devrimi politikaları veriler vasıtasıyla incelenmiş, incelemeler sonucunda çıkan tablo doğrultusunda Türkiye için eylem planı hazırlanmıştır.

## **BÖLÜM 2. LİTERATÜR**

### **2.1. Endüstrinin Gelişimi**

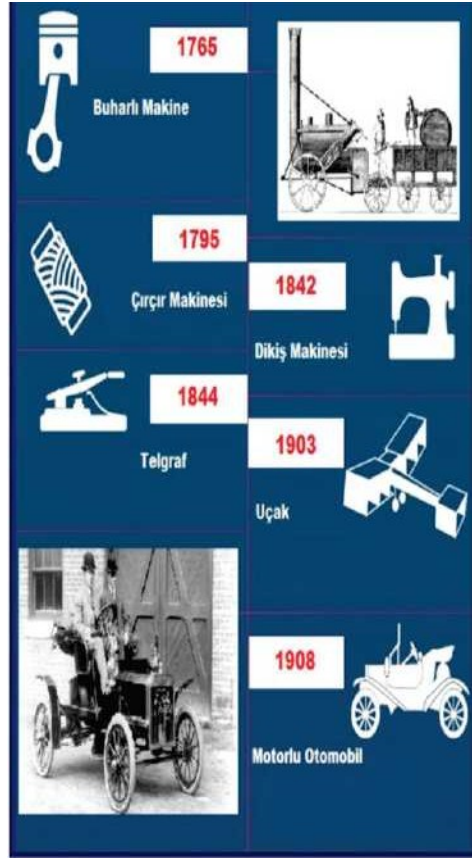
4. Endüstri Devrimini anlayabilmek için ilk olarak sanayi tarihinin gelişimini ve günümüz üretim süreçlerine nasıl gelindiğini incelemek gerekmektedir. Bu bağlamda, aşağıda ilk üç Sanayi Devrimi kapsamında, üretim süreçlerinin, geçmişten günümüze nasıl bir değişim geçirdiğinden bahsedilmiştir.

#### **2.1.1. 1. Endüstri devrimi**

İlk Endüstr Devrimi, 1760'lı yıllarda başlayıp, 1830'lara kadar devam eden süreyi kapsamaktadır. Bu süreçte; genel olarak üretim, el ve beden emeğinden makine gücüne doğru bir evrim geçirmiştir. Nitelik ve nicelik yönünden artış gösteren makineler, buhar gücüyle işlev kazanmışlardır. İlgili süreçte aynı zamanda odun ve bio yakıt yerine kömürün kullanılmaya başlanması, makinelerin daha da yaygınlaşmalarını sağlamıştır.

İngiltere'de başlayan ve bahsi geçen özellikler doğrultusunda ilerleme kaydeden Endüstri Devrimi, kısa sürede tüm Avrupa'ya ve ABD'ye yayılmıştır. Üretim yapısındaki bu köklü değişim, ekonomi dünyasını olduğu kadar toplumsal yapıyı da büyük ölçüde değiştirmiştir. Zira söz konusu gelişmelerin ışığında, ortalama yaşam süresi uzamış ve nüfusta artış gözlenmiştir.

Ayrıca gündelik yaşam büyük ölçüde pratikleşmiş ve böylece yaşam kalitesi artmıştır. Makinelerin üretimi pratikleştirmesiyle, üretilen ürün sayısında büyük bir artış kaydeden Avrupa'nın, bu ürünleri pazarlayabileceği ve ayrıca yeni hammadde kaynakları elde edebileceği Orta, Yakın ve Uzak Doğu topraklarına yönelmesi ise uluslararası ilişkileri etkilemiş ve ülkelerin sınırlarını baştan aşağı yeniden çizmiştir.



Şekil 2.1. Endüstri 1.0 dönemindeki icatlar

### 2.1.2. 2. Endüstri devrimi

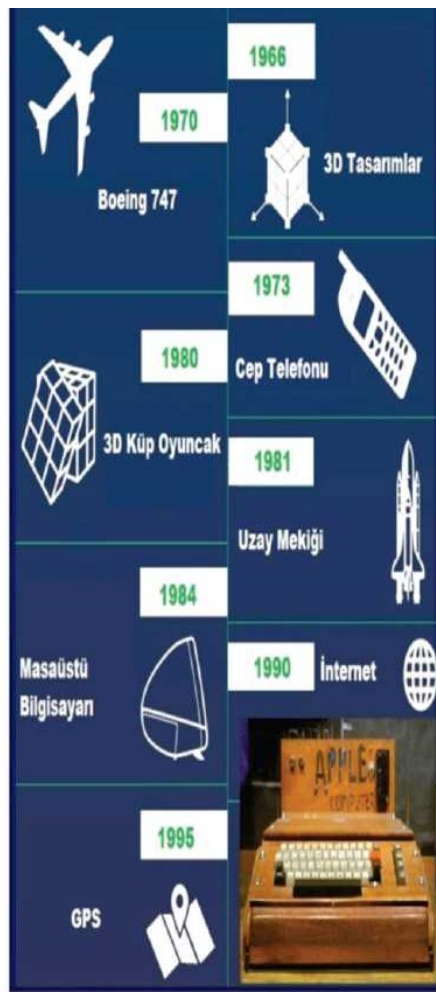
I. Endüstri Devrimi kapsamında üretimin mekanikleşmesinden bir süre sonra, 1840'lı yıllardan itibaren, teknolojinin daha da ilerlemesiyle, II. Endüstri Devrimi'nin temelleri atılmaya başlanmıştır. Bu bağlamda, genel olarak 1840 - 1870 dönemini kapsayan bu süreç, teknoloji devrimi olarak da bilinmektedir.

I. Endüstri Devrimi'nin ortaya çıkmasında demiryolları başta olmak üzere ulaşım ağının gelişmesinin büyük rolü olmuştur. Ulaşımın kolaylaşması, hammadde teminini de büyük ölçüde kolaylaştırmış, üretim sürecinden çıkan ürünlerin yeni ve uzak pazarlara ulaşmasını sağlamıştır.

I. Endüstri Devrimi'nin bir diğer önemli özelliği de, elektrik teknolojisinin gelişmesi ve üretim hatlarında kullanılmaya başlanmasıdır. Buhar gücünden çok daha güçlü

olan bu yeni ve üstün teknoloji, makinelerin daha çok gelişmesine ve üretimin büyük oranda artmasına yardımcı olmuştur. Böylece dünya, seri üretim kavramıyla tanışmıştır. Söz konusu dönemde seri üretimin en bilinen ve çarpıcı örneklerinden biri, Henry Ford'un, Ford Motor Şirketi olmuştur.

Hammadde olarak demir ve çeliğin yaygın bir biçimde kullanılmaya başlandığı ve ağır sanayinin geliştiği, II. endüstri devriminin dünyadaki ana yürütücüleri İngiltere, Almanya, ABD ve Japonya olmuştur.



Şekil 2.2. Endüstri 2.0. dönemindeki icatlar

### 2.1.3. 3. Endüstri devrimi

20. yüzyılın ilk yarısı, iki büyük dünya savaşıyla ve ülke sınırlarının alt üst olmasıyla şekillenmiş ve sanayileşme ile teknolojik ilerleme anlamında, önceki dönemlere



kıyasla yavaşlama ortaya çıkmıştır. Bu durağanlıkta, savaşlar kadar pek çok ülkede, özellikle de ilk iki devrim sürecinde sanayileşmiş olan ülkelerde, yıkıcı etkiler yaratan 1929 küresel krizi gibi olumsuz ekonomik gelişmeler de rol oynamıştır. Bu doğrultuda sanayinin yeni bir gelişme yakalayabilmesi ancak krizin etkilerinin azalması ve 2. Dünya Savaşı'nın bitmesinin ardından, 1950'li yıllarda mümkün olabilmektedir. 1950'li yıllarla birlikte, dijital teknoloji gelişmeye başlamış ve III. Sanayi Devrimi'nin temelleri atılmıştır.

Özellikle Z1 olarak adlandırılan ve mekanik elektrikle çalışan hesap makinesinin üretilmesi, akabinde de bilgisayara kadar uzanan, çığır açıcı dijital gelişmeler, üretim süreçlerine de yeni bir boyut kazandırmıştır. 3. Endüstri Devrimi'ni ortaya çıkaran bir diğer önemli gelişme süper bilgisayarlarla birlikte iletişim teknolojilerinin gelişmesidir.



Şekil 2.3. 3. Endüstri dönemindeki icatlar

Üretim süreçlerinde bilgisayar ve iletişim teknolojilerinin kullanılmaya başlanması, çok daha küçük, mekanik ve pratik ürünlerin gündelik hayata girmesini sağlamıştır. Öyle ki; bu süreçte makineler, iş hayatında olduğu gibi gündelik hayata da hakim olmaya başlamış, böylece beden gücüne duyulan gereksinim kişisel yaşam içerisinde de ortadan kalkmaya başlamıştır.

#### **2.1.4. 4. Endüstri devrimi**

4. Endüstri Devrimi, sanayide, genel olarak makinelerin insan gücüne gerek kalmaksızın kendilerini ve üretim süreçlerini yönetmeye başlamalarıyla ortaya çıkmıştır. Makineler bu üst düzey ve güncel yapılarını; bilgisayar, iletişim ve internet teknolojilerinin harmanlanmasıyla ortaya çıkan karma teknolojiye borçludurlar. “Nesnelerin İnterneti” kavramıyla anılan bu ileri düzeyde gelişmiş yapı, neredeyse üretim gerçekleştiren bir fabrikanın kendi kendini yönetebilmesine kadar uzanmıştır.

4. Endüstri Devrimi ya da diğer sık kullanılan adıyla Endüstri 4.0, ilk kez 2011 yılında Hannover Fuarı’nda dile getirilmiştir. Fuarı katılan uzmanlar tarafından, bilişim çağının modern yüzünün, üretim süreçlerine yepyeni bir boyut kazandırdığı ve yeni bir Endüstri Devrimi’nin yaşanmakta olduğu ifade edilmiştir.

Almanya Hükümeti’nin, dile getirilen bu görüşleri, yeni bir sanayi stratejisi olarak ele almasıyla, 4. Endüstri Devrimi kavramsal olmaktan öte, resmi bir nitelik de kazanmıştır.

Söz konusu fuardan sonra 4. Endüstri Devrimi üzerinde bir çalışma grubu kurulmuş ve çalışma grubu, bir yıl sonra, Endüstri 4.0’ın stratejik biçimde uygulanabilmesi yönündeki önerilerini hem yine Hannover Fuarı’nda sunmuş hem de Almanya Hükümeti’ne raporlamıştır. Bu çalışma grubunun başkanlığını ise Bosch şirketinde yönetici olan Siegfried Dias ve SAP AG firmasında üst düzey yönetici olan Hennig Kagermann üstlenmiştir. 2.3. numaralı başlık altında 4. Endüstri devrimi kavramı detaylı bir şekilde incelenecektir.

## 2.2. Türkiye’de İmalat Sanayi Gelişimi

Türkiye sanayileşme girişimleri çoğu zaman sanıldığıının aksine 20. yüzyılı beklemedi. Özellikle Osmanlı’nın bazı vilayetleri yukarıda anlatılan dönüşümü yakalamaya çalıştı. Ama Osmanlı çok büyük ve kozmopolitti. İmparatorluk merkezde bu çabayı ıslahatlarla yakalamaya çalışmaktaydı.

### 2.2.1. Yirminci yüzyıl

Osmanlı İmparatorluğu 20. yüzyılın başına kadar üç kıtanın kavşağındaki devasa topraklarıyla Balkanlarda dahi tarım toplumundan çıkma ihtiyacını pek hissetmemiş gibiydi. Zaten bilim ve teknoloji alanında İmparatorluğun duraklama döneminden bu yana pek bir hareketlenme görülmediği gibi, gündelik yaşama yeni teknolojilerin girişi, halk arasında “gavur icadı” kavramı ile dile gelen bir değişime direnç göstergesiydi.

Yukarıda değindiğimiz, Motorizasyonda elektrik kullanımı öyküsü, Osmanlı’da ağırlıklı olarak aydınlatmada elektrik kullanımına dönüşür. 1902 yılında Tarsus’da kurulan küçük güçteki hidroelektrik santralini saymazsak, ilk büyük elektrik üretimi 1914 yılında İstanbul’da kurulan Silahtarağa termik santralidir. Yani Türkiye’de elektrik enerjisi kullanımı batıdan yaklaşık çeyrek asır sonra başlamış, ama yaygınlaşması daha da uzun zaman almıştır.

Bilim ve teknolojiye geri kalma, uzun vadede ekonomik, sosyal ve siyaset üzerindeki etkilerinin dışında; Osmanlı’nın askeri tarihine düştüğü “yenilgi kayıtlarıyla” da hayat bulur. Bu kayıtlar savunma ve güvenlik alanında meselenin ilim ve fende geri kalmak olduğunu 18. yüzyıldan başlayarak sorgular olmuştur. Bu bağlamda Türk mühendisliğinin doğuşuna bir göz atalım. Göreceğiz ki, mühendislik bu topraklarda kendiliğinden yeşermemiş, Sanayi Devrimini yapan ülkelerden “ithal” yoluyla gelmiştir.

Ruslarla savaşta Osmanlı donanmasının Çeşme önlerinde yaşadığı bozgunu askeri eğitimdeki zaafırlara bağlayan analizler, padişah III. Mustafa’yı ikna eder. Cezayirli

Hasan Paşa'nın inisiyatifıyla Mühendishaneyi Bahri Hümayun Kasımpaşa'da kurulur. Okulun Mühendishane olarak kurulmuş olması aslında zaafiyetin sosyokültürelenden ziyade, fenni alanda olduğunun bir delili olmalı. Daha sonra III. Selim zamanında 1795'te kurulan Mühendishane-i Berr-i Hümayun'da ise haritacılık, gemi inşaat, inşaat mühendisliği ve balistik, öğretimi amaçlandı. 1847'de mimarlık eğitimi de verilmeye başlandı.

Mühendishane, her ne kadar bir askeri okul olsa da, sivil öğrenci ve hoca da kabul ediyordu. Sadece asker değil devlet adamı ve profesyonelleri de yetiştiren okulun ilk Cumhurbaşkanı mezunu İsmet İnönü'dür. Tıpkı topçu kökenli buradan mezun diğer parlak Osmanlı zabitleri gibi. Genç Cumhuriyetin ilk kamusal sanayi yatırımlarında, İnönü'nün bu eğitimi herhalde etkili olmuştur. Cumhuriyet kurulduktan dört yıl sonra, sanayileşme hamlesine mühendis yetiştirmek üzere okul "Yüksek Mühendis Mektebi"ne dönüştürülür. İkinci Dünya Savaşında yurtdışından pek çok akademisyen transfer eden okul, savaşın sonlarına doğru da İstanbul Teknik Üniversitesi (İTÜ) adını alacaktır. 8. ve 9. Cumhurbaşkanı Turgut Özal ve Süleyman Demirel, Başbakanlar Necmettin Erbakan ve Binali Yıldırım da İTÜ mezunudur. 20. yüzyılda, devlet politikalarına yön veren bu mühendis kökenli siyasi liderlere rağmen, Türkiye Cumhuriyeti'nde sanayileşme hamlesinin olgunluğa bir türlü erişememiş olması tartışmaya muhtaç bir meseledir. Dijital çağı sonradan yakalayan pek çok başka ülkede de, ilk mühendis mektebini kurarken hocaları daha ileri ülkelerden getirme veya bu ülkelere hoca yetiştirmek üzere öğrenci gönderme uygulamaları yaşanmıştır. Keza Sanayi Devrimine ilk adımlarını atarken, ulusal sanayi temellerini dışarıdan teknoloji transferine dayamanın örnekleri de çoktur. Ancak bu maceradan gelen Uzak Asya Kaplanları olarak andığımız ülkeler, elektronik ve bilişim sanayiinde küresel rekabette pek çok alanda Avrupa ve ABD'nin önüne geçebilmektedir. Genç Türkiye Cumhuriyeti, tarım toplumundan bir türlü kurtulamayan Osmanlı döneminde atlanan sanayi devrimlerini hızlandırılmış çekimde oynatmayı dener. Karma ekonomik modelde demir-çelik, cam, tekstil gibi sanayi dallarında yatırımlar yapar. Doğrusu bu teknolojik düzeydeki sanayi kollarında dünyada rekabetçiliğini koruyarak bugünlere gelir. Ama daha ileri düzey teknolojileri gerektiren sanayi kollarında özlenen düzeye gelemmez. İlk mühendislik mektebini ordusunu güçlendirmek üzere kuran toplumun, savunma ihtiyaçlarında kendine yeterli olmak

amacıyla kurduğu milli savunma sanayiini yeterli olgunluğa getirmesi, bir asır alacaktır. Bilinçaltında “Harbi Umumi” ile peşinden gelen “İstiklal Harbi”nde yaşanan yoklukların izlerini bir türlü silemediği gibi, genç cumhuriyetin baharında karşısında bulduğu İkinci Dünya Savaşının korkusu ile; hemen ardından gelen Soğuk Savaşın baskıları altında savunma teçhizatını ithal etme kolaycılığından kurtulmakta geç kalır. Sanayi hamlesinde ise teknoloji transferi kavramının efsununa kapılır.

Böyle olunca da müttefiklerinden yalvar yakar temin ettiği, az ve orta gelişmişlikteki teknolojilerin transferine dayalı bir akıntıya kapılır. Öte yanda biteviye siyasi ve ekonomik krizlerin baltaladığı ortamlarda kalıcı bir sanayileşme politikasını hayata geçirmek de pek mümkün değildir. İlk üç sanayi devriminin hipnozundaki Demirel “ithal ikamesi” sloganıyla bir sanayileşme hamlesi yürütür. Cumhuriyetin yarattığı ve sonradan TÜSİAD’ı kuran iş adamları, tekstil, otomotiv, gıda gibi orta gelişmişlikteki endüstriyel sektörlere yönelir ve “Ambalaj Sanayiinden Montaj Sanayiine” gibi eleştirilere hedef olur. Bilgi çağını yakalamadaki ilk reformist mühendis Başbakan ise Turgut Özal olur. 1980’li yıllardaki bu dönemde; Türkiye elektronik sanayi, özellikle iletişim ve elektromekanik gibi alt sektörlerde Nortel, Alcatel ve Siemens gibi küresel oyuncuların yerli yatırımlarına sahne olur. Koç Gurubu ise Beko, Arçelik gibi yatırımlarıyla önce yurt içi pazarına, sonra yakın coğrafyaya yönelik tüketim elektroniği alanına açılır.

Otomotiv ve elektronik alanındaki yatırımlar salt ürün ve sistem üreticileriyle sınırlı kalmaz, bunlardan daha güçlü yan sanayiiler yaratır. Türkiye, batının sanayileşme sürecinde savunma sanayinin topyekün (sivil) sanayideki motor rolünün bilincindeki Turgut Özal ile birlikte, on yıllardır niyetlerden öteye geçemeyen ve cılız kalan savunma sanayiini de ayağa kaldırır. Önce savunma sanayiini desteklemek üzere bir fon kurulur ve bu fon, yeni kurulan Savunma Sanayii Müsteşarlığı’na (SSM) bağlanır. Cumhuriyet’in ilk yıllarından beri mühimmat ve silah üreten MKE’de reformlar yapılır. Yatırım kadar yönetim ve yönetişim modellerinin önemini bilen bu mühendis başbakan döneminde Kıbrıs Harekatı’ndan kalan Kara, Hava ve Deniz Kuvvetleri Güçlendirme Vakıflarını tek yapı altında birleştirerek sinerji yaratılır. Yeni oluşun Türk Silahlı Kuvvetleri Vakfı altındaki ASELSAN’ın askeri elektronik, HAVELSAN’ın bilişim sanayiinde önü açılır. F16 uçaklarını doğrudan almak yerine

“eş-üretim” modeliyle TAİ uçak ve TEİ uçak motoru fabrikaları Amerikan-Türk iş ortaklıkları ile kurulur. Zırhlı araç alanında benzeri bir modelle FNSS, yeni füze sistemleri için ise Roketsan kurulur. Özel sektör de resmin içine çekilir. İrili ufaklı altmış kadar özel sermayeli savunma sanayi kuruluşu hızla boy atar.

Ama bütün bu yatırımlar istisnai projeler bir yana, genelde başka ülkelerde tasarlanmış ürün ve süreçlerin Türkiye'de üretim altyapısı olarak kurulan fabrikaların ithalatı olarak sınırlı kalır. Oysa Uzak Asya Kaplanları Güney Kore, Tayvan ve hatta Japonya benzeri serüvenleri başarıyla aşmış ve dünyanın güçlü ekonomileri haline gelmişlerdir. Sanayileşme tarihimizin o özgüvensiz ilk paradigması bir türlü aşılamamaktadır: Türkiye teknolojiyi üretmiyor, tüketiyor. Tarım toplumundan sanayi toplumuna geçmekte zorlanıyor. Dijital Devriminin yarattığı olanaklara özenle bile, sosyolojik ve psikolojik düzeyde bilgi toplumunun hayat tarzına, ekonomik düzeyde ise üretim ve tasarım ilişkilerine uzaktan bakıyor. Devlet politikaları ise çoğu zaman öncü ve aktif değil, popülist bir dürtüyle artçı ve reaktif olarak uygulanılmaktadır. Milli Güvenlik kurulunda anayasa kitapçığı atılır. Dışarıdan Ekonomi Bakanı getirilir, acı reçeteler uygulanır ve hükümet düşer.

### **2.2.2. Türkiye’de 21. yüzyıl**

Milenyumun dönemecinde, AK Parti iktidarı ile Türkiye’de eski Cumhuriyet’in kanıksanmış devlet politikaları tartışmaya açılır ve siyasette kökten değişimler yaşanarak bugünlere gelinir. Bu tartışma devlet yönetimindeki politika tercihlerinden başlayarak, toplumsal dokudaki dönüşümleri de beraberinde getirir. Milli ekonomide küreselleşen dünyaya uyum yasaları çıkarılıp, artan dış ticaret açığı, makroekonomik üretimde “nitelikli katma değer” yaratmadaki engellerle ilişkilendirilir. Sosyo kültürel politikalarda muhafazakarlık hâkim olmasına karşın bilim, teknoloji ve sanayi politikalarında modernizme yönelen reformlar yapılır. “Komşularla sıfır sorun” politikası ve islamlaşma eğilimlerinin ortadoğu coğrafyasında sağladığı ekonomik fırsatlar büyümeyi destekler. Büyüme bilim ve teknolojiyi destekleme zemini sağlar. Son on beş yıl içinde:

Bilim Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı kurularak TÜBİTAK buraya bağlanır. “Ekonomiye dönüşü olan Ar-Ge” kavramı ön plana çıkar. Dijital topluma doğru e-devlet yatırımlarında patlama yaşanır. Buna bağlı olarak okullarda bilgisayarlaşma için milyar dolarlık yatırımlar yapılır. Teknopark yasası revize edilir, Ar-Ge Merkezleri Yasası ile sıra dışı teşvikler sağlanır. Güçlendirilen TÜBİTAK bütçeleriyle TEYDEP ve benzeri Ar-Ge fonları hareketlendirilir. Üniversite, Sanayi ve TÜBİTAK gibi kuruluşlar arasında iş birliği teşvik edilir. Milli Savunmada öncelikli teknolojiler belirlenir, teknoloji panelleri kurulur. Savunma Sanayi Müsteşarlığı projelerinde yabancı şirketlerin baskısı kaldırılır, milli ana yüklenici modeline geçilir. Milli Ar-Ge yapılması yönünde baskı arttırılır. Mükemmeliyet merkezleri ve öncelikli teknolojilerin tanımlanması sektöre insicam getirir.

Bu kökten değişimlerin altında aslında dünyanın büyük ekonomilerinde ilk ona yükselme hedefi yatmaktadır. Yaşanan değişimlerle Türkiye bilgi çağına daha da yaklaşılır. Ama bunlar yeterli olmaz. Tarım toplumundan sanayi toplumuna geçişte bir asır geciken coğrafyamızda, ilk elektrik santrali ABD’den çeyrek asır geç kaldığı gibi; Türkiye, bilgi çağında geç kalmasıyla, toplumsal, siyasi yapısındaki kökten atalet; teknolojik, endüstriyel ve bilimsel alanlardaki atılımlarda direnç odaklarını beslemektedir. Küresel liderliğe oynayanlarla, aramızdaki fark dönem dönem kapansa da, ortalamalarda açılmaktadır. Türkiye ekonomisinin büyüklüğünü, Dijital Devrimi yakalama başarısı ile uyumlaştırılmada zorlanıyor. Makro ekonomik büyüme temposu, bilim-teknoloji ve sanayi tabanındaki gelişme ile yeterince desteklenemiyor. Toplumsal ve bireysel düzeyde, siyasi ve ekonomik hedeflerle bağdaşmayan bir tutukluk yaşanıyor. Muhtemelen ekonomide katma değeri yüksek üretimi destekleyecek yapısal değişimler olmadan bu bocalama kaçınılmaz olacaktır. Yukarıda dünyada tarım toplumundan bilgi toplumuna geçişte elektrik ve elektronik alanında yaşananları ve Dijital Devrimin, teknolojik, ekonomik, siyasi, toplumsal dinamikleri arasındaki ilişkilerini özetlemeye çalıştık. Şimdi de uygulanan politikalar sonucu Türkiye elektronik sanayiinin geldiği durumu ele alalım ve böylece dünya Dijital Devriminin bizdeki geleceğine ait bazı saptamalar yapabilelim. Türkiye Elektrik/elektronik ve bilişim sektörüne ilk bakışta görünen manzara şudur:

Elektrik/elektronik sektörü, otomotiv sektörü gibi orta ve nispeten ileri teknolojik seviyede ürünler üretmektedir. Sanayi orta gelişmişlikteki teknolojilerin transferi ile ayakta duruyor. Yazılım mühendisliği yazılım sanayiine dönüşemiyor. Elektronik teçhizat üretiminde ise:

TESİD (Türkiye Elektronik Sanayicileri ve İş Adamları Derneği) raporuna göre, 2014 yılı sonunda Türk elektronik sanayi yıllık 14 milyar dolarlık bir üretime sahiptir. Bu üretimin beşte biri ithal ikamesi kültürümüz uzantısında tüketim elektroniği, haberleşme ve endüstriyel cihazlar alanındadır. Türkiye elektronik komponent üretimi katma değer seviyesinde olmadığından sektör önemli bir ithalat baskısı altındadır. Dünyaya televizyon ihraç etse de, ekran üretimi olmadığından, ciddi bir katma değer sağlama imkanına sahip değildir. Üretimin ikinci sırasında yer alan tüketim elektroniği 3,7 milyar dolarla önemli bir alt sektör durumundadır. Üçüncü sıradaki haberleşme cihazları alt sektörü nerdeyse dördüncü sıradaki diğer profesyonel cihazlar hacmindedir. Diğer profesyonel teçhizat başlığı altında ise, başta tesis otomasyonuna dayalı elektromekanik, tıbbi elektronik, enerji tesisleri, gibi ürünler yer alır. Bilgisayar üretimi gittikçe artmakta ve 2014 yılı itibariyle tüketim elektroniği düzeyine yetişmektedir. Bu alt sektörde renkli televizyon, ses cihazları, video cihazları, hesap makineleri, yazar kasa, elektronik terazi gibi genelde yerli şartlar ve mevzuata uyması gereken dolayısıyla küresel rekabette siyaseten avantajlı yerli ürünler yer alır. Önemli diğer bileşen sadece elektronik değil bilgi teknolojileri ürünlerini de içermekte olup, öncelikle savunma pazarına yönelik devlet korumasındaki ağırlıklı kamusal şirketlerden oluşur. İşin özü, firma reklamlarındaki sloganlar bir yana Türkiye'den devleşen bir dünya markası çıkamamaktadır. Nitekim elektrik/elektronik ve bilişim teknolojileri alanında yurt içi satışlar da dikkate alındığında görünen o ki; bir yanda 14 milyar dolar teçhizat satışı yapan reel sektörümüz, öte yandan 18 milyar dolar ithalat yapıyor. Yani aslında ekonomik açıdan ciddi şekilde dışa bağımlı olan bir elektronik sektörümüz var. Yılda 6,6 milyar dolar ihracat yapılabiliyor gibi görünmesine rağmen, aslında ihracatının üç katı kadar ithalat yaparak 4 milyar dolar dış ticaret açığı verilmektedir. Elektronik sanayiinde Uzak Asya Kaplanlarının geldiği rekabet düzeyine bakıldığında durum parlak görünmüyor. Devlet ve sanayi çevrelerinde paradigma değişikliğine ihtiyaç var. Milenyum başında, düşük kur ve finansman maliyeti ve devletten sağlanan ciddi



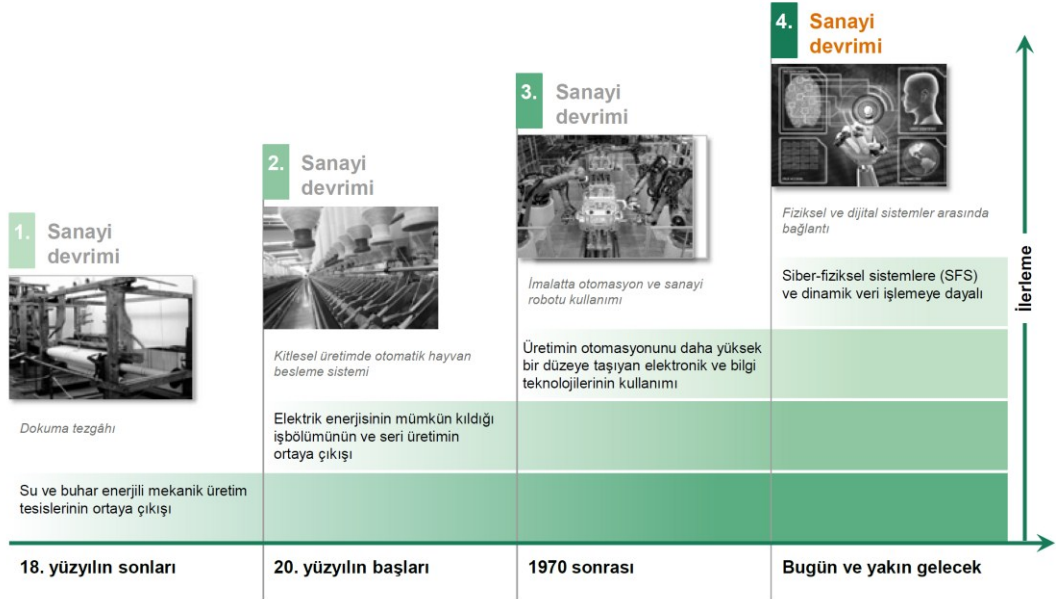
teşviklerle büyüme trendini yakalayan sektörde son yıllarda ciddi bir yavaşlama gözleniyor. Sektör yatırımcılarında ise kendi imkanlarıyla maalesef yapısal bir değişiklik yapma ihtiyacı görülmemektedir. Renkli televizyon örneğini ele alacak olursak 2004'te yılda 20 milyon adet cihaza çıkan üretim şimdilerde yarıya düşmüş ve ele geçirdiği pazarda gerileme durumundadır. O halde aposteriori bir analizle, sektör bu alanda rekabetçi üstünlüğünü koruyacak Ar-Ge ve üretim yatırımlarını yapmak, ya da yenilikçi şirketleri satın almak yerine, karını realize edip konumunu muhafaza etme stratejisini tercih etmiştir. Bu statik duruş, dijital çağın rekabeti yenilikçi teknolojilerle sürdürme kültürüne aykırıdır. Sürekli gelişime dönük üretim kültürü olmadan, küresel pazarlarda sürdürülebilir büyüme yakalanamaz. Dünyada aynı sektörlerde olup da karlarıyla öz kaynaklarını büyüten küresel oyuncular, artı değerlerini bir yandan kendi Ar-Ge'leri üzerinden yatırıma dönüştürmektedir. Öte yandan, büyük stratejik vizyonları ile de; yapılmış teknolojik atılımlarla öne çıkan şirketleri satın alarak, ya da birleşmeler yoluyla küresel rekabette öncü konumlarını korumaktadır.

Türkiye gelecek çeyrek asırda elektronik ve bilişimde çağı yakalayacak ülkelerden biri olacaksa, ileri teknolojiye yönelen sanayi kollarında hem daha çok, hem de daha farklı bir girişimcilik ruhuna ihtiyaç var.

#### **2.3. 4. Endüstri Devrimi Kavramı**

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

## Sanayi 4.0, sanayi (d)evriminin dördüncü aşaması

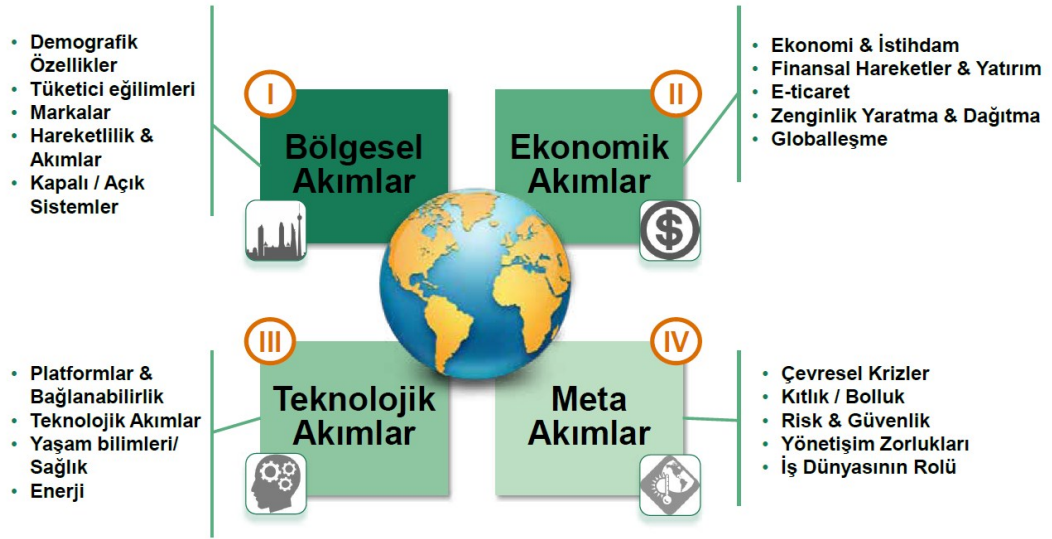


THE BOSTON CONSULTING GROUP

Şekil 2.4. Endüstri devriminin aşamaları

Dört ana başlıkta toplanabilecek birçok akım, iş dünyasındaki paradigmalarda kökten değişikliklere yol açarak, şirketlerin ve ülkelerin rekabet gücünü kapsamlı şekilde dönüştürmeye başladı ve bugünkü sanayi devriminin temellerini attı. Bu akımları aşağıdaki şekilde özetlemek mümkün:

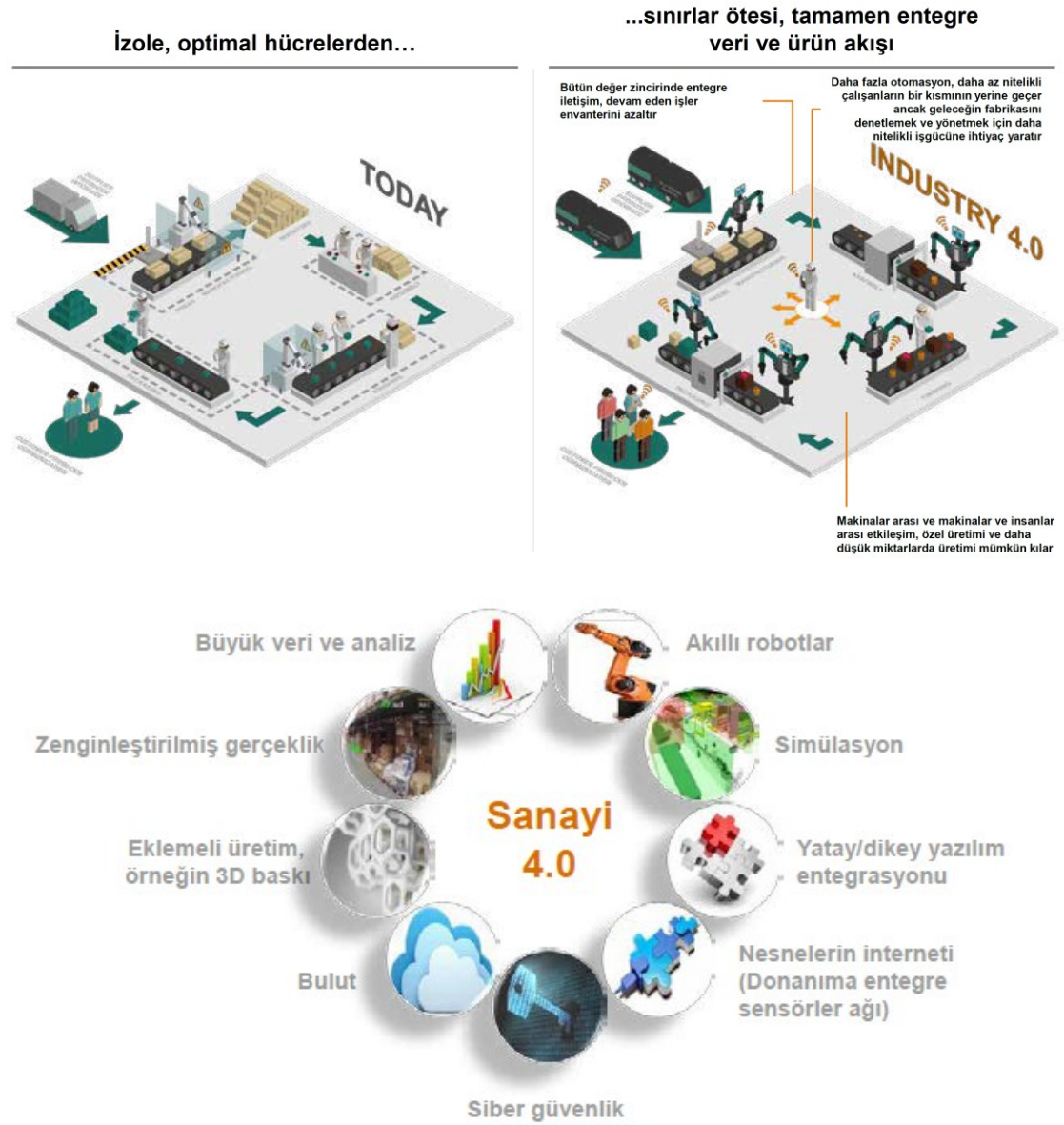
- Bölgesel akımlar – Ülkeler arasındaki sosyal etkileşim ve ticarete artış
- Ekonomik akımlar – Yükselen yeni güçlü ekonomiler ve finansal kaynak akışları ile artan küreselleşme
- Teknolojik akımlar – Artan bağlantırlık ve platform teknolojilerinin gelişmesi
- Meta akımlar – Giderek kıtlaşan kaynaklar,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



Şekil 2.5. 4. Endüstri devrimi etkisindeki akımlar

Bu akımlar, sensörlerin, üretim araçlarının ve bilgi teknolojilerinin birbirine artarak bağlandığı sistemlere zemin hazırlayarak, tek bir şirketin ötesine geçen endüstriyel değer zincirleri oluşturuyorlar. Siber-fiziksel adı verilen bu yeni bağlaşıklık sistemler, standart internet tabanlı protokoller kullanarak birbirleriyle etkileşebiliyor ve hataları öngörmek, parametreler tanımlamak ve değişen şartlara uyum sağlamak amaçlarıyla verileri analiz ediyorlar. 4. Endüstri devrimi döneminde bu sistemler yaygınlaşarak, daha hızlı, esnek ve verimli süreçler oluşmasını sağlayacak ve daha yüksek kalitedeki malları, daha düşük maliyetle üretmeyi mümkün kılacaklar. Bahsedilen yapısal değişiklikler sayesinde, üretimde verimlilik artarken sanayide büyüme hız kazanacak ve beraberinde işgücü profilleri değişecektir.

## Sanayi 4.0'ın ana fikri: Entegre, otomatize ve optimal üretim akışı



Şekil 2.6. 4. Endüstri devrimini oluşturan unsurlar

Bu akımlar, sensörlerin, üretim araçlarının ve bilgi teknolojilerinin birbirine artarak bağlandığı sistemlere zemin hazırlayarak, tek bir şirketin ötesine geçen endüstriyel değer zincirleri oluşturuyorlar. Siber-fiziksel adı verilen bu yeni bağlaşıklık sistemler, standart internet tabanlı protokoller kullanarak birbirleriyle etkileşebiliyor ve hataları öngörmek, parametreler tanımlamak ve değişen şartlara uyum sağlamak amaçlarıyla verileri analiz ediyorlar. 4. Endüstri devrimi döneminde bu sistemler yaygınlaşarak, daha hızlı, esnek ve verimli süreçler oluşmasını sağlayacak ve daha yüksek

kalitedeki malları, daha düşük maliyetle üretmeyi mümkün kılacaklar. Bahsedilen yapısal değişiklikler sayesinde, üretimde verimlilik artarken sanayide büyüme hız kazanacak ve beraberinde işgücü profilleri değişecektir.

#### 2.3.1. 4. Endüstri devriminin ayırt edici özellikleri

4. Endüstri devrimi'nin temel düşüncesi Kagermann (2011) tarafından ortaya atılmışken, Alman Ulusal Bilim ve Mühendislik Akademisi'nin (acatech) 2013 yılında konuyu "manifesto" olarak yayımlamasıyla kuramsal çerçeveye kavuşulmuş oldu.

Acatech'in 4. Endüstri devrimi forumunun final raporunda (acatech, 2013) bu yeni dönemin getirmekte olduğu ayırt edici yenilikler şöyle sıralanmaktadır:

- Depolama sistemleri ve kaynakları ile makinaların global etkileşimi,
- Konum bilgisine sahip benzersiz akıllı ürünlerin gelişimi,
- Ürün özelliklerine adapte olan, kaynak optimizasyonunu sağlayan akıllı fabrikaların hayata geçmesi,
- Yeni iş modellerinin gerçekleşmesi (Büyük Veri [Big Data] kullanımı ile ortaya çıkan yeni hizmetler gibi)
- Çalışanlar için işyerinde yeni sosyal altyapı, bireysel farklılıklara duyarlı iş yapısı,
- Daha iyi iş/yaşam dengesi,
- Bireysel tüketici isteklerine yanıt verme,
- Anında mühendislik ve problemlere cevap için geliştirilmiş akıllı yazılımlar.

Almanya'daki temel gelişim üzerine konuyu içselleştiren Avrupa Birliği Komisyonu 4. Endüstri devrimi paradigmasının esas olarak üç boyutta biçimlendiğini ifade etmektedir (European Commission, 2015):

- a) Değer yaratma ağları arasında yatay entegrasyon,
- b) Ürün yaşam döngüsünde baştan sona mühendislik (end-to-end engineering),
- c) İmalat sistemlerinde bağlantı ve dikey entegrasyon.

Değer yaratım ağlarındaki yatay entegrasyon, firma içi ve firmalar arası akıllı çapraz bağlantılar ve değer yaratımının dijitalizasyonunu içermektedir. Ürün yaşam döngüsünde baştan sona mühendislik ise ürün yaşam döngüsünün tüm aşamalarında akıllı çapraz bağlantı ve dijitalizasyonu içermektedir (hammadde tedariki, imalat, ürün kullanımı ve ürün yaşamının sonu). İmalat sistemlerinde bağlantı ve dikey entegrasyon ise imalat hatları, fabrikalar ve üretim modüllerindeki farklı birikim ve hiyerarşik değer yaratma düzeylerinde akıllı bağlantı ve dijitalizasyonu içerir.

Akıllı çapraz bağlantı ve dijitalizasyon, bulut sistemi içerisine entegre bilgi ve iletişim teknolojilerini kullanan baştan sona çözüm uygulaması içermektedir. Bir imalat sisteminde akıllı çapraz bağlantıların hayata geçtiği, kendi kendine hareket eden ve bağımsız işleyen uygulamalara Siber-Fiziksel Sistemler (CPS) denir (Stock ve Seliger, 2016: 537).

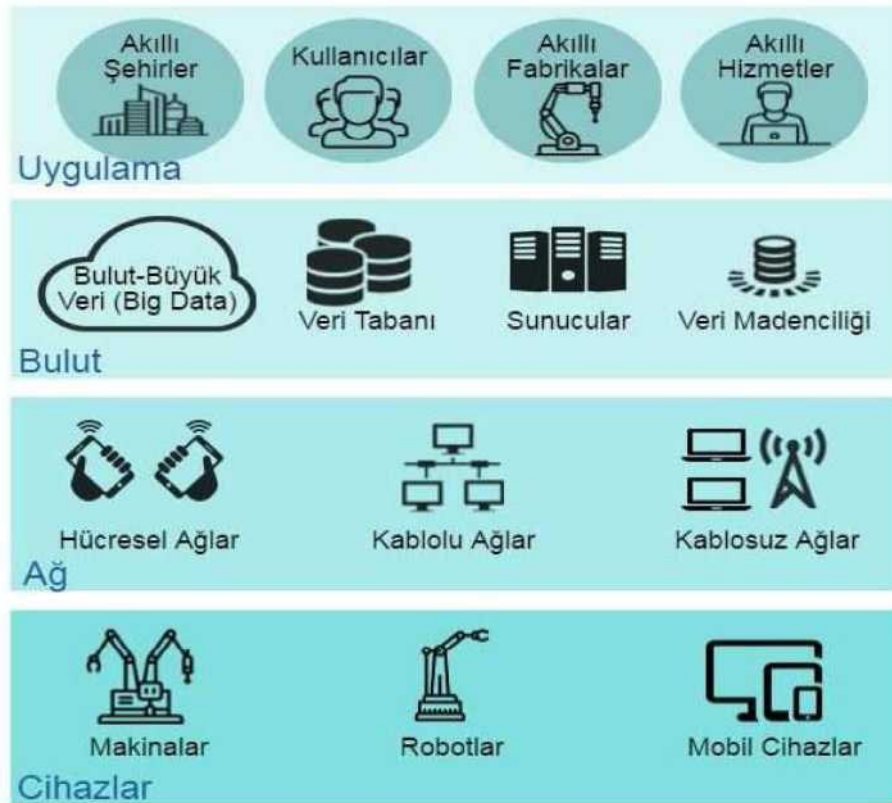
4. Endüstri devrimi ürün yaşam döngüsün içerisinde değer zincirinde yeni bir organizasyon düzeyine işaret etmektedir. 4. Endüstri Devrimi olarak görülmekte olan Endüstri 4.0, fiziksel ve sanal dünyayı birleştirmeye çalışmaktadır. Bu durum üretimin otomasyonu için elektronik ve enformasyon teknolojilerinin kullanıldığı 3. Sanayi Devrimine göre karmaşıklık düzeyi oldukça değişik bir yapıya işaret etmektedir (Ramanathan, 2014: 24).

İnsan faktörü halen önemli olmakla birlikte, 4. Endüstri devrimi katı ve merkezi fabrika kontrol sistemlerinden yaygın akılcıl sistemlere geçişe işaret etmektedir. Ayrıca tüketici tercihlerini karşılamakta zorlanan bugünün ürünlerini ortaya çıkartan makinalar yerine 4. Endüstri devriminde üreticilerin tüketici ihtiyaçlarına hızla yanıt verebilmek için fabrikaların ve makinaların otomasyonu kendi kendine şekillendirecekleri bir organizasyona yönelinmektedir (Ramanathan, 2014: 28).

Halihazırda üretimde -özellikle Çin ve Japonya’da- robotik kullanımı yaygınlaşmış 22 olsada, geleceğin imalat planlarında üretimde ileri düzey robot kullanımı yer almaktadır. İleri düzey robotik teknolojisinde robotlar sensörleri aracılığıyla kablosuz ağlar üzerinden diğer robotlarla iletişime geçebilmektedir. Bunun anlamı, 4. Endüstri

devrimi ile birlikte büyük yatırım harcamalarını azaltacak maliyet tasarrufları ortaya çıkabilecektir (Ramanathan, 2014: 29).

4. Endüstri devrimi ile birlikte üretimde maliyet azalışı ucuz iş gücüne dayalı rekabete odaklanmış Uzakdoğu Asya ülkeleri ile gelişmekte olan piyasalar açısından kayıba yol açabilecektir. 4. Endüstri devrimi ile birlikte rekabet avantajını yitirmiş gelişmiş pazar ekonomilerinin (ABD, Almanya, Japonya gibi) yeniden öne çıkma ihtimali güçlenmektedir.



Şekil 2.7. 4. Endüstri devriminin genel görünümü

Bu görünüm içerisinde 4. Endüstri devrimi dört düzeyde tasnif edilmektedir: cihazların bulunduğu fiziksel alan, iletişimi sağlayan ağlar, bulut sistemi içerisinde gömülü bulunan büyük veri ve sunucu sistemleri ile uygulama düzeyini gösteren akıllı fabrika, şehir, kullanıcı ve hizmetler. Cihazlar ağlar aracılığıyla birbiriyle iletişime geçip senkronize olurken, üretim için gerekli bilgiyi bulut sisteminde

bulunan veriden -veri madenciliği yoluyla- elde etmekte ve uygulama düzeyindeki “akıllı” tüketici ve fabrikaları olanaklı kılmaktadır.

### **2.3.2. Siber-fiziksel sistemler**

Fiziksel dünya ile siber alanı internet ile birbirine bağlayan sistemlere siber-fiziksel sistemler (CPS-Cyber-Physical System) adı verilmektedir. Sensörlerle desteklenmiş bu sistemler fiziksel dünyadaki hareketleri internet hizmetleriyle toplamakta ve global olarak nesnelere etkileşimini içermektedir (Geisberger ve Broy, 2012: 314).

Kavram olarak “siber” (cyber), sibernetik (cybernetics) olarak bilinen ve canlı varlıklar ve makineler üzerindeki iletişim ve kontrolü araştırma konusu edinmiş bilimsel disiplinden türemiştir. 1940’lar ile birlikte “siber” kavramı genellikle, enformasyon teknolojileri, bilgisayarlar ve internete dayalı kontrol süreçlerini anlatmak için kullanılmıştır (Bradley ve Atkins, 2015: 23023).

Siber-fiziksel sistem (CPS) kavramı ilk olarak 2006 yılında ABD’de, fiziksel dünya ile bağlantılı bilgisayar sistemlerinin artan önemine vurgu yapmak için Lee (2006) tarafından kullanılmıştır.

Bradley ve Atkins’in (2015) siber-fiziksel sistemlerin (CPS) gelişimini olanaklı kılan önemli olgu ve olayları gösteren tarihsel dökümü Tablo 2.1.’de birleştirilerek sunulmuştur.



Tablo 2.1. Siber-Fiziksel Sistemlerin Tarihsel Gelişimi

| Tarih     | Olay/Olgu   |
|-----------|---|
| 1932      | Nyquist, kontrol sistemleri konusunda frekans teknikleri geliştirmiştir.                  |
| 1940-1945 | Örneklenmiş Veri Sistemleri Teorisi ortaya atılmıştır.                                    |
| 1945      | İlk amplifikatör tasarımı yapılmıştır.  |
| 1946      | İlk taşınabilir hücresel 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.                               |

**Kaynak:** Bradley, J. M. ve Atkins, E. M. (2015). Optimization and Control of Cyber-Physical Vehicle Systems, Sensors, Sayı:15..

Siber-fiziksel sistemler, fiziksel süreçleri etkileyen iş hareketleri ile ilgili verileri toplayan sensörlerle donatılmış mekatronik bileşenleri içerirler. Siber-Fiziksel sistemler, sürekli değişen verilerin eş zamanlı olarak sanal bir bulut sisteminde birbirine bağlandığı akıllı sistemlerdir. Sosyoteknik sistemin bir parçası olarak siber sistemler, üretim süreci için insanımsı makina arayüzü kullanmaktadır (Hirsch-Kreinsen ve Weyer, 2014'den aktaran Stock ve Seliger, 2016: 537).

Endüstriyel otomasyon sistemleri, fiziksel üretim süreçlerini monitör üzerinden yönetmeyi sağlayan bilgisayarlı üretim yapılarını anlatmaktadır. Sistemin siber kısmı, fiziksel süreçlerden veri edinip, bu veriyi üretim sürecine uyarlayan bilgisayar yazılımlarından oluşmaktadır (Thramboulidis, 2015: 92).

Siber-Fiziksel bir sistemin etkisi çevresindeki diğer Siber-Fiziksel Sistemlerle kurmuş olduğu etkileşimin düzeyine bağlıdır. Farklı sistemler arasında çapraz bağlantının sağlanabileceği yapılar oluşturulmalıdır (Bergera, 2016: 639).

Siber-Fiziksel sistemlerin “siber” ve “fiziksel” yönlerinin karşılaştırması Tablo 2.2.’de sunulmuştur:

Tablo 2.2. Siber-Fiziksel Sistemlerin Siber ve Fiziksel Özelliklerinin Karşılaştırması

|   | <b>Siber</b>          | <b>Fiziksel</b>   |
|---|-----------------------|-------------------|
| <i>Uygun düzenin sağlanması yöntemi</i> | Seri                  | Gerçek zamanlı    |
| <i>Konu senkronizasyonu</i>             | Senkronize            | Asenkron          |
| <i>Zaman özellikleri</i>                | Kopuk                 | Devamlı           |
| <i>Yapı</i>                             | Bilgisayar sistemleri | Fiziksel kanunlar |

**Kaynak:** Hu, F. ve diğerleri. (2016). Robust Cyber-Physical Systems: Concept, Models and Implementation, Future Generation Computer Systems, sayı: 56, ss. 449-475.

Enformasyon ve iletişim teknolojilerindeki hızlı gelişmeler hizmet, lojistik, tasarım ve imalat biçimlerini önemli ölçüde değiştirmiştir. Özellikle, fiziksel sürücüler ve mikro kontrolcüler arasındaki derin entegrasyon 4. Endüstri devrimi sürecinde tüm araç ve makinaların otomasyonunu -işçi yerine- kendi kendine kontrolünü ve otomasyonunu olanaklı kılmaktadır. Bilgisayar, iletişim ve kontrol teknolojileri tam zamanlı algılama (Real-time sensing), geniş ölçekli endüstriyel sistemlerin dinamik kontrolü, enformasyon hizmetleri ve ürün hayat döngü yönetimindeki gelişmeleri desteklemektedir. Ancak henüz bu teknolojilerin ulaştığı düzey ihtiyaçlarımızı tam olarak karşılamamaktadır. Siber-Fiziksel sistemlerin nihai amacı, “akıllı izleme” (intelligent monitoring) ve “akıllı kontrol” (intelligent control)ün gerçekleştirilmesidir. Bu süreç tam zamanlı enformasyon çıkarsaması, veri analizi, karar verme ve veri transferi oluşumlarının gerçekleşmesine bağlıdır (Yue ve diğerleri, 2015: 1262).

2000-2010 arasında önemli sayıda imalatçı firma (ağırlıklı olarak motorlu taşıt üreticileri) “Akıllı ortamlar” (Smart Environments) ya da “Kablosuz sensör ağları” (Wireless Sensor Networks) kapsamında değerlendirilebilecek radyo frekans kimlik sistemini (RFID- radio frequency identification) üretim süreçlerinin takibini

kolaylaştırıcı bir araç olarak kullanmaya başladılar. İlk olarak Volvo Kamyonları (Volvo Trucks) üretimde devamlılığı sağlamak için RFID sistemini kullanmıştır. Daha sonra Toyota otomobil parçaları üretiminde enformasyon sistemleri bazlı RFID sistemi kullanmıştır (Sánchez, 2015: 29479).

### 2.3.3. Nesnelerin interneti

İlk olarak Kopetz (2011) tarafından kullanılan Nesnelerin İnterneti (IoT - Internet of Things) kavramı ile bir işyeri ya da fabrikada bulunan farklı kaynaklardan verilerin toplanılabilmesi, çoğaltılabilmesi ve organize edilebilmesini anlatmaktadır. Nesnelerin İnterneti, süreç kontrollerini hızlandıran bağlantısız bir veri yönetimi sunmaktadır. Bu platform, büyük veriden (big data) yararlanarak bu verinin siber-fiziksel sistemi (CPS) harekete geçirecek bilgiye dönüştürülmesinde etkilidir. Harekete geçen veri kanalı iş zincirinin farklı katmanlarında değer yaratma potansiyeli taşımaktadır (Lee ve diğerleri, 2015a: 4).

4. Endüstri devrimindeki gelişmelerin günümüzde imalat sanayi üzerinde etkileri olmaktadır. Endüstriyel internet olarak da isimlendirilen Nesnelerin İnterneti (IoT), akıllı fabrikalar, akıllı ürünler ve akıllı servislerin temelini oluşturmaktadır (Kagermann ve diğerleri, 2015).

“Akıllı Nesneler” yaklaşımındaki gelişmeler ile birlikte entegrasyon ve kesintisiz iletişim konularında yeni bir aşamaya ulaşılmıştır. Bu nesnelerin desteğiyle, yeni bir üretim yeteneği ve sanallaşma gelişmektedir. Akıllı nesneler ile bu nesnelerin kullanıcıları ve diğer akıllı nesnelerin etkileşimi sanal dünyada sağlanmaktadır (Scala ve diğerleri, 2015: 205).

Ning'e (2016) göre, nesnelerin internetinin nesneler arasında iletişimi geliştirirken, sosyal ve bilişsel süreçler konusunun da göz ardı edilmemesi gerekmektedir. Bunun sağlanabilmesi için de siber-fiziksel sistemlerin toplumsal yapıları göz önünde bulunduracak biçimde yapılandırılması gerekmektedir.

### 2.3.4. Büyük veri ve bulut sistemi

4. Endüstri devrimi, endüstriyel araçların birbiriyle iletişimini gerekli kılmaktadır. intranet ya da internet aracılığıyla gerçekleşen bu iletişim, çok büyük ve geleneksel sunuculara (server) ihtiyaç duymaktadır. Bu problem söz konusu sistemlerin kontrol ve yönlendirilmesini içeren Büyük Veri (Big Data) teknolojisi konusundaki araştırmaların önemini artırmaktadır (Pan ve diğerleri, 2015: 1538).

Bulut teknolojisinde ortaya çıkan yeni gelişmeler, Enformasyon Teknolojileri (IT) üreticileri ve bunların tüketicilerinin düşünce biçimini değiştirmiştir. Bulut sistemleri, iş ve uygulama modellerinin temel yapısı, platformu, yazılımı ve internet servisleri konusunda köklü değişimlere yol açmıştır (Wang ve diğerleri, 2015: 521).

Geniş veri yığınlarının analizine dayanan büyük veri (big data), bu çağın en gözde kavramlarından biridir. Bilgisayar ve hafıza sistemlerindeki ilerlemeler, benzeri görülmemiş miktarlarda verinin toplanıp depolanmasını olanaklı kılmıştır. Siber-fiziksel sistemler (CPS) ve nesnelerin interneti (IoT) muazzam boyutlara ulaşan verilerin fiziksel sistemlere aktarılmasını mümkün kılmaktadır (Wang ve diğerleri, 2015: 521).

Büyük veri gibi sistemler firmaların bulundurmaları gereken sunucu (server) ihtiyacını azaltmakta, üretim için gerekli bilgiye ulaşmalarını kolaylaştırmaktadır. Ayrıca büyük veri sistemleri bilginin kamusal niteliğinin de görünür olmasını sağlamakta ve böylelikle firmalar açısından bir çok maliyet avantajı sağlarken, tüketiciler için de düşük fiyat avantajına olanak sağlamaktadır. Ancak, büyük veri sistemlerinin internet erişimine açık olması, bu platformlarının siber güvenliğini de önemli bir konu haline getirmektedir. Gizli kalmayan ya da yok edilen veriler firmalar açısından tam anlamıyla bir belirsizlik alanıdır.

### 2.3.5. Akıllı fabrikalar

Siber-Fiziksel Sistemlerin (CPS) üretim sistemleri içerisindeki uygulamasına Siber-Fiziksel Üretim Sistemleri (CPPS - Cyber-Physical Production Systems) ya da Akıllı Fabrika (Smart Factory) adı verilmektedir (Vinzent ve diğerleri, 2014: 314).

Sensör teknolojisindeki yakın dönem gelişmeler, data transfer sistemleri ve bilgisayar ağları konusundaki ilerlemeler ve rekabetin ulaştığı aşama bugünün endüstrisini yüksek teknolojiyi içeren metodları uygulama konusunda zorlamaktadır (Lee, 2015b: 18).

4. Endüstri devriminin bütünlükçü Siber-Fiziksel sistemleri, geleceğin akıllı fabrikalarının endüstriyel ağları konusunda ipucu vermektedir. PWC dergisinde (PWC, 2013) yayınlanan bir makaleye göre, Alman firmalarının yüzde 50'si sanayi ağları konusunda plan yaparken, yüzde 20'si hali hazırda 4. Endüstri devriminin akıllı fabrikasına geçiş yapmıştır (Ivanov, 2015: 386).

Fabrikaların “akıllanması” daha az fire ile, müşteri siparişlerine anında yanıt veren fabrikaları anlatmaktadır. Modern tüketim yapısı sadece farklılaşmış değil, aynı zamanda anlık olarak değişim gösteren bir nitelik göstermektedir. Akıllı fabrikalar, çeşitlenmiş ürün yanında tam zamanında üretimi de olanaklı kılacak niteliği barındırmak durumundadırlar.

### 2.4. 4. Endüstri Devriminin Gerçekleşmesi İçin Öne Sürülen Beş Neden

1. Yüksek Rekabet Gücü: Almanya fabrika donanımı ve bunun için gerekli olan gömülü sistemlerde dünyanın lider ülkeleri arasındadır. Bu pozisyon yeni dönem için önemli başlangıç avantajı sunmaktadır. Makinenin internet ve artı güçlü ağlarla bezenmesi, işletmelerin daha verimli ve küresel anlamda daha da rekabetçi olmasını sağlayacaktır.
2. Esnek Üretim: Küresel rekabette önemli faktörler arasında değişikliklere verilebilecek reaksiyon, adaptasyon önemli yer tutmaktadır. 4. Endüstri

devrimi ile şeffaflık sağlanacak ve dolayısıyla esnek ve hızlı reaksiyon yeteneği kazanılacaktır. Örneğin bir tedarikçi ürün sevkiyatında sorun yaşıyorsa otomatik olarak diğer tedarikçi devreye girecek ve sorun çıkmadan, zaman kaybı yaşanmadan üretim devam edecektir. Üretim prosesleri daha yalın ve belli coğrafi ortamlara bağımlılığı/bağımsızlığı optimize edilmiş şekilde dizayn edilecektir.

3. Özel Üretim: Eski sistemde üretim ve onun çeşitli aşamaları kesin çizgilerle belliyken gelecek dönemde enformasyon teknolojileri sayesinde, üretimden beklenen ani reaksiyonlar gösterilebilir hale gelecektir. Mesela bir ürünün mavi ya da kırmızı boyanması gerekiyorsa, makine bu ikisini de yapacak konumda olduğu için siparişe göre hangisi olacağına kendisi karar verecektir. Makinelerde uzun süren değişiklik programlarına esneklik ve integratif yapılardan dolayı gerek kalmayacaktır. Bu yöntemle hem müşterinin spesifik istemlerine yanıt verilmiş olacak, hem de küçük-büyük volüm farklılığı kalkarak, makine verimliliği artacaktır.
4. İnovatif İş Modelleri: Değişik akıllı sistemlerin birbirleri ile bağ kurması neticesinde oluşacak yeni akıl, yeni hizmet ve iş modelleri yaratacaktır. Objelerde toplanacak farklı datalar yine değişik ağlarda yeni modellerin üretilmesine olanak sağlayacaktır.
5. Yeni Çalışma Süresi-Şekli/ Zamanlaması: Yeni akıllı asistan sistemleri çalışanlara yeni olanaklar sunacaktır. Çalışma süreleri daha esnek ve belli bir lokasyondan bağımsız hale gelebilecektir. Demografik gelişmelere göre batı toplumlarında yaşlı insan sayısı artarken bunların iş yaşam sürelerinin bu rahatlıkta daha da uzayabileceği düşünülmektedir. 4. Endüstri devrimi çalışmaları Almanya'da resmi olarak 2011 yılında başlamasına rağmen bu konuda bir hayli mesafe kat edilmiştir. Ama sorunlu alanlar da tabii ki mevcuttur. Örneğin, bu süreçte yeni standartların nasıl oluşacağı, sistemlerin hukuki güvencesi, işyeri güvenlik kurallarının nasıl belirleneceği üzerine ayrı platformlarda tartışmalar tüm hızıyla devam etmektedir. Yanıtlanması gereken bir başka soru da, bu yeni sürece makine alt tedarikçilerinin nasıl

entegre olacaktır. Türkiye’de tekil olarak bazı işletmelerimizin yabancı firmalarla 4. Endüstri devrimi yolunda bazı projeler geliştirdiklerini biliyoruz. Bu örneklerin ve uygulamaların sayıca artırılması zorunludur. Hatta bunun ötesinde ülkemizde, 4. Endüstri devrimi yolunda acilen bir roadmap oluşturulmasına ihtiyaç vardır. Küresel gelişmelere uygun, adaptasyonlu bir makine devrimi Türkiye için de şarttır.

#### 2.5. 4. Endüstri Devriminin Sektörlere Etkisi

4. Endüstri devriminin farklı sektörler üzerinde, farklı etkileri bulunmaktadır. Ancak genel olarak; yüksek teknolojiye odaklanan ve yüksek katma değer yaratan sektörlerin, 4. Endüstri devrimine daha hızlı uyum sağladıkları ve 4. Endüstri devriminin rehberliğini üstlendikleri gözlemlenmektedir.

4. Endüstri devriminin getirdiği yeniliklerle birlikte, ilgili sektörlerin 2025 yılına kadar yüksek büyüme oranları sergilemesi beklenmektedir. Söz konusu muhtemel gelişmeler aşağıdaki tabloda özetlenmiştir:

Tablo 2.3. Küresel Ölçekte 4. Endüstri devriminin Sektörlere Etkisi

| SEKTÖRLER                             | Gayri Safi Katma |       |             |             |
|---------------------------------------|------------------|-------|-------------|-------------|
|                                       | Değer            |       | Değişim (%) |             |
|                                       | (Milyar Euro)    |       | 2013-2025   | Yıllık Ort. |
|                                       | 2013             | 2025  | (%)         | %           |
| Kimya Sanayi                          | 40,1             | 52,1  | 30          | 2,2         |
| Motorlu Araçlar ve Otomotiv Parçaları | 74,0             | 88,8  | 20          | 1,5         |
| Makine                                | 76,8             | 99,8  | 30          | 2,2         |
| Elektrikli Araçlar                    | 40,7             | 52,4  | 29          | 2,2         |
| Tarım ve Ormancılık                   | 18,6             | 21,3  | 15          | 1,2         |
| Bilgi ve İletişim Teknolojileri       | 93,7             | 107,7 | 15          | 1,2         |

#### 2.5.1. İmalat sektörü

4. Endüstri devrimi ile kaydedilen gelişmeler, imalat süreçlerini çoğunlukla dijitalleştirme yönünde olmak üzere yeniden inşa etmiştir. Bu bağlamda, 4. Endüstri devriminin imalat süreçlerinde ortaya çıkardığı değişimler, genel olarak, “dijital

üretim” adı altında anılmaktadır. Bu bağlamda dijital üretim, dijital teknolojilerle yürütülen üretim süreçlerini ifade etmektedir.

Dijital bir üretim sürecinde ön plana çıkan yenilikler ise şu biçimdedir:

**Sensörler:** İmalat sürecinin her evresinde sensörler kullanılmaya başlanacaktır. Sensörler, hem hammadde hakkında detaylı bilgi aktarabilecek, hem de geri bildirim sağlayabilir nitelikte olacaktır.

**Endüstriyel kontrol sistemleri:** Süreç kontrol mekanizmaları, çok daha karmaşık yapıları çözebilir ve olası sorunlara anında müdahale edebilir nitelikte olacaktır.

**Radyo-frekans teknolojileri:** Radyo dalgaları aracılığıyla bilgi taşımaya mümkün kılan teknolojiler, günümüzde kablosuz ağ teknolojisine kadar erişmiş olup, üretim sürecinde çok daha hızlı ve pratik bilgi aktarımına yarayacaktır.

### **2.5.2. Otomotiv sektörü**

4. Endüstri devriminin kendini en somut biçimde gösterdiği sektörlerin başında otomotiv gelmektedir. Zira otomotiv, hane halkının artan talebi karşısında, ileri teknolojik gelişmeleri durmaksızın uygulayan ve daha da geliştiren sektörlerdendir.

Durumu bir örnekle açıklamak gerekirse, ilk sanayi devriminde ancak buhar gücüyle çalıştırılabilen ve ancak sınırlı düzeyde bir hızla ulaşım sağlayabilen otomobiller, günümüzde akıllı telefonlarla çalıştırılabilir ve çok yüksek hızlara erişebilir hale gelmiştir. Sensörler yardımıyla arabanın kendi kendine park edebilme özelliği de, otomotiv sektöründe gelişen teknolojinin bir uzantısıdır. Gelecek dönemlerde ise insansız, otomatik sürüş gerçekleştirebilen otomobillerin tüketicilerin hizmetine sunulması öngörülmektedir.



### 2.5.3. Tekstil sektörü

4. Endüstri devrimi; tekstil sektörünün esnek, hızlı ve daha çok ürün elde edilmesini sağlayan üretim süreçlerine kavuşmasını sağlamaktadır. Zira nesnelerin interneti, tekstil makinelerinin ileri teknolojiyle kendi aralarında bilgi akışı gerçekleştirmesini mümkün kılmıştır. Siber-fiziksel sistemler ve nesnelerin interneti ile donatılmış olan söz konusu yeni tekstil türüne, “Akıllı Tekstil” adı verilmektedir.

Akıllı tekstiller, teknik tekstiller içerisinde katma değeri en yüksek ve en ileri teknoloji kullanılan alanlardandır. Özellikle tıbbi, askeri, teknik alanlarda kullanılmakta olup, günümüzde önemli bir kısmı prototip aşamasındadır. A.B.D., Almanya, Japonya akıllı tekstilde ilk aklı gelen ülkelerdir.

Bunun dışında, uyumak üzere olan sürücülerini uyandıran araba koltukları, kalp atışlarını dinleyen yatak çarşafı, oda sıcaklığına göre renk değiştiren dokumalar, gibi ürünler giyim dışında kullanılan akıllı tekstillere örnek gösterilebilir.

Akıllı Tekstil ile;

Dokuma tezgahları; sensörler yardımıyla üretim yönetimini kendileri yönetir hale gelmişlerdir.

İşleme ve desen teknolojileri; çok boyutlu hale gelmiştir. 3 boyutlu desen ve dokuma işlemleri, akıllı tekstilin bu anlamdaki en belirgin örneğidir.

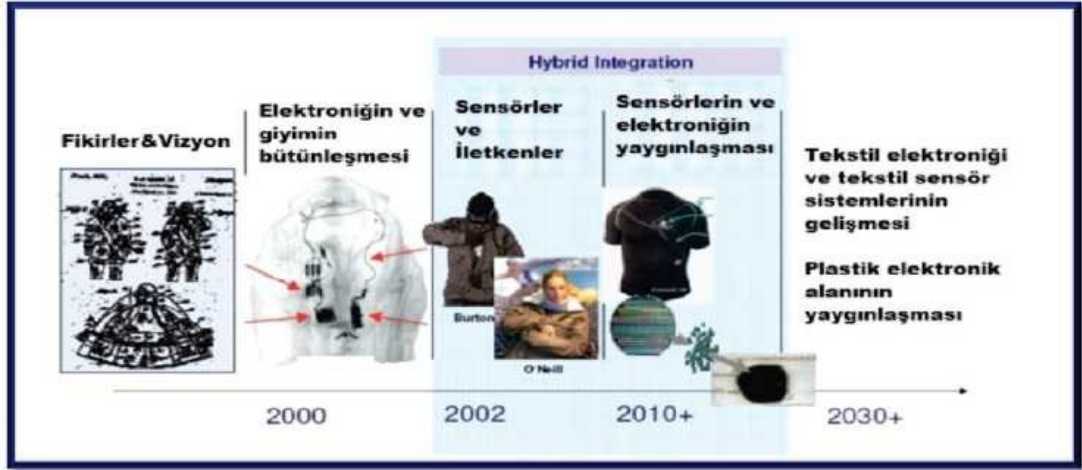
Örme teknolojisi; insan bedeninin farklı özelliklerine göre kendilerini yenileyebilen giyim eşyaları elde edilebilmektedir. Örneğin; insan vücut ısısının değişimine göre kıyafet katmanının hava alma özelliğinin artması veya azalması, bunun belirgin bir örneğidir. 4. Endüstri devrimi yolunda önemli bir adım olan nano teknoloji özellikle leke tutmayan kıyafet ürünlerinde kendini göstermektedir.



Şekil 2.8. Nano teknolojisi ile üretilen ürünler

Özetle, nano-teknolojik tekstilin bazı genel özellikleri aşağıdaki gibidir:

- Leke tutmama
- Kendi-kendini temizleme
- Kırışmama
- Antibakteriyel yapı
- Su geçirmezlik
- Zararlı UV ışınlarını bertaraf etme
- Renk değiştirebilme



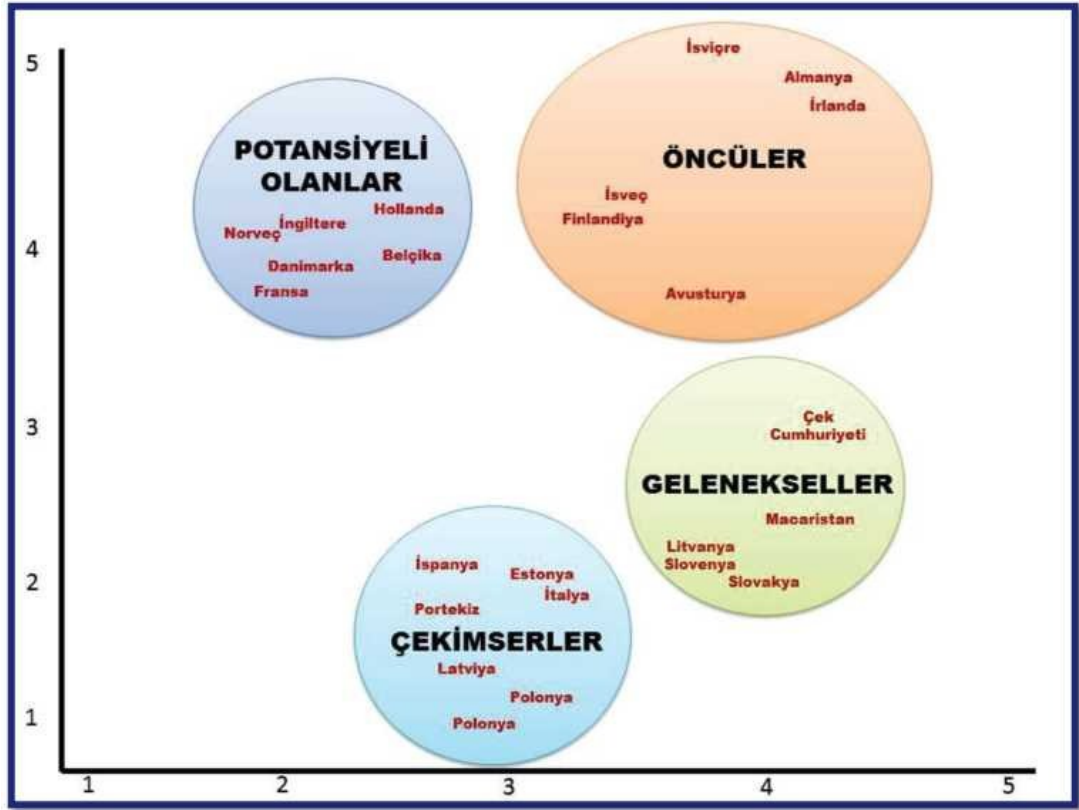
Şekil 2.9. Tekstil elektroniği ve sensör sistemlerinin gelişim süreci

#### 2.6. 4. Endüstri Devrimini Uygulayan Firma Örnekleri

Önceki bölümlerde de bahsedildiği üzere, 4. Endüstri devriminin ortaya çıkışı, Almanya'da dünyanın önde gelen çeşitli firmalarının Ar-Ge araştırmaları ve bu araştırmalar sonucunda geliştirdikleri yeni teknolojiler sonucunda olmuştur. Almanya hükümetinin, 4. Endüstri devriminin teorik düzeyde detaylıca ele alınmasına yönelik, firmaları ve konuyla ilgili uzmanları desteklemesi ile konu derinlik kazanarak dünya genelinde yaygınlaşmıştır.

4. Endüstri devrimi, günümüzde farklı kesimlerce giderek daha çok tanınmakta ve firmalar bu sürecin içerisinde yer almak için daha çok çaba göstermektedirler. Sürecin temelleri Almanya'da atılmış olup, ilk olarak Avrupa'da yaygınlık göstermiştir. Ancak süreç kısa süre içerisinde ABD ve Japonya'da da kendine yaygınlık sahası bulmuştur. ABD'de konunun araştırılmasına ve geliştirilmesine yönelik, "Akıllı Üretim Teknikleri Liderlik Koalisyonu" kurulmuş olması da önemlidir.

Aşağıdaki grafik farklı AB ülkelerinin 4. Endüstri devrimi yolunda hangi konumda olduklarını göstermesi bakımından dikkat çekicidir:



Şekil 2.10. Ülkelerin 4. Endüstri devrimi içindeki konumları (Kaynak: Industry 4.0, Think Act)

ABD’de her geçen gün, nesnelerin interneti ile donatılmış akıllı şehir uygulamalarına geçişte yeni bir örneğe rastlanmaktadır. Güncel olarak New York’ta çöp kutularının, kablosuz internet (Wi-Fi) iletim noktası biçiminde tasarlanmaya başlanması, nesnelerin internetinin yaygınlaşma derecesini ortaya koyması bağlamında güzel bir örnektir. Proje kapsamında her bir çöp kutusunun, saniyede 50-75 megabit hızında internet erişimi sağlayacağı hesaplanmaktadır.



Şekil 2.11. Akıllı çöp kovaları

Bu bağlantı hızı ile internet kullanıcıları bir HD filmi 9 dakikada indirebilecek, 200 fotoğrafı 30 saniyede yükleyebileceklerdir. Böylece, kablosuz internet erişimi her bir sokağa kadar yaygınlaşmış olmaktadır.

New York Belediyesi ile çöpçülük uzmanı Bigbelly firması iş birliğiyle ortaya çıkan çöp kutuları hali hazırda “akıllı” nitelikte sayılabilecek bazı ek vasıflara da sahiptir. Güneş paneli takılı olan çöp kutuları buradan ürettiği elektrikle, kutunun içindeki bir düzenek iletimiyle çöpü sıkıştırmakta, atık suyunu kanalizasyona yollamaktadır. Ayrıca çöp kutusu, nesnelerin internet donanımı sayesinde dolmaya ve kokmaya başladığında merkeze bildirimde bulunmaktadır. Gelen bildirimlere göre çöpçüler hangi çöp kutusunu önce boşaltmaları gerektiğini bir listeye göre izlemektedirler.

Bununla birlikte, her yıl düzenli olarak gerçekleştirilen en inovatif şirketler çalışması da 4. Endüstri devrimini birebir takip eden, izledikleri yenilikçi politikalarla 4. Endüstri devrimine yol veren şirketler hakkında genel olarak bilgi edinmemizi sağlamaktadır:

Tablo 2.4. En İnovatif Şirketler (2014)

|    |              |    |                  |    |                |    |                   |    |                  |
|----|--------------|----|------------------|----|----------------|----|-------------------|----|------------------|
| 1  | Apple        | 11 | HP               | 21 | Volkswagen     | 31 | Procter&Gamble    | 41 | Fast Retailing   |
| 2  | Google       | 12 | General Electric | 22 | 3M             | 32 | Fiat              | 42 | Wal-Mart         |
| 3  | Samsung      | 13 | Intel            | 23 | Lenovo Group   | 33 | Airbus            | 43 | Tata Group       |
| 4  | Microsoft    | 14 | Cisco            | 24 | Nike           | 34 | Boeing            | 44 | Nestle           |
| 5  | IBM          | 15 | Siemens          | 25 | Daimler        | 35 | Xiaomi Technology | 45 | Bayer            |
| 6  | Amazon       | 16 | Coca-Cola        | 26 | General Motors | 36 | Yahoo             | 46 | Starbucks        |
| 7  | Tesla Motors | 17 | LG               | 27 | Shell          | 37 | Hitachi           | 47 | Tencent Holdings |
| 8  | Toyota       | 18 | BMW              | 28 | Audi           | 38 | McDonald's        | 48 | BASF             |
| 9  | Facebook     | 19 | Ford Motor       | 29 | Philips        | 39 | Oracle            | 49 | Unilever         |
| 10 | Sony         | 20 | Dell             | 30 | Softbank       | 40 | Salesforce        | 50 | Huawei           |

Kaynak: BCG

Bu genel bilgilerin ardından izleyen sayfada, 4. Endüstri devriminin gerek teorik, gerekse pratik yönden ortaya çıkmasını sağlayan ve teknolojik ilerlemelerin yürütücülüğünü üstlenen firmalar ve çalışmalar özelindeki kısa değerlendirmeler uygulama açısından fikir verecektir.

### 2.6.1. Bosch

Almanya'nın ve dünyanın en köklü firmalarından biri olan Bosch, 2012 yılında, 4. Endüstri devriminin üretim ve lojistik yapısını nasıl etkileyeceği yönünde araştırma yapma ve strateji geliştirmeye yönelik bir araştırma grubu oluşturmuştur. Ayrıca Almanya Hükümeti'nce talep edilen 4. Endüstri devrimi hakkında rapor hazırlanmasına yönelik sürece de Bosch'un liderlik etmesi, Bosch'u 4. Endüstri devrimi ile bütünleştirmektedir. Ancak çalışma grubu, konuyla ilgili araştırmalarını sadece Bosch düzeyinde sürdürmekle kalmayıp, 4. Endüstri devriminin Almanya genelinde nasıl geliştirilebileceği ve uygulanabileceği konusunda da çalışmaktadırlar. Bosch, çalışmaları kapsamında 2013 yılında 1 milyonu aşkın sensörü üretim süreçlerine dahil etmiştir. Bosch'un 4. Endüstri devrimi kapsamındaki uygulamaları;

- Akıllı ev ve ofis araçları
- İleri endüstriyel yapılar
- Lojistik ve akıllı sistemler şeklinde gruplandırılmaktadır.

Konu, Bosch'un nesnelerin interneti teknolojisini referans alarak geliştirdiği yeni sistemleri göstererek örneklendirilebilir. Ev ve ofislerin daha güvenli, pratik ve ergonomik olmalarını sağlamaktadır. Bir örnekle açıklamak gerekirse, ev veya ofis içine yerleştirilmiş sensörler internete bağlanarak, hava durumu tahminleri konusunda bilgi edinmekte, yağmur söz konusuysa pencereleri otomatik olarak kapatmaktadırlar.

Bununla birlikte bir kişi, akıllı telefonu aracılığıyla, evinde veya ofisinde bulunmasa dahi, pencerelerin kapatılması, ısıtıcıların çalıştırılması, yemeğin pişirilmesi gibi gündelik hayatın gerektirdiği işlevleri uzaktan yerine getirebilmektedir.

#### **2.6.2. Festo**

4. Endüstri devriminin temel uygulayıcılarından biri olan Festo, farklı sektörlerde,
4. Endüstri devrimine uygun ürünlerin üretimine yönelmiştir.

Festo, 4. Endüstri devrimi ve inovasyon ile ilgili uygulamalarını, “Sürdürülebilir İnovasyon Yönetimi” yaklaşımıyla sürdürmektedir. Dünya genelindeki 20 farklı teknoloji- mühendislik merkezinde üretilen yıllık ortalama 100 yeni ürün bu durumun açık bir göstergesidir.

Festo'nun özellikle robot teknolojisini geliştirme bağlamında, insanlar ve diğer canlı türlerindeki biyonik-hareketlerle özdeş hareket edebilen makineler geliştirme yönündeki çalışmaları dikkat çekicidir. Festo, bu konudaki çalışmalarını üniversiteler, Ar-Ge Merkezleri ve otomasyon teknolojisi geliştirme odaklı firmalarla yürütmektedir.

### 2.6.3. Mitsubishi

Mitsubishi, 4. Endüstri devrimi kapsamında, makineden makineye (M2M) platformu oluşturmuş olup, bu platform bağlamında farklı makineler arasında bağlantı ve nesnelerin interneti üzerinde çalışmaktadır. Özellikle bu platform kapsamında, CNC ve robot teknolojilerinin birleştirilmesi dikkat çekicidir. Bu bütünlük teknolojisi sayesinde, ultra modern olarak nitelendirilen akıllı ürünler elde edilebilmektedir.

Bu bağlamda, elde edilen ürünler özellikle endüstriyel robotlar üzerine yoğunlaşmaktadır.



Şekil 2.12. Endüstriyel robot örneği

### 2.6.4. Siemens

Siemens, 4. Endüstri devrimi kavramı ortaya çıktıktan sonra bu konudaki gelişmeleri yakından izlediğini ve müşterilerinin kaydedilen ilerlemelere birebir uyum sağlamaları yönünde çalışmalar gerçekleştireceğini açıklamıştır. Bu bağlamda Siemens, öncelikle “dijital-akıllı fabrika” yapılanmasını ön plana çıkarmaya başlamış ve bu konuda ödül kazanmıştır.



Siemens, 4. Endüstri devriminin temeli olan nesnelerin interneti konusuna, dijitalleşme çalışmaları adı altında yaklaşmakta ve çalışmalarını “yeni nesil üretim, yeni nesil-altyapı ve siber-güvenlik” başlıkları altında gruplandırmaktadır.

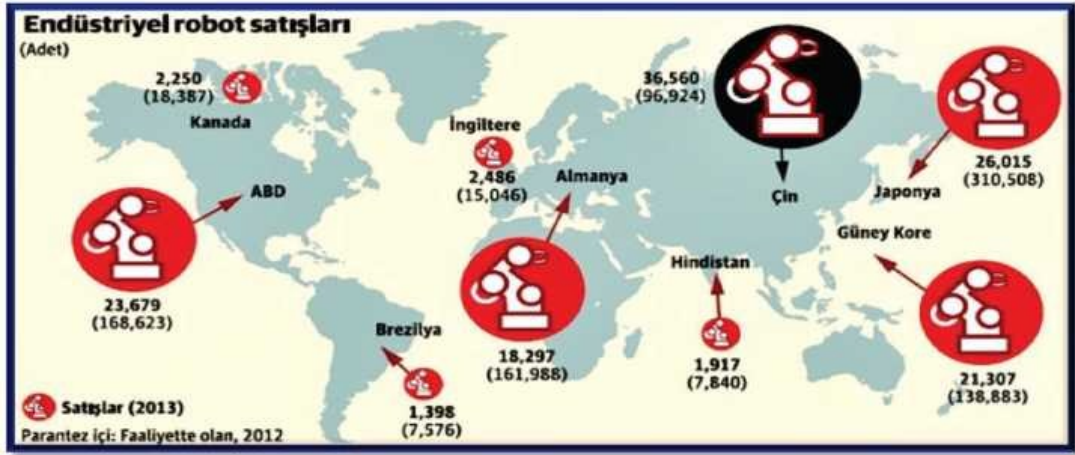
Yeni nesil üretim çalışmaları, akıllı fabrikalarda otomasyon haline getirilmiş üretim süreçlerinde hatasız ve akıllı ürünler elde etme üzerine sürdürülmektedir.



Şekil 2.13. Akıllı robot örneği

## 2.7. Robot Teknolojisi ve İşgücü Piyasasına Etkileri

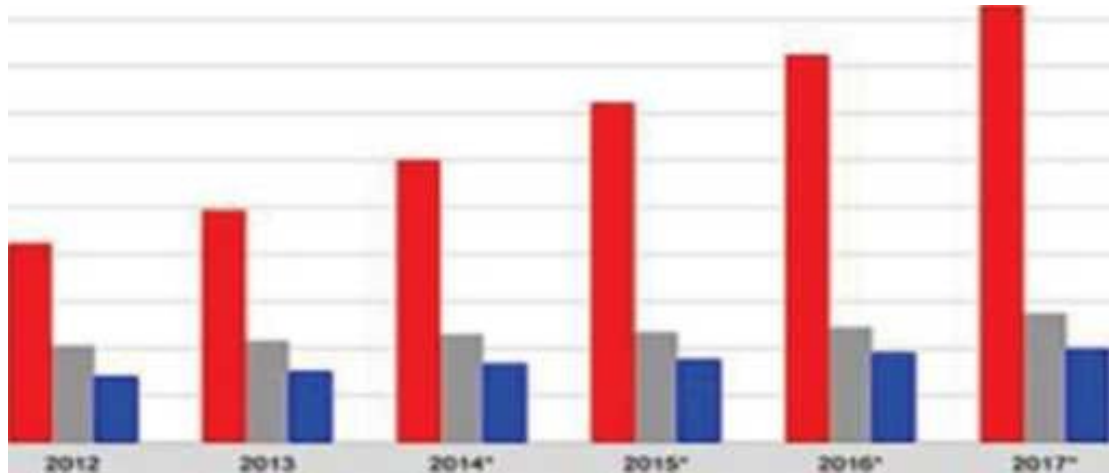
Gelişen makine ve robot teknolojisi, iş dünyasını ve gündelik hayatı büyük ölçüde pratikleştirmesiyle, son 50 yılın en dikkat çekici ve en çok tartışılan konularından biri haline gelmiştir. Konu özellikle, geçmiş yüzyıllarda gerçekleştirilmesi imkânsız olarak görülen pek çok işlevi kolaylıkla yerine getirebilir nitelikte olduğundan avantajlarıyla ön plana çıkmaktadır. Özellikle iş dünyasında ve fabrikalarda endüstriyel robotların getirdiği avantajlar, bu alandaki makineleşmenin yaygınlığını hızla artırmaktadır.



Şekil 2.14. Endüstriyel robot satışlarını gösteren harita

ABD merkezli, “Uluslararası Robotik Federasyonu” tarafından endüstriyel robotlara talebin geçmiş yıllar itibariyle hızla arttığı ve artmaya da devam edeceği açıklanmıştır. Bu durum, 4. Endüstri devriminin yaygınlaştığını gösteren en önemli göstergelerdendir.

Endüstriyel robotların yıllık arzına baktığımızda; özellikle üretimin batıdan doğuya kaydığı bir süreçte Asya’daki yükseliş dikkat çekicidir:



Şekil 2.15. Endüstriyel robot satışlarının yıllık arzını gösteren grafik (Kaynak: World Robotics: \*2014-2017 arası tahmindir.)

Robot teknolojisinde Çin her ne kadar en hızlı büyüyen robot pazarı olarak bilinse de, faaliyet gösteren endüstriyel robot sayısında Japonya önde görünmektedir. 2012 rakamlarına göre; Japonya'da robot sayısı 310 bin iken, Çin'de 96 bin ve ABD'de 168 bin robot tespit edilmiştir.

Endüstriyel üretim dışındaki en büyük robot pazarı olan savunma ve tarımdan sonra en çok gelecek vaat eden pazarlar olarak sağlık-bakım görülmektedir. Bu alanda kullanılmak üzere tasarlanan robotların fiyatı ise oldukça yüksektir.

İşgücü piyasası bu kapsamda değerlendirilecek olursa; küresel istihdam sorununun her geçen gün arttığı bir dönemde; robotların bu derece yaygınlık kazanması, işgücüne duyulan ihtiyacın niceliksel olarak azalması başta olmak üzere, istihdam yapısını tamamen yeni bir niteliğe kavuşturmuştur. Robotların işgücü ve istihdam yapısına etkileri, “teknolojik işsizlik” başlığı altında incelenmeye başlanmıştır.

Bu bağlamda; teknolojik işsizlik, genel olarak teknolojik gelişmeler sebebiyle ortaya çıkan iş ve meslek kaybını ifade etmektedir. Ancak teknolojik işsizlik konusundaki yaklaşımlar tartışmalıdır. Özellikle konu, kısa ve uzun vadedeki etkilerine göre değerlendirilmekte olup, olumlu veya olumsuz yönde görüş belirten veya robotları tamamen bir lütuf olarak gören farklı fikirler vardır.

Konuyu olumlu yönde değerlendirenler, teknolojik gelişmelerin kısa vadede işgücü yapısını değiştireceğini ve kısmen işsizliğe sebep olabileceğini ancak, uzun vadede işgücünü nitelik ve nicelik yönünden artıracığını öne sürmektedirler. Bu yaklaşıma göre, geçmişte beden gücü önemliyken, her geçen gün akıl gücü daha önemli hale gelmektedir.

Akıl gücüne duyulan gereksinim, eğitim düzeyini ve niteliğini de artırmaktadır. Böylece, uzun vadede yüksek düzeyde ve nitelikli eğitim almış bireyler istihdam edilmekte, istihdam yapısı daha kalifiye hale gelmektedir.

Buna karşın, konuyu olumsuz yönde değerlendiren uzmanlar; mevcut sistemde, herkesin eşit düzeyde ve aynı nitelikte eğitim almasının mümkün olmadığından,

artan nüfusun da etkisiyle işsizliğin hızla yükseleceğini, bunun da ciddi sosyal sorunlara yol açacağını belirtmektedirler.

Konu; ister olumlu ister olumsuz ele alınsın, robotların iş dünyasının kaçınılmaz birer parçası haline geldikleri bir gerçektir ve bu insanlarla robotların birlikte hareket etmelerini, bir arada uyum içerisinde yönetilmelerini zorunlu kılmaktadır.

Pew Araştırma Merkezi'nin Ağustos 2014 tarihli araştırması "2025'te Sayısal Hayat: Yapay zekâ, robotlar ve işlerin geleceği" adlı anket çalışmasına katılan 1.896 teknoloji yetkilisi ve analistin yüzde 48'i robotların mavi ve beyaz yakalı istihdamını yerinden edeceği konusunda hemfikirdir. Bu yorumu yapan yetkililere göre, bu da gelir dağılımında eşitsizliği artıracak, sosyal düzende bozulmayı beraberinde getirecektir.

Kalan yüzde 52'sine göre ise; teknoloji 2025 yılında, yarattığından daha fazla iş kaybına yol açmayacaktır. Bu yanıtı veren uzmanlar, bugün insanların yaptığı birçok işi robotların veya sayısal yapıların üstleneceği gerçeğini yadsımamaktadır. Ancak bu kesim, insanların yeni istihdam alanları ve sektörler yaratmak konusundaki becerisine güvendiklerinin de altını çizmektedir. Ayrıca, teknolojinin daima yeni istihdam olanakları yarattığına da vurgu yapılmaktadır.

İşgücü piyasası açısından temel nokta; bireylerin üretim ve teknolojiye değişimlere nasıl ayak uydurduğudur. Teknolojinin uzağındaki bir bakış açısı, kişileri işgücü piyasasından uzaklaştırırken, robotları tercih noktasına taşıyabilir. Bir satranç oyunu misali, doğru hamleler yapıldığında kazanan insan olacaktır.

O nedenle de tavsiye edilen durum, şirketlerin yaratıcı dâhileri işe almaları ve bunları o işlerinde tutmalarıdır.

Diğer önemli bir husus ise, robotların karar verirken düşünemedikleri, iyiyi, kötüyü ayırt edemedikleri için herhangi bir güvenlik sorunu yaşatma ihtimallerinin olmasıdır. Çünkü geçmiş yıllarda da tecrübe edildiği gibi insanlarla birlikte fabrikalarda çalışan robotların insanlara zarar verebildiği görülmüştür. Güvenliği

eksik programlanmış robotlar, insanlığın da korkulu rüyası olmaktadır. Bu eksiklik; etik kurallara göre geliştirilecek robotlarla giderilebilecek ve robotik bilimine de farklı boyut getirecektir. Henüz test sürüşleri aşamasında olan sürücüsüz arabalar, bu eksikliğin ne kadar giderildiğine dair de önemli işaretler verecektir.

İnsanlar ve Robotlar Nasıl Birlikte Yönetilebilirler? İnsanlık, kaçınılmaz biçimde diğer tüm canlı varlıklar gibi robotların varlığına da alışmak zorundadır. Zira robotlar ve makineler, birer araç olmaktan ziyade artık giderek kendi kendilerini yönetebilen birer varlık haline gelmektedirler.

Her geçen gün otomasyon artacak olsa da, insana ihtiyaç her zaman olacaktır. Robotun programlanmasından, bakımına kadar olan süreçte yine insan başrolde dir. Çünkü, robot endekli bir sistemde bile lider yaratıcı insanlar olmazsa olmazdır. Gelecek dünyasında özellikle; yaratıcı ve liderlik özelliği gelişmiş beyaz yakalılar bir adım önde olacaktır.

Robotların en yaygın kullanım alanı olan fabrikalar ise, bu değişime kendilerini çok daha verimli biçimde hazırlamaladırlar. Zira 4. Endüstri devriminin bir gereği olarak, fabrikalarda yer alan robotlar, tek görevi insanlara yardım etmek olan birer araç olmaktan ziyade, birer çalışan ve çalışan ekiplerin de aktif birer üyesi haline gelmektedirler. Bunun için de, insanların ve robotların en proaktif biçimde birbirleriyle uyum içerisinde çalışmalarını sağlamak, büyük önem taşımaktadır.

Bu noktada, nesnelerin internetini aktif biçimde kullanan bir fabrikada, genel olarak; robotlar, insanlar için beden gücü gerektiren ağır işleri yüklenirlerken, insanlar ise bilişimsel ve yönetimsel işlere odaklanacaklardır.

Bununla birlikte robotların; inşaat işçiliği, maden çıkartma, gemi inşası ve tuvalet/lağım temizleme gibi işçi sağlığına zararlı olan hatta onları öldürebilen işleri yapmak için kullanılma ihtimali oldukça yüksektir.

Ayrıca, örneğin garsonluk yapan, ofislerde yerleri silen ve çöpçülük yapan robotlar insanoğluna hizmet etmekle de programlanabilecektir.

Otomobil üreticisi Ford Motor Company'nin kurucusu olan Henry Ford ile sendika başkanı Walter Reuther'ın arasında geçen bir diyalogda: Ford'un, yeni robotları işaret ederek, "Bu robotlardan nasıl sendikalı işçi elde edeceksiniz?" sorusuna Reuther, "Peki siz bu robotların arabalarınızı almasını nasıl sağlayacaksınız?" şeklinde cevap vermiştir.

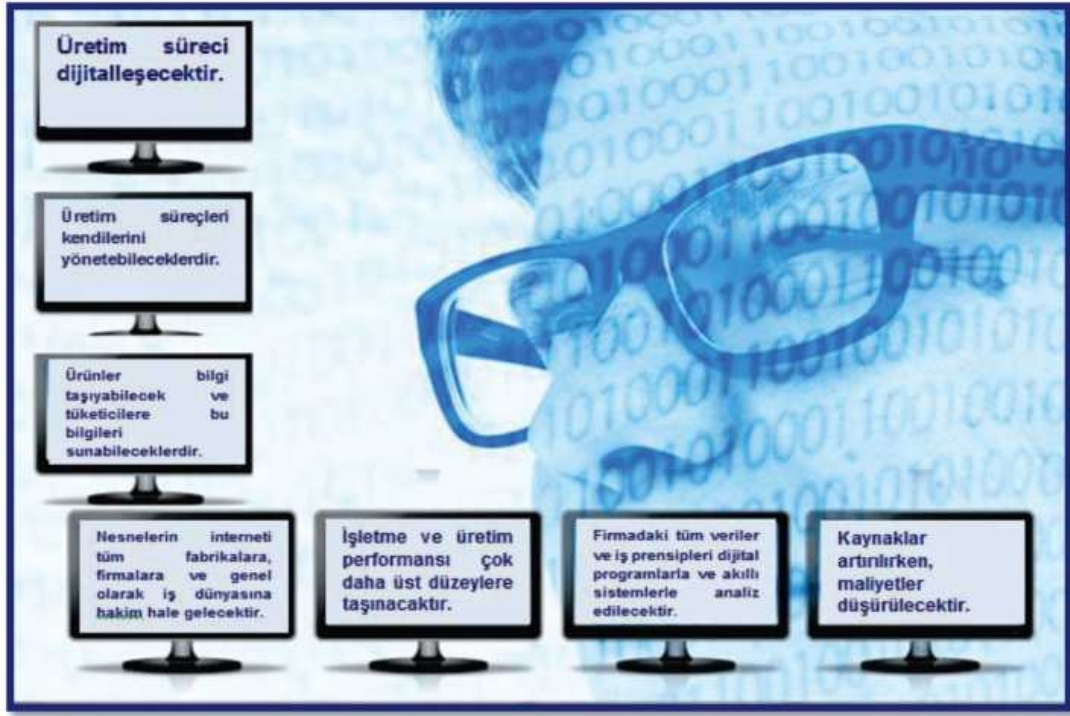
Gelecekte, daha aktif karma grupların gelişmesiyle birlikte, insanlar ve robotlar birbirlerinden karşılıklı olarak destek alacaklardır. Düşünüldüğünde robotlar, insanların zorunlu çalışma saatlerini kısaltırken, böylelikle onların kişisel ve mesleki gelişmelerine daha fazla zaman ayırmalarını da sağlayacaktır.

Sonuç olarak; robotlarla-insanların etkileşimlerinin bu derece yoğun olduğu bir ortamda, insanlar ve robotlar arasındaki iletişimin sağlıklı biçimde yönetilebilmesi, ancak etkin bir yönetim stratejisinin uygulanabilmesine bağlıdır.

## **2.8. Firmaların 4. Endüstri Devrimine Uyum Sağlamada Yapmaları Gerekenler**

Buraya kadar olan bölümlerde 4. Endüstri devriminin ortaya çıkış sebepleri, gelişimi, günümüzde geldiği nokta ve iş dünyası ile gündelik hayata getirdiği yenilikler hakkında bilgilere yer verilmiştir.

Söz konusu bilgiler; 4. Endüstri devrimi ile çığır açıcı gelişmeler yaşandığını, ayrıca teknolojinin durmaksızın ilerlemeye de devam ettiğini ve bu ilerleyişin gerisinde kalan firmaların yok olmaya mahkum olduğunu açık biçimde ortaya koymaktadır.



Şekil 2.16. 4. Endüstri devriminin getirecekleri

Tüm bu gelişmeler bizi, firmalarımızın 4. Endüstri devrimine ne ölçüde hazır oldukları ve bu yeni sürece tam olarak adapte olabilmeleri için ne yapmaları gerektiği konusunda yüzleştirmektedir. Bu bağlamda, firmalarımızın gerek 4. Endüstri devriminin getirdiği yeniliklerle tam olarak bütünlük sağlamaları, gerekse teknolojiyi sadece izler değil yönetir bir konuma erişebilmeleri için adım atmaları faydalarına olacaktır.

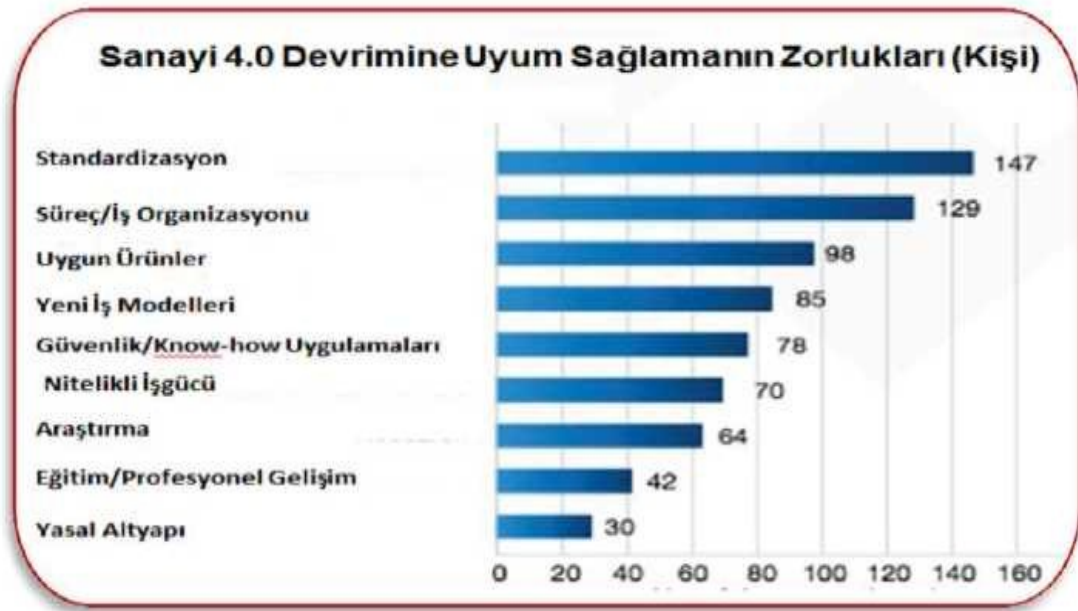
2011 yılında, Alman Hükümeti'ne sunulan raporda, 4. Endüstri devriminin hayata geçirilebilmesi için aşağıdaki önerilerde bulunulurken, yapılan anket çalışmasında da verilen cevaplara göre, öne çıkan başlıklar grafikte yer almaktadır.

- Firmalar arası standardizasyon: Firmaların, teknolojik gelişmeleri birebir uygulayabilmeleri için belirli standartlara erişmiş olmaları ve diğer firmaların gerisinde kalmamaları gerekmektedir.
- Karmaşık sistemlerin yönetilmesi: Fabrikaların akıllı hale gelmesi, üretim süreçlerinin kendilerini yönetebilir hale dönüşmesi ve robotların yaygınlaşması, firma içi sistemleri eski dönemlere göre çok daha karmaşık

hale getirmektedir. Bu bağlamda, yönetim prensipleri de bu karmaşık sistemleri yönetebilir nitelikte olmalıdır.

- Gelişmiş bir altyapı: Kapsamlı, güvenilir ve yüksek kaliteli bir güvenlik, telekomünikasyon ve iletişim ağı geliştirilmesi gerekmektedir. Bu da, gelişmiş bir dijital altyapı geliştirilmesini zorunlu kılmaktadır.
- Açık vermeyen bir güvenlik sistemi: Üretimin akıllı hale gelmesi ve dijital hayatın bu derece yaygınlaşması, güvenlik sistemlerinin de çok daha ileri boyutlara taşınmasını gerekli kılmaktadır. Zira nesnelere arası internet ağının yaygınlaşması, siber-saldırı olasılığını da artırmaktadır. Ayrıca 4. Endüstri devrimi ile birlikte gelen yeni üretim tekniklerinin sadece kendi dijital yapısına değil insanlara ve çevreye olan olumsuz taraflarının da bertaraf edilmesi yönünde de güvenlik önem kazanmaktadır.
- İş organizasyonu ve tasarımı: 4. Endüstri devrimi ile birlikte, akıllı yapıya dönüşen firma ve fabrikalarda, iş akış şemaları ve tasarımları da değişmektedir. Özellikle robotların yaygınlaşması, sadece birer makine olarak değil, birer çalışan olarak ele alınmalarını ve insanlarla birlikte uyum içinde yönetilmelerini zorunlu kılmaktadır.
- Düzenli eğitim ve profesyonellik: 4. Endüstri devrimi, firmalar için eğitim ve teknik bilgi düzeyinin çok daha yüksek düzeylerde olmasını gerektirmektedir. Bu anlamda özellikle, mesleki ve teknik eğitim önem kazanmaktadır.
- Yasal düzenleme: İş dünyasının dijitalleşmesi ve makinelerin adeta birer çalışan haline gelmesi, firmalara ilişkin yasal düzenlemelerin de kapsamlı bir biçimde yeniden ele alınmasını ve düzenlenmesini gerektirmektedir.
- Kaynak etkinliği: 4. Endüstri devrimi, hammadde ve kaynakların, akıllı sistemlere uygun biçimde, çok daha etkin düzeyde yönetilmelerini sağlamaktadır.





Şekil 2.17. Sanayi 4.0 Devrimine Uyum Sağlamanın Zorluklarını Gösteren Kişi Sayısı Bazlı Grafik

Söz konusu maddelerdeki açıklamaları dikkate alarak, firmaların ve ülkelerin 4. Endüstri devrimi ile bütünleşebilmeleri için öncelikle şu adımların atılması gerektiğini ifade edebiliriz:

Üreticilerin öncelikleri belirlemesi ve işgücünün niteliğini artırmaları:

- Gelişimin ve değişimin temel noktaları belirlenmelidir.
- Değişimin işgücüne uzun vadedeki etkisi ortaya konmalıdır.

Üreticilerin teknoloji düzeylerini dengelemeleri:

- Yeni taleplere yönelik yeni iş modelleri tanımlanmalıdır.
- Analitik araçlara yönelik yeni teknolojiler geliştirilmelidir.
- Dijital dünyaya uygun yeni işbirlikleri sağlanmalıdır.
- Standartlar belirlenmeli ve uygulanmalıdır

Alt yapı sistemleri ve eğitim uyumunun sağlanması:

- Teknolojik altyapı olanakları güçlendirilmelidir.
- Bilişim teknolojilerini, inovasyonu ve girişimciliği güçlendirmeye yönelik eğitim programları ve üniversite bölümleri oluşturulmalıdır.

#### 2.9. 4. Endüstri Devrimi Yolunda Türkiye

Türkiye, dünyanın en büyük 20 ekonomisi arasındaki yerini son dörtte kalarak korusa da; küresel rekabette, inovasyona, iş kolaylığından, eğitimin niteliğine kadar birçok uluslararası sıralamada kendine yakışmayan bir tablo sergilemektedir.

Yüksek orta gelirli ekonomiler arasında yer alan Türkiye’de imalat sanayi, düşük ve orta düşük teknoloji grubunda yoğunlaşmıştır. Oysa ki; orta gelir tuzağında bulunan Türkiye’nin yüksek gelirli ekonomiler arasına girebilmesi için, yüksek teknoloji üretime hızla geçiş yapması kaçınılmazdır.

4. Endüstri devrimindeki gelişmeler de, bu geçişin ne kadar hızlı olması gerektiğini açıkça ortaya koymaktadır.

Yüksek-Orta Gelirli Ekonomiler (4.126- 12.745 Dolar )

- Arjantin
- Brezilya
- Çin
- Malezya
- Romanya
- Güney Afrika
- Türkiye

Türkiye’nin sanayi üretimindeki ve ihracatındaki teknoloji kullanma yoğunluğu da, yüksek katma değerli ürünleri artırmasının gerekliliğini göstermektedir.

Zira 2023 hedeflerimiz olan; 2 trilyon dolar milli gelir, 500 milyar dolar ihracat ve 25 bin dolar kişi başı gelire ulaşabilmenin yolu da buradan geçmektedir. Bunun için de hazırlanan stratejik belgelerin hayata geçirilmesi ve sürdürülebilir olması gerekmektedir. Baktığımızda;

Türkiye 2003-2014 yılları arasında düşük ve orta düşük teknoloji ürünlerde 90 milyar dolar dış ticaret fazlası verirken, yüksek ve orta yüksek teknoloji alanlarda

438 milyar dolar dış ticaret açığı vermiştir. 2014 yılı ihracatı 158 milyar dolar olarak gerçekleşmiştir.

Yüksek ve orta-yüksek teknoloji aleyhine oluşan bu durum neden teknoloji seviyesinin artırılması gerektiğinin cevabıdır.

Teknoloji seviyesi arttıkça gelir artmakta, ücretler artmakta refah artmakta bu da tasarrufların artmasına yardımcı olmaktadır. 2014 yılında ihracatın teknoloji düzeyine göre dağılımında yüzde 35,8 düşük teknolojili ürünler ilk sırada yer almaktadır.

Oysa ki; ithalat incelendiğinde; yüksek teknolojili ürünlerin ayı yüzde 14'e çıkarken, orta-yüksek teknolojili ürünlerin payı yüzde 42 ile ilk sırada yer almaktadır.

1960'lı yılların ikinci yarısından itibaren Türkiye ile aynı seviyede bulunan özellikle de Güney Doğu Asya ülkeleri ve birçok Latin Amerika ülkesi, sanayi yapısını değiştirerek, ithal ikamesine dayalı modelden, ihracata dönük bir modele geçiş yapmışlar ve 1970 yılından itibaren ekonomilerinde artan bir ivme kaydetmişlerdir.

Tablo 2.5. 1950 Sonrasında Ülkelerin Gelir Düzeylerindeki Saptanan Artış

| 1950 Sonrasında Düşük-Orta Gelirli Olup; Yüksek Orta Gelir Düzeyine Ulaşan Ülkeler |  |   |   |   |
|--|--|---|---|---|
| Ülke   | Düşük Orta Gelir Düzeyine Ulaşıldığı Yıl | Yüksek Orta Gelir Düzeyine Ulaşıldığı Yıl | Düşük Orta Gelir Düzeyinde Geçirilen Süre (Yıl) | Geçiş Dönemi Boyunca Ortalama Büyüme Hızı (%) |
| ÇİN  | 1992                                     | 2009                                      | 17  | 7,5   |
| MALEZYA  | 1969                                     | 1996                                      | 27  | 5,1   |
| KORE   | 1969                                     | 1988                                      | 19  | 7,2   |
| ÇİN (TAYPEİ)   | 1967                                     | 1986                                      | 19  | 7,0   |
| TAYLAND  | 1976                                     | 2004                                      | 28  | 4,7   |
| BULGARİSTAN  | 1953                                     | 2006                                      | 53  | 2,5   |
| TÜRKİYE  | 1955                                     | 2005                                      | 50  | 2,6   |
| KOSTA RİKA   | 1952                                     | 2006                                      | 54  | 2,4   |
| OMAN   | 1968                                     | 2001                                      | 33  | 2,7   |

Kaynak: TÜRKONFED Orta Gelir Tuzağından Çıkış; Hangi Türkiye

Özellikle, bu süreçten sonra yabancı sermaye ithalatı yerine, teknoloji ithalatına öncelik vererek, sanayide rekabet gücünü artırmanın hedeflenmiş olması, ülkeleri bu

noktaya getirmiştir. Yapılan bir çalışmada, düşük-orta gelir düzeyinde geçirilen süre Çin’de 17, Kore’de 19, Türkiye’de 50 yıldır.

Tablo 2.6. Teknoloji Düzeyine Göre Kg Başına İhracat Fiyatındaki Değişimler

| İHRACAT   | Düşük Teknoloji<br>Kg. Başına Fiyat | Orta-Düşük                    | Yüksek-Orta                   | Yüksek Teknoloji Kg.<br>Başına Fiyat |
|-----------|-------------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|--------------------------------------|
|           |                                     | Teknoloji Kg.<br>Başına Fiyat | Teknoloji Kg. Başına<br>Fiyat |                                      |
| AB-28     | 3,2                                 | 1,8 I                         | 9,3                           | 163,9                                |
| ABD       | 1,6 I                               | 1,6 I                         | 4,9                           | 162,9                                |
| Almanya   | 2,2                                 | 2 I                           | 8,5                           | 127,7                                |
| Brezilya  | 0,9                                 | 1,2 I                         | 3,8                           | 123,5                                |
| Çin       | 0,8                                 | 1,4 I                         | 4,6                           | 86,0                                 |
| Fransa    | 2,7                                 | 1,7 I                         | 7,3                           | 180,3                                |
| G.Afrika  | 0,9                                 | 2,1 I                         | 3,2                           | 21,0                                 |
| G.Kore    | 3,3                                 | 1,4 I                         | 4 I                           | 139,7                                |
| İngiltere | 4,4                                 | 3 I                           | 9,9                           | 117,7                                |
| İspanya   | 2,7                                 | 1,1 I                         | 4,4                           | 68,6                                 |
| İsrail    | 8,2                                 | 2,9                           | 2,1 I                         | 235,7                                |
| İtalya    | 3,9                                 | 1,8 I                         | 8,4                           | 84,1                                 |
| Japonya   | 5,2                                 | 1,6 I                         | 8,7                           | 176,2                                |
| Polonya   | 2,2                                 | 1,6 I                         | 4,2                           | 46,5                                 |
| Türkiye   | 3,6                                 | 0,9                           | 4,5                           | 34,4                                 |
| İTHALAT   |                                     |                               |                               |                                      |
| Türkiye   | 1,4 I                               | 1,4 I                         | 3,5                           | 79,4                                 |

Kaynak: Girişimci Bilgi Sistemi (GBS)

Teknoloji düzeyine göre kg başına ihracat fiyatında ülkelerle arasındaki farkı çok net ortaya koymaktadır.

Tablo 2.7. Teknolojik Düzeye Göre Türkiye İhracatının Sektörel Dağılımı

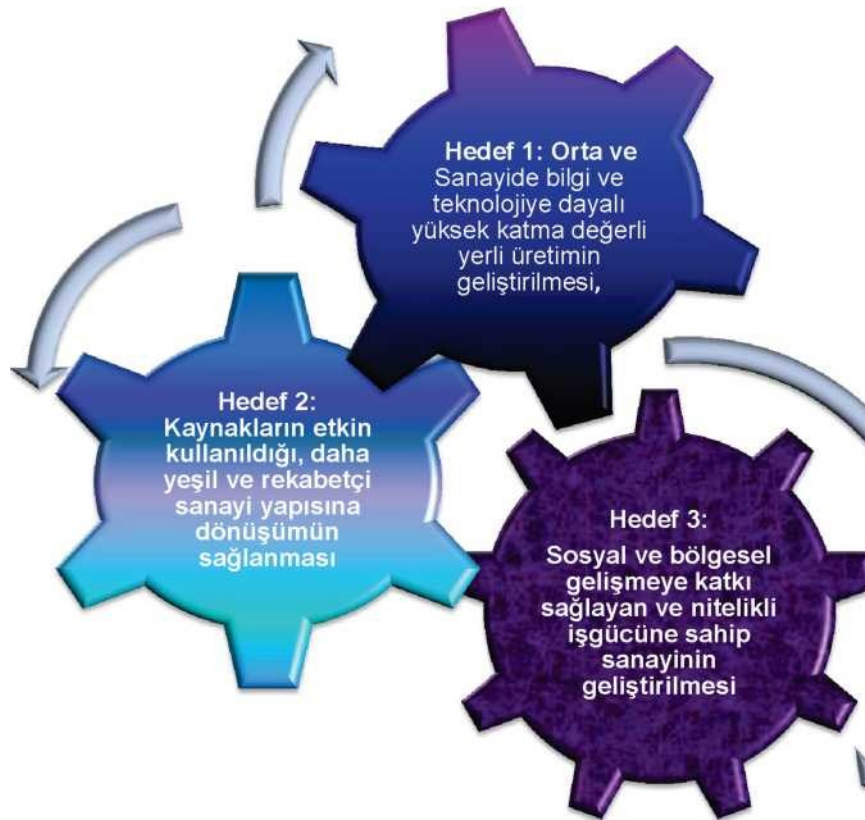
| <b>1. YÜKSEK TEKNOLOJİLİ ÜRÜNLER</b>   | <b>Toplam İhracat İçindeki Payı (%)</b> |
|--|---|
| Tıpta ve eczacılıkta kullanılan kimyasal ve bitkisel kaynaklı ürünler        | 0,61                                    |
| Hava ve uzay taşıtları   | 0,6                                     |
| Büro, muhasebe ve bilgi işleme makineleri                                    | 0,1                                     |
| Radyo, televizyon, haberleşme teçhizatı ve cihazları                         | 0,001                                   |
| Tıbbi aletler; hassas optik aletler ve saat                                  | 0,001                                   |
| 1  |   |
| <b>2. ORTA YÜKSEK TEKNOLOJİLİ ÜRÜNLER</b>                                    |   |
| Demiryolu ve tramvay lokomotifleri ile vagonları                             | 0,091                                   |
| Başka yerde sınıflandırılmamış ulaşım araçları                               | 0,071                                   |
| Motorlu kara taşıtı ve römorklar   | 0,012                                   |
| Başka yerde sınıflandırılmamış makine ve teçhizat                            | 0,009                                   |
| Kimyasal madde ve ürünler  | 0,005                                   |
| Başka yerde sınıflandırılmamış elektrikli makine ve cihazlar                 | 0,004                                   |
| 1  |   |
| <b>3. ORTA DÜŞÜK TEKNOLOJİLİ ÜRÜNLER</b>                                     |   |
| Deniz taşıtları  | 0,8                                     |
| Ana metal sanayi   | 0,01                                    |
| Plastik ve kauçuk ürünleri   | 0,005                                   |
| Metal eşya sanayi (makine ve teçhizatı hariç)                                | 0,005                                   |
| Kok kömürü, rafine edilmiş petrol ürünleri ve nükleer yakıtlar               | 0,004                                   |
| Metalik olmayan diğer mineral ürünler  | 0,003                                   |
| <b>4. DÜŞÜK TEKNOLOJİLİ ÜRÜNLER</b>  |   |
| Gıda ürünleri ve içecek  | 7,1                                     |
| Tekstil ürünleri   | 0,010                                   |
| Giyim eşyası   | 0,009                                   |
| Mobilya ve başka yerde sınıflandırılmamış diğer ürünler                      | 0,005                                   |
| Kağıt ve kağıt ürünleri  | 0,001                                   |
| Dabaklanmış deri, bavul, el çantası, saraciye ve ayakkabı                    | 0,0007                                  |
| Ağaç ve mantar ürünleri (mobilya hariç); hasır vb. örülerek yapılan maddeler | 0,0005                                  |
| Tütün ürünleri   | 0,0004                                  |
| Basım ve yayım; plak, kaset vb.  | 0,0001                                  |

Kaynak: TUIK

Türkiye'nin hedefleri doğrultusunda hangi sektöre veya sektörler üzerine yoğunlaşacağı çok önemlidir. Bir ya da iki sektör belirlenerek, sadece o sektörler üzerinde küresel ekonomide yer alabilecek ve katma değer yaratacak şekilde konuya odaklanması, üzerinde düşünülmesi gereken bir husustur.

Bakanlık tarafından hazırlanan Sanayi Stratejisi'nin uzun dönemli vizyonu "Orta-yüksek ve yüksek teknolojlili ürünlerde Afro-Avrasya'nın tasarım ve üretim üssü olmak" şeklinde belirlenmiştir.

2015-2018 yıllarını kapsayan Türkiye Sanayi Stratejisi'nin genel amacı ise "Türk sanayisinin rekabet edebilirliğinin ve verimliliğinin yükseltilerek, dünya ihracatından daha fazla pay alan, ağırlıklı olarak yüksek katma değerli ve ileri teknolojlili ürünlerin üretildiği, nitelikli işgücüne sahip ve aynı zamanda çevreye ve topluma duyarlı bir sana



Şekil 2.18. Stratejik hedefler

Kalkınma yolunda ileri teknoloji, ileri teknoloji için de nitelikli eğitim olmazsa olmazdır.

O nedenle de, eğitim 4. Endüstri devriminin en önemli yapıtaşlarından biridir. Akıllı makineler ve akıllı ürünleri üretecek ve kullanabilecek nitelikli işgücünün temini, uzman üretim mühendislerinin yetiştirilmesi, siber fizik sistemlerini algılayabilecek

bir yapının oluşturulması, müfredatın ilkokuldan üniversiteye kadar bu çerçevede güncellenmesi çok önemlidir.

Tablo 2.8. PISA Testi Sonuçları

|                      | TÜRKİYE | ÇİN | KORE | JAPONYA | TAYVAN | ALMANYA | RUSYA |
|----------------------|---------|-----|------|---------|--------|---------|-------|
| FEN                  | 43      | 1   | 7    | 4       | 13     | 12      | 37    |
| MATEMATİK            | 44      | 1   | 5    | 7       | 4      | 16      | 35    |
| OKUMA<br>YETERLİLİĞİ | 42      | 1   | 5    | 4       | 7      | 19      | 41    |

Kaynak: OECD

Dünyanın en kapsamlı eğitim araştırması olan ve 3 yılda bir yapılan Uluslararası Öğrenci Değerlendirme Programı; 15 yaş ve üstü öğrencilerin 3 ana konuda kazanmış oldukları bilgi ve becerileri değerlendiren bir araştırma projesidir.

Bu tablo bize şunu anlatmaktadır: Okuduğunu anlamakta zorlanan çocuklarımızın, fen ve matematik alanlarındaki yetersizlikleri ile hedeflediğimiz yüksek katma değerli üretime geçiş yapabilmemiz böyle bir süreçte çok zordur. Çünkü, 65 OECD ülkeleri arasında Türkiye fen alanında 43., matematik alanında 44. ve okuma yeterliliği alanında 42. sırada yer almaktadır.

Gelişmekte olan ekonomilerin sonuçlarının başarılı olması, neden teknolojiye başarılı olduklarını da göstermesi açısından çok önemlidir.

Kaybedecek daha fazla zamanımız olmadığı için neden ve niçinlere çok takılmadan söz konusu ülke örneklerini masaya yatırarak nasıl bir yol haritası çizeceğimizi seçmek zorundayız.

Araştırmamızın içeriği açısından en son başlık eğitim olsa da, bugün atılacak ilk adım eğitim konusunda olmalıdır ki, 10 yıl sonrasına nitelikli bireyler yetiştirebileyim.

Genel olarak değerlendirdiğimizde; Türkiye'nin tüm kesimlerce kabul gören 2023 hedefleri ve sanayi strateji belgeleri küresel ihtiyaca cevap verebilmek adına çok önemli adımlardır. Ancak ülke olarak, belirlenen hedefler doğrultusunda zamanında

eyleme geçme konusunda ciddi anlamda sıkıntılarımız da vardır. Adımlar çok sonradan gelmekte birlikte, yarattığı etki de bir o kadar az olmaktadır.

Bununla birlikte, firmaların tek başına 4. Endüstri devrimine yatırım yapabilmesi için, ülkedeki gerekli koşulların da yani ekosistemin de buna uygun olması gerekmektedir. Bugün itibari ile bunun da mümkün olmadığı bir gerçektir. O nedenle de, zaruri adımların bugünden atılması da en büyük gerekliliktir.

Bu tezi destekleyen bir araştırma The Boston Consulting Group (BCG) tarafından yapılmıştır. Hazırlanan raporda; “..Türkiye'nin üretim üssü statüsünü sağlama alması da, şirketlerin, 4. Endüstri devriminin getirdiği teknolojik avantajları ne kadar kapsamlı ve hızlı uygulayacaklarına bağlı olacak. Üretim üssü olma konusunda yarışan Türkiye için bu devrimin öncülerinden olmak bir tercih değil zorunluluk olmalı ve bu yolda adımlar hızlı atılmalı” diye belirtilmiştir.

Diğer yandan, Avrupa Ekonomik Araştırmalar Merkezi Başkanı Clemens Fuest, Alman ekonomisinin ağırlıklı olarak orta ölçekli işletmelerden oluşmasının, 4. Endüstri devrimi konusunda bir avantaj bile olabileceği kanısındadır. "Bunun için elimizdeki potansiyeli kullanmamız gerek. Özellikle birleşen Avrupa'da pazarımızı büyütmemiz lazım. Yan gelip yatamayız.” diye bir açıklama yapmıştır.

Almanya gibi sanayi devi bir ülkenin bile “4. Endüstri devrimi sürecinde yan gelip yatamayız.” sözü, önümüzdeki yolun ne kadar uzun ve meşakatli olduğunu ortaya koymakla birlikte, bir an evvel harekete geçmemizin ne kadar gerekli olduğunun da altını çizmektedir.

Sürdürülebilir rekabet gücüne sahip olmanın şartı; teknolojiye yatırım yapmaktır. 4. Endüstri devrimi yolunda hiçbir adım atamaz isek; küresel ekonominin gerisinde kalmakla birlikte, rekabet edebilmek neredeyse imkânsız bir hal alacaktır. O nedenle çalışandan, makinelere, firmalardan, ülkenin ekonomik yapısına kadar geniş bir kitlenin yeteneklerini 4. Endüstri devrimi doğrultusunda artırmamız gerekmektedir. Bunun anlamı, belki de topyekûn bir seferberliktir. Gerek jeopolitik konumu ve gerekse potansiyeli ve dinamik özel sektörü itibari ile, Türkiye, küresel piyasaların



her zaman gözdesi olmuş ve olacak bir ülkedir. Ancak, oyun kurucu bir ülke olmak istiyorsak tüm bu anlatılanlar ışığında olmazsa olmazları da hayata geçirmek zorundayız. Aksi takdirde kaçınılmaz bir son olan, dünyanın ilk 20 ekonomisinin gerisinde kalmaktan da kurtulamayız ve kaybedenler kulübündeki yerimizi alırız.

## **BÖLÜM 3. FARKLI ÜLKE ÖRNEKLERİNİN İNCELENMESİ VE TÜRKİYE İÇİN MODEL ÖNERİSİ**

Üretim ekosisteminin tamamı teknolojik gelişmelerin hızla gerçekleşmesi ile olağanüstü bir değişim geçirmektedir. Gelişmiş imalat tekniklerini anlama ve benimsetme ihtiyacı ise bu gelişmeden kaynaklanan bir zorunluluk haline gelmiştir. Günümüzde bu gelişmelerin etkisi ile 4. Endüstri devrimi üzerine araştırmalar yoğunlaşmaktadır. Birçok teknolojik ilerlemenin ilham kaynağı olan otomotiv sektörü, 4. Endüstri devrimi kavramını anlamak ve içselleştirmek için yeni yollar aramakta ve keşifler yapmaktadır. Bu gelişim sürecine ayak uydurabilmek açısından Türkiye adına yeni öneriler ve izlenilmesi gereken yollar belirlenmesi ise hayati önem taşımaktadır. Bu gelişime destek olabilmek adına bu araştırmada Türkiye gibi gelişmekte olan 3 ülke üzerinde çalışılmıştır. Bu çalışmaların neticesinde Meksika, Hindistan ve Güney Kore modelleri incelenerek Türkiye'nin 4. Endüstri devrimi üzerine belirleyeceği yol haritasına destek olmak araştırmanın temel amacıdır.

### **3.1. Güney Kore ve 4. Endüstri Devrimi**

Kore, bilgisayar programları ve diğer yazılım çözümleri tasarlamakta zorlanan ülkeler arasındadır. Bu nedenle, Kore hükümeti, akıllı fabrika sistemini hızlandırmak için bir fabrikayı ve bilgi teknolojilerini bir araya getirerek imalat sektörlerinde yeni bir değer yaratmak ve rekabet gücü elde etmek için "İmalat sanayiinde yenilikçilik 3.0" adlı bir projeye başlamıştır. Bunu yaparak, imalat sektörünün reformunun önünü açması beklenmektedir.

Kore'de Akıllı Fabrika Girişimi, 2014'te Almanya'ya Devlet Başkanının Resmi Ziyareti sonrasında başlamıştır.

Bazı özel şirketler akıllı fabrika sistemini üretim hatlarına uygulamış ve yeni ürün geliştirerek bu reforma öncülük etmiştir. Bununla birlikte, uygulamanın yüzdesi diğer gelişmiş ülkelere kıyasla hala çok düşüktür. Buna ek olarak, imalat sektörü için eski yönetmelikler ve politikalar akıllı fabrika için yeni teknolojiler geliştirmenin diğer engelleridir.

Ticaret, Sanayi ve Ekonomi Bakanlığı (MOTIE), özel şirketleri bir test havuzu inşa etmeye, araştırma yapmaya ve akıllı fabrika sistemini yaymaya desteklemek için bütçe ayırarak bu araştırmaları güvence altına almıştır. 2015 yılında akıllı fabrika sistemleri için yaklaşık 26 milyon Euro harcamıştır. Bilim, Bilgi Teknolojileri ve Gelecek Planlama, ve “Akıllı Fabrika” projesini başlatmak için bu yıl da 9.7 milyon Euro tutarında bir bütçe sağlamıştır.

Ayrıca Kore hükümeti, yerel yönetimler ve büyük şirketler, bölgesel sanayi güçlerine ana faaliyet alanları oluşturmak için birbirleriyle işbirliği yapmaktadır. Bir Yaratıcı Ekonomi Yenilik Merkezi kurmuşlardır ve bahsedilen projeyi bir an önce başlatmayı planlamaktadırlar. Örneğin, Samsung Electronics, Gyeong Buk Yaratıcı Ekonomi Yenilik Merkezi'nde üretim tasarımı simülasyonu ve akıllı fabrikaların kurulması konusunda danışmanlık hizmeti ve bilgi aktarımı işini yürütmektedir.

2,611 Akıllı Fabrika projesi bugün itibariyle Kore Akıllı Fabrika Vakfı (KOSF) tarafından desteklenmektedir.

Güney Kore'nin güçlü fabrika ekipmanı ve otomasyon sektörlerinin olmaması, şu anda 4. Endüstri devrimi çözümlerinin tedarikçisi olma konusunda çok az ilerleme kaydettiği anlamına gelmektedir. Bunun yerine, Güney Kore, verimlilik kazanımlarının yanı sıra 4. Endüstri devriminin ekonomik faydalarının (örneğin akıllı şehirler alanında) yeni, veri odaklı iş modellerinden gelecek yeni girişimlerin de yararlanabileceğine inanmaktadır. Güney Kore, bugün bu alanda öncü olmaya devam etme yolunda ilerlemelerini sürdürmektedir. Dünyanın ilk akıllı şehri olan Songdo, Incheon Metropolitan şehrinde bulunan yeni akıllı konut ve akıllı şehir teknolojilerini denemeye almıştır. Dahası, özel siyasi ve ekonomik düzenlemeler, bu alanda çalışan tedarikçi ve şirketlerin sayısının artması için cazip bir ortam oluşturmaktadır.

Songdo, altı kilometrekarelik bir alanı kaplayan ve 2012 yılında 22.000 kişilik bir nüfusuyla fiziksel büyüklük ve nüfus açısından benzersiz bir test olanağı sağlamaktadır. Hükümetin Ulusal Bilgi Teknolojileri Geliştirme Ajansı (UIPA) ve MSIP tarafından yürütülen Smart City Testbed girişimi, insanları dahil olmaya teşvik ederek Songdo'yu uluslararası arenaya taşımaktadır.

Songdo, insan ve makine arasındaki etkileşime odaklanırken, diğer hükümet girişimlerinin önümüzdeki yıllarda insanlar, makineler ve ürünler arasında kapsamlı bir bağlantı ve yaklaşma sağlanması hedeflenmektedir. Buna ek olarak, bilgi teknolojileri yönetimi ve 4. Endüstri devrimi alanlarındaki yeni girişimlere destek olmak için 17 bölgesel yetkinlik merkezi oluşturulmuştur ve bu merkezlerden Kore hükümeti bölgesel aktörlerle bağlantılar kurulmasına yardımcı olmuştur. Bu Yaratıcı Ekonomi İnovasyon Merkezleri, ülkenin dört bir yanına açılmıştır. Kapsamlı uzmanlıkları ve komplike olmayan işbirliği ve yatırım düzenlemeleri ile - hatta yabancı yatırımcılar için - bu merkezler, ürün tasarımından ihracata kadar, yeni işyerleri kurulmasında ve yeni iş imkanları oluşturulmasında oldukça aktif bir rol almıştır.

İnovasyon Merkezleri ayrıca KOBİlere yenilik yapmalarında yardımcı olmaktadır. 2.000 KOBİ zaten programa katılmış ve bunlardan bazıları ürün kalitesinde önemli ilerlemeler sağlamıştır. Bugüne kadar kamu ve özel sektör desteği, merkezlere üyelerine yatırımlar, garantiler ve krediler vererek 437 Güney Koreli yeni başlayan şirketin, Eylül 2015'e kadar, platforma katılması sağlanmıştır. Global bir ağ kurularak, yurtdışında irtibat kurmalarına ve yeni başlayan şirketlerin Güney Kore pazarına girişini kolaylaştırmalarına yardımcı olmaktadır. Bazı şirketlerde, dünyanın çeşitli yerlerinden gelen çeşitli siteler de programa katılmıştır (örneğin KIC Avrupa, KIC ABD, KIC Pekin, KIC Moskova) ve bu, diğer ülkelerdeki kamuya açık ve özel olarak finanse edilen inovasyon girişimleri ile yakın işbirliği ile tamamlanmaktadır (örn. İngiltere'nin Dijital Mancınıklar ve Japonya'nın NTT Docomo girişim kapitalistleri). Standardizasyon açısından, hükümet uluslararası iş birliği ve diyaloga girerek özel sektörü de bu sürece dahil etmek istemektedir. Odaklı entegre çözümler (örn. RAMI 4.0), Almanya, 4. Endüstri devrimi alanında özellikle itibar kazanmaya başlamıştır. Bu arada, KOBİ'lerin önceliği birlikte çalışabilirliği

sağlamaktadır. Güney Koreli işletmelerin, 4. Endüstri devrimi uygulamasına odaklanmış olan kararlarda önemli bir faktör de çeşitli uluslararası tedarikçilerden üretkenliği artırmak için teknolojik çözümler edinmelerine izin vermektir.

Güney Kore, Amerikan İnternet şirketlerinden gelen artan rekabet nedeniyle, küresel standartların hızlı bir şekilde kurulmasını teşvik etmek istemektedir. ISO, IEC ve PASC gibi uluslararası organların önemli bir üyesi olan Güney Kore standartlaştırma ajansı KATS (Kore Teknoloji ve Standartları Ajansı), küresel standartları etkileme kabiliyetine sahiptir ve neredeyse tüm ilgili teknik komitelerde ve alt komitelerde temsil edilmektedir. Ulusal düzeyde, standartlaştırma faaliyetlerinin çoğunlukla ulusal tedarikçilere faydası olmasını sağlamak için endüstriyle yakın işbirliği içinde çalışan bir aşağıdan yukarıya yaklaşım sürdürmektedir.

Bazı holdingler akıllı verilerin daha fazla ticari kullanımı için iş modellerini gözden geçirmektedirler. Çakıl taşlarının birçok çatı altında bir araya getirmesi, 4. Endüstri devrimi için entegre bir dijital strateji ve planlama sisteminin uygulanmasını kolaylaştırmaktadır. Dahası, standardizasyon eğilimi ile olan yakın iş birliği, çapraz şirket, ulusal çözümler üretmeye yardımcı olmaktadır. Güney Koreli şirketlerin 4. Endüstri devrimi alanında iş birliği yapma istekliliği göz önüne alındığında, standartlaştırma, kesintisiz disiplinlerarası iletişim sağlamak için hayati öneme sahiptir. Birlikte çalışabilirlik ve sinerji, iş birliğinin başlıca faydaları olarak algılanmaktadır. Güney Koreli işletmeler, yabancı şirketlerle, özellikle de Alman şirketler ile iş birliği yapmaya heveslidir. Yeni çözümler için hızlı diyalog ve standardizasyon önlemleri yoluyla iş birliğini kolaylaştıracak yeni organizasyonların kurulmasını görmek istemektedirler.

Başlıca riskler, veri güvenliği ve bilgi birikimi olarak görülürken, güven ve bağlayıcı sözleşme anlaşmaları, başarılı bir iş birliği için kilit gereklilikler olarak düşünülmektedir. Özellikle önemli bir husus, Güney Koreli işletmelerin imalat teknolojilerini geliştirmelerine olanak tanıyan 4. Endüstri devrimi çözümlerine olan taleptir. Güney Kore'deki imalat sanayi, düşük kapasitesi ve sürekli olarak artan Çinli üreticilerin kalitesi nedeniyle sürekli artan bir baskı altına girmektedir. Bu soruna hitap etmek, farklı şirketler tarafından yapılan makinalar arasında kesintisiz

disiplinlerarası iletişim gerektirecektir. Bu, Güney Kore'nin özel sektörünün standardizasyon alanında hızlı çözümler üretmek için baskı yapmasının temel nedenlerinden biridir. Verimliliği artıran ve Almanya ile kurulan geleneksel ticaret geleneğini artıran 4. Endüstri devrimi çözümleri üzerine bugünkü bu odaklanma, Alman işletmelerinin Güney Kore'yi ürünlerinin pazarı olarak daha güçlü bir şekilde hedeflemelerine fırsat olarak görülebilir. Birden fazla değer zincirini tek bir çatı altında toplanan işletmelerin iş birliği, aynı zamanda KOBİ'lere erişimi kolaylaştırmakta ve birkaç farklı sektörde standartların yaygın bir şekilde oluşturulması için bir fırsat yaratmaktadır. Bununla birlikte, aynı zamanda, büyük şirketlerin sayısız uzmanlaşmış iştirakleriyle hiyerarşik, kendi kendine yeten yapısı, onları yabancı ortaklarla daha az iş birliği yapmak için eğilimli yapabilir.

### **3.2. Meksika ve 4. Endüstri Devrimi**

Meksika'nın günde bir milyardan fazla dolar ihraç eden birinci sınıf bir Üretim Merkezi olduğu bilinmektedir. Bu ihracatın %50'si imal edilmiş ürünlerdir, geri kalan yüzde ellilik dilimin büyük bir kısmı çeşitli teknolojik ürünlerdir. Latin Amerika'daki ileri teknoloji ürünlerinin %80'den fazlası Meksika'da üretilmektedir ve ülke Kanada'dan daha çok çeşide sahip teknolojik ürün ihraç etmektedir.

Uluslararası ticaret anlaşmaları, Meksika Pezosu ile ABD Doları arasındaki korelasyonun yanı sıra elektronik ve otomotiv endüstrilerinden elde edilen tecrübeler, bir imalat ihracat endüstrisinin gelişimi için son derece rekabetçi bir alan yaratmıştır. Bu durum, son on yılda, Meksika'ya ihracat platformu olarak ilgi duyan çok sayıda şirketi bölgeye çekmiştir.

Buna ek olarak, bu şirketler nitelikli mühendislerden ve işgücünden, uluslararası ticaret anlaşmalarından ve Meksika'nın dolar bölgesine yakınlığından yararlanmak istemektedirler. Özellikle Amerika Birleşik Devletleri'nin nihai Pazar olduğu düşünülürse, Avrupa ve Asya şirketlerinin, Meksika'nın rekabet avantajlarıyla en çok yarıştığı ülkeler olduğunu söylemek yanlış olmayacaktır.

Bu ekonomik kalkınma modeli Meksika'ya ihracat hacmini devam ettirmesine rağmen, ülkenin rekabetçi konumunu koruma konusunda yetersiz kalmaktadır. Model eksiklikleri, ilişkili bir değer zinciri oluşturma yeteneğini ve üretilen malların katma değerini artırmayı amaçlayan bir inovasyon kapasitesine ve fikri mülkiyet seviyesine sahip bir tedarikçi tabanı ve bununla birlikte ülkenin küresel yenilik pazarındaki stratejik konumu gibi sınırları daraltmaktadır. Sonuç olarak, iki hızlı ekonomi ortaya çıkmıştır; çokuluslu, rekabet gücü yüksek ve üretken şirketler ve düşük üretkenliğe sahip Meksika KOBİ'leri. Aslında, sistem dördüncü nesil üretim modellerine (4. Endüstri devrimi) doğru gelişen büyük şirketler ve birinci veya ikinci kuşak üretken modellerde duran yerleşik bir KOBİ topluluğu ile oluşmaktadır.

Bununla birlikte, bu durum ışığında Meksika'nın jeostratejik konumunu anlamak ve potansiyelini Meksika şirketleri ve yenilik sistemleri yararına kullanmak çok önemlidir. Japonlar, Avrupalılar ve Amerikalılar tarafından görülen seviyede, dünya standartlarında bir ekonomik ve üretim lideri olarak Meksika'yı da sayabiliriz.

Maliyet, rekabet avantajı, geleceğin uzun vadeli bir vizyonu ve ucuz iş gücü maliyetlerine dayanan, maliyetlerin ötesinde kapasiteler geliştirme fırsatlarının kaynağı olarak kullanılmalıdır. Yenilik yeteneklerine, Meksika markalarının geliştirilmesine (yerel şampiyonlar), tedarik zincirinin, üretkenliğin ve uzun vadeli avantajlar sağlayan diğer tüm faktörlere odaklanmak gereklidir.

Gelişmiş imalat sanayii, geber kaldığımız tasarlanmış imalat paradigmasından oldukça farklıdır. Bu kavramın tam tersi olan tesisleri bulmak için sadece bir Meksika otomotiv veya uzay fabrikasını ziyaret etmek gerekmektedir. Kalifiye bilgisayar uzmanlarına ve işgücüne bu tesislerde şahit olabiliriz.

Geleneksel imalat tesislerinin aksine, gelişmiş imalat düşük maliyetli işgücüne ve yüksek üretim hacimlerine dayanmaz. Ancak oldukça karmaşık ürünleri üretmek için beceri ve yaratıcılığın kullanımından geçilmesi gerekmektedir. Ayrıca, izole bir şirketler grubu değil, mühendisler, iş geliştiricileri, girişimciler, bilim adamları, finansal yöneticiler ve yaratıcı potansiyellerini kullanıcılara ve müşteriler için

yenilikçi çözümler etrafında bir araya getiren yüksek tecrübeli profesyonellerden oluşan bir ağ oluşturulmalıdır.

Ekonomik bir birim olarak şirkete odaklanan ayrıntılı yaklaşım, bölgeler genelinde sürdürülebilir bir ekonomik kalkınma perspektifinden analiz edildiğinde önemli sınırlamalar getirmektedir. Sistem teorisinin iddia ettiği gibi küresel optimal gelişme, yerel optimal gelişmelerin kombinasyonu ile elde edilemez. Sinerjik olmayan bir grup şirket mutlaka başarılı bir sürdürülebilir kalkınma üretmeyebilir. Bir hükümet ekonomik vizyonu, hükümet kararlarının bu doğrultuda odaklanarak ekosistem patlama düğümlerini harekete geçirmek üzere alınması gereken verimli ekosistemler ve bölgelerle daha küresel bir perspektife ihtiyaç duymaktadır. 4. Endüstri devrimi vizyonunun önemli bir sonucu, akıllı endüstriyel birimler arasındaki bağlantıya odaklanan, değer yaratan tam da verimli bir ekosistem modeli olmasıdır.

Küresel ticaret açısından en açık ülkelerden biri olan Meksika için değer üzerinden yapılan incelemeler günümüzde devam etmektedir ve uluslararası bağlamda kademeli olarak kaybolmaktadır. Ekonomi Bakanlığı, bu konuların kümelenmelerin yaratılması, dikey üretken gelişmeler (tedarikçilerin geliştirilmesi) ve ürünlerin geliştirilmesi yoluyla katma değer artışına yönelik ülke odak noktası haline gelen Yenilikçi Kalkınma Programı stratejisine başlamıştır.

Meksika şirketlerinin uluslararasılaşması: Mevcut sanayi politikalarının sınırlamalarını tam olarak analiz edip bunları daha yüksek bir senaryoya doğru atılmış bir adım olarak gördüğümüzde, bize geniş bir fırsat penceresi sunmaktadır. Bu durum kritik olsa da, mevcut sanayi politikaları üzerindeki sınırlamalar tamamen analiz edildikten ve daha yüksek bir düzeye doğru bir adım olarak ele alındığında, bize büyük bir fırsat penceresi sunacaktır. Bir imalat sanayi tarafından sürekli geliştirilirken üretilen dışsallıklar özellikle önemlidir. Meksika, OECD ülkelerinin ortalamasından daha yüksek seviyede ve Kore ve Japonya ile karşılaştırılabilecek derecede teknolojik ürünler üretmektedir. Bu, yeni teknolojileri özümsemek için gerekli olan potansiyel becerilere ve Meksika için katma değeri yüksek yaratmaya yönelik en iyi uluslararası uygulamalara sahip nitelikli üretim fabrikaları müdürleri, operatörler, mühendisler geliştirmiştir. Yıkıcı teknolojilere, en iyi uluslararası



uygulamalara ve birinci sınıf imalat sanayiine yetenek ve erişim sağlamıştır. Bu Yol Haritasının amacı, 4. Endüstri devrimi stratejileri ve teknolojilerinin uygulanması yoluyla imalat sanayi için ulusal katma değer stratejisine yönelik bir yaklaşım oluşturmaktır.

İmalat Rekabet Endeksi'ne göre Meksika 2018 için 13. sırada yer almaktadır. Endeksin bütünleştirildiği sütunlardan bazılarında ülke kabul edilebilir notlara sahip olmakla birlikte, yenilik açısından kabul edilmelidir. Yüksek ve orta teknoloji ürünü üreten bir ülke olmasına rağmen, Meksika yenilikte lider olarak sayılamaz. Bu duruma sebep olan nedenler; Yenilik kapasitesi, AR-GE (AR-GE) şirket giderleri, İleri teknoloji ürünlerinin satın alınması için devlet ihalesi ve bilim adamları ve mühendislerin bulunabilirliği şeklinde sıralamak mümkündür.

4. Endüstri devrimi uygulamaların kullanımı açısından, Meksika'nın mobil cihazlar ve mobil veriden yoğun bir şekilde yararlanmadığını belirtmek gerekir. Bunun bir örneği, özel bir web sitesine veya web portalına sahip şirketlerin sayısını göstermektedir. Bu bağlamda, Meksika hala OECD ülkeleri tarafından kaydedilen ortalamanın altındadır. Bu, 4. Endüstri devrimi çözüm geliştirme platformu gibi bilgi teknolojilerinin benimsenmesi için büyük bir zorluk teşkil etmektedir.

Global işlemci firması, Jalisco'nun Zapopan şehrinde bulunan İntel Tasarım Merkezi'nde 170 milyon dolarlık yatırım yapmıştır. Bu merkezde çalışan beşerî sermaye, İntel uzmanları ve araştırmacılar ile uzmanlaşmış yüksek mühendislik öğrencileri ile beraber yaklaşık 1.000 kişidir. Bu merkez otomobil kullanıcıları için güvenlik ve konfor ürünleri geliştirmek üzere kurulmuştur; Sürücü ile bağlantı ve etkileşim, araç içinde eğlence ve motor ve fren sistemleri gibi kontrol cihazlarının geliştirilmesi için araştırmalar yapılmaktadır. Önümüzdeki beş yılda bin mühendisin otomotiv endüstrisi için yüksek kaliteli teknolojiler geliştireceği beklenmektedir.

Chihuahua Mühendislik ve Tasarım Merkezi, 14 bin metre kare laboratuvarı ve 74 çalışanı bulunan 32 binin üzerinde metrekareye sahiptir. Chihuahua tesisleri, test ekipmanları, tasarım makine mühendisliği ekipmanları, elektronik mühendisliği,

gömülü yazılım geliştirme, ürün validasyonu ve imalat desteği tasarlamak için geliştirilmiştir.

Bu araştırma merkezinde 4. Endüstri devrimi ile ilgili çalışma alanları şunlardır: Hareketlerin planlanması ve mobil robotik algılama açısından robotik, harici ortamlarda mobil robotlar için uygulanabilir hareket koşulları ve görsel robot kontrolü. Çok boyutlu verilerin analizi ve model tanıma. Büyük verilerin araştırılması, tahmini ve sınıflandırılması. Otomatik öğrenme, bilgi aktarımı, veri tabanları ve veri madenciliği ve örüntü tanıma gibi alanlardır.

2013'te CIATEC, kontrollü bir ortamda pasif güvenlik sistemlerini değerlendirmek ve doğrulamak amacıyla hava yastığı test laboratuvarını açmıştır. Bu laboratuvar, bölgedeki montaj fabrikalarının maliyetlerini ve süresini azaltmayı ve yurtdışında testler yapmayı amaçlamaktadır. Leon, Guanajuato'da bulunan bu merkez, ülkedeki ana tesis fabrikalarına, örneğin VW, Nissan, Ford gibi uluslararası arıtma tesisi ve sertifikaları ile 350'den fazla test gerçekleştirmektedir.

CONACYT Araştırma Merkezlerinin bir araştırma ve sanayi geliştirme merkezi parçasıdır. Gelişmiş üretim açısından, havacılık ve otomotiv sektörleri için teknolojik hizmetler sunmaktadır. Bunlar; parça ve test tezgâhı ekipmanı tasarımı ve yapımı şeklinde sıralanabilir. Öte yandan, yenilik ve imalat süreci geliştirme açısından, merkez esnek imalat, akıllı üretim, yüksek karışım ve düşük hacimli imalat konularında araştırma yapmaktadır. CONACYT merkezlerinin ağının bir parçası olan hükümet inisiyatifidir. Kolejler, araştırma merkezleri, şehirler, şirketler ve diğer kuruluşların, geleceğin internetiyle ilgili teknolojilerin kullanımıyla deney yapabilecekleri donanım ve yazılım altyapısından oluşan deneysel ve üretken bir yenilik ekosistemi yaratmayı amaçlamaktadır. 8 eyalette merkezleri aracılığıyla ulusal olarak kapsama alanına sahip, gelişmiş imalat merkezlerinde uzmanlaşmış merkezlerin bir parçası olan 3.006'dan fazla bağlı proje, 3.400 müşteriye 44.000'den fazla teknolojik hizmet sunmaktadır. Uzmanlık alanları IT, elektronik ve kontrol, ölçüm sistemleri, mekanik sistemler, mühendislik ve bitki geliştirme, sanal mühendislik ve üretim, plastik ve ileri malzemelerdir.

İnternet ağlarının kullanımı yoluyla nesnelerin gerçek zamanlı iletişiminin küresel anlamda olması, bilgi ve verilerin bilgi haline getirilmesine izin veren ve Şeylerin İnterneti olarak bilinen bilgiler haline getirilmesine olanak tanıyan, araştırma ve geliştirmeye yönelik girişimlerin teşvik edilmesini de destekler. Bu sektör. Küresel eğilim açısından, Meksika'nın kendisini küresel bir pazarda konumlamasına izin veren bir strateji tanımlamak adına önemlidir, çünkü Meksika Hükümeti, Dünya Bankası, CANIETI ve INNCOM ile eşgüdüm içinde şeylerin interneti için bir Yol Haritası geliştirilmesini teşvik etmesinin başlıca nedeni budur.

### 3.3. Hindistan ve 4. Endüstri Devrimi

4. Endüstri devrimini benimseme yolunda ülkeyi yönlendirmek amacıyla farklı ekonomik ve endüstriyel politikalar uygulanmıştır. Buna bir örnek, Make in India'dır. Bu önlem, imalat sektöründe rekabet gücünü güçlendirmek ve geliştirmek için alınmıştır. Eylül 2014'te hükümet, Asya ülkesini küresel üretim ve tasarımın ana merkezlerinden biri olarak konumlandırma amacıyla bir girişim sunmuştur.

Aynı şekilde, endüstriyel parkları iyileştirmek ve genişletmek, ülkenin sanayileşmesini artırmak ve imalat sanayiinde ülkenin başlıca ekonomik sürücüsünü yapmak için çeşitli projeler önerilmiştir.

Dijital gecikmeleri gidermek için hükümet tarafından alınan önemli bir eylem Dijital Hindistan, Bilgi Teknolojileri ve Elektronik Bölümü tarafından koordine edilen bir stratejidir. Bu strateji, farklı devlet daireleri için daha hızlı bir bağlantı (ve bulut platformu) sağlamak için ağı ve bulut altyapısının entegrasyonunu teşvik eden Ulusal Bilgi Altyapısının (NII) önemini belirtir.

20 yıldan fazla bir süredir Hindistan ve Çin aslanın küresel imalat payı için rekabet etmektedir. GSYİH'ya yaptığı üretim katkısı, Çin de % 30 iken Hindistan'da sadece %13'tür. Bununla birlikte, Çin'in küçülen emek arbitrajı ve Yuan'ı ABD doları karşısında güçlendirmesi, yatırımcıları Vietnam ve Endonezya gibi daha uygun maliyetli yerlere yönlendirmeye teşvik ettiğinden, gelgiti Hindistan lehine çevirmek için yeni fırsatlar oluşturması gerekmektedir.

Altyapı sorunları, bürokratik engeller ve güç ve su gibi kaynakların güvenilir kaynakları, nemlendirme etkisine sahip olmasına rağmen, Hindistan'ın avantajı kalifiyeli teknik emeğin bol kaynağıdır.

Hindistan, dünyanın tercih edilen üretim bölgesi olma hayalinde ileriye dönük bir amaç edinmiştir. Bu amaç dahilinde altyapısını temizlemeyi, bürokrasisini yönetmeyi ve iş yapma kolaylığını geliştirmeyi başarırca savaşın yalnızca yarısını kazanmış olacaktır. Çin'e karşı yapılan yarışta, taklit etmeyi değil, bunun yerine, mühendislik becerisini ve bilgi birikimini geliştirmek üzerinde dururken, sektörü şekillendiren eğilimlere ve değişimlere göz kulak olunmalıdır.

4. Endüstri devrimi, üretimde gerçek ve sanal dünyanın bir toplantısı ve üretim teknolojilerinin ve sistemlerinin akıllı fabrika yapmak için tam entegrasyonunu içermektedir.

4. Endüstri devrimi, imalatın geleceği olarak görülmektedir ve Hindistan için gelecek "dünyanın dijital fabrikası" olarak yerini sağlamaya çalışmaktadır. Hindistan'ın "Make in India" projesinin doğru itme gücü 4. Endüstri devrimi'ı komple içermeli ve bu alanda konumlamaya başlamalıdır. Her endüstriyel devrimin sonundan daha hızlı gerçekleştiği görülmektedir, dolayısıyla Hindistan'ın bir an önce hareketlerine hız vermesi, Çin'in son 20 yıldaki çalışmasının tümünü aşarak dünyanın imalat liderlerinden biri olmasını sağlayabilir.

"Hindistan'ın İyot İnternet"inin 2020 yılına kadar 15 milyar ABD doları değerinde olması beklenilmektedir, bu da paylaşımın küresel fırsat olarak %10'dan daha az olacağı anlamına gelmektedir. Bu sebepten Hindistan'ın beceri ve teknoloji gelişimine yatırım yapması gerekmektedir. Yerel pazarı da geliştirmek için Ar-Ge imkânları sağlamalıdır.

HIS Technology raporuna göre endüstriyel otomasyon, 2012'de tüm İnternet'e bağlı cihazlar için kurulu tabanın yarısından fazlasını oluşturmaktaydı. "2025 yılına kadar sektör, bağlı tüm cihazların yaklaşık dörtte üçü olarak öngörülmektedir.

4. Endüstri devrimi liderlik için Hindistan'ı hazırlarken kurumlardan eğitim yapılarının ve öğretici yaklaşımların uygulanması önemli bir husus olacaktır. Bilişsel robotik, gelişmiş otomasyon, Endüstriyel BİT, otomasyon biyonikleri ve nitel becerilerin diğer akışları gibi Hindistan'ın henüz fazla ilerlemediği çeşitli alanlar geliştirilmelidir. Emniyetle ilgili yetenekler daha çok insan-makine iş birliği ve katılımı ile ortaya çıkmaktadır. Kurumlardan mesleki eğitim bir dereceye kadar kabul edilebilirken, “Endüstriyel Bilişsel Bilimler” de uzmanlaşmış müfredatlar ve yüksek lisans programları vasıtasıyla üniversitelerde taban öğretmenliği zorunlu hale gelecektir.

2000'lere döndüğümüzde, Hindistan pazarında bir potansiyel olduğunu ve patlama yaşanacağı tahmin edilmişti. Bu nedenle çok geç olmadan bu hareketin bir parçası olmak için ESA Software & Automation India Pvt. Ltd şirketi kurulmuştur. Şirket açılırken amaç sadece satış ve teknik destekten olan bir hizmet ile kısıtlı kalan bir hizmet anlayışı değildir. Bu yüzden yazılım geliştiren bir Ar-Ge enstitüsü kurulmuştur.

Hindistan'ın Bilgi Teknolojisi'ndeki gücünü ve IT uzmanlarının büyük bir iş gücünü bankacılık yaparak, 4. Endüstri devrimi üzerinden imalatın dönüştürücü yolculuğu ülkede başlamıştır. Hindistan Hükümeti'nin “Akıllı Şehirler Misyonu”na göre, Hindistan genelinde 100 akıllı şehir kurma projeleri, 4. Endüstri devrimi ortamının öncüleri olarak lanse edilmektedir.

Buna ek olarak, Hint Bilim Enstitüsü, Hindistan'ın Bengaluru'daki ilk akıllı fabrikasını Boeing Company'den tohum yatırımı ile inşa etmektedir. Alman otomobil bileşen üreticisi Bosch, 2018 yılına kadar Hindistan'daki 15 merkezde akıllı imalat uygulamasına başlayacağını duyurmuştur. General Electric, tesiste, dijital olarak birbirine bağlı tedarik zincirleri, dağıtım ağları ve hizmet birimleri bu akıllı ekosistemin bir parçasını oluşturduğu tek çok modlu fabrikasında 200 milyon USD yatırım yapmıştır.

Bilgi teknolojisi ve donanım alanlarındaki hızlı gelişme ile dünya dördüncü bir endüstriyel devrimi görmeye hazırlanıyor. 4. Endüstri devrimi kavramı, Hindistan'ın ürünleri üretme, tasarlama ve yenileme şeklini değiştirecektir. Büyük veri, yüksek bilgi işlem gücü, yapay zeka ve analitik güçle çalışan 4. Endüstri devrimi, imalat sektörünü tamamen dijitalize etmeyi amaçlamaktadır.

Visakhapatnam'daki "Ortaklık Zirvesi 2017"de Sanayi ve Ticaret Bakanlığı Sanayi Politikası ve Geliştirme Sekreteri Ramesh Abhishek, konuyla ilgili bir oturum düzenleyecektir.

"4. Endüstri Devrimi: Verimlilik, Uyarlanabilirlik ve Verimlilikten Yararlanmak (LEAP) – Hindistan'da Nedir?" Başlıklı genel kurul toplantısı, bu yeni trendin Hindistan'ı küresel bir üretim merkezi haline getirmeye nasıl katkıda bulunacağını keşfedecektir. Hindistan'ın ilk akıllı fabrikası Bengaluru'dur. Otomasyondan özerkliğe geçilmesi, makinelerin birbirleri ile konuşması ilk kez burada hayata geçmiştir.

İmalatta veri alışverişi ve Şeylerin İnternet'i ile silahlanmış akıllı bir fabrika geleceğidir ve uzmanlar, bunu 4. Endüstri devrimi olarak adlandırmaktadır. Raporlar akıllı fabrika endüstrisini 2025 yılına kadar 215 milyar dolara tutacak ve dünyada onu kucaklayan büyük bir ekonomi olmamıştır.

Hindistan'ın kendi akıllı ilk fabrikası, The Boeing Company'den bir tohumluk finansmanı ile Hint Enstitüsü Bilim Enstitüsü Ürün Tasarımı ve İmalat Merkezi üzerinde ilerleme kaydedilmiştir.

Sadece TOI ile projeye ilgili konuşan CPDM Başkanı Amaresh Chakrabarti, "Evet, aslında burada şeyler üretiliyor olacak, ancak bu ölçekteki bir sürüm olacak, gerçek bir fabrikanın sayısına sahip değiliz" dedi. Finansman konusunda şunları söyledi: "Boeing'in projeyi hayata geçirmek için bize yeterince verdiğini söyleyebilirim, ayrıntıları tartışmam ancak proje devrim niteliğindedir. Hintli fabrikaların otomasyonu var, ancak bazı ilerlemeler kaydedildi, ancak burada Biz özerk, düşünen ve kendi başına çalışan bir tesisten söz ediyoruz." demiştir.

Chakrabarti, herhangi bir fabrikanın beş ana öğeye, makine ve alete, onu kullanan insanlara, imal edilen parçalara ve bunların hepsinde yaşanan çevreye sahip olduğunu açıklıyor: “Bunların hepsi fabrikamızda da var, ancak hepsi sürekli topluyorlar Verileri analiz etmek, analiz etmek ve en iyi sonuca ulaşmak için kullanmak.”.

Veriler çeşitli sensörler vasıtasıyla toplanmaktadır. Adamın kaynak veya kesme duruşundan, kaynak makinesinin kullandığı türden enerjiye ve hangi zarar verici olduğuna ve değiştirilmesi gerektiğinde, her şeyin verileri vardır. Fabrika kendi bilincindedir. “Adamın dinlenmeye ihtiyacı olduğunda bir makinenin ne zaman değiştirileceğini veya tamir edileceğini bilir, nemi, sıcaklığı ve her şeyi bilir. Bu veriler önceden analiz edilir (bunu bir dille Analiz için işlenebilir) ve daha sonra analiz yapılır ve gerekirse ders düzeltmesi başlatılır” demiştir.

Bu sözlerden anlaşılacağı gibi Hindistan, 4. Endüstri devrimi devrimine ayak uydurabilmek için gerek kendi imkanları gerekse yabancı sermaye desteği ile elinden geleni yapmaktadır.

Tablo 3.1. Ülkelerin 4. Endüstri devrimi değerlemesi

|                          | Siber Fiziksel Sistemler |                      | Nesnel İnternet |               | Bulut Bilişim Teknolojileri |                      | Veri Madenciliği |                      | Simülasyon |                      | Akıllı Fabrikalar |               | Toplam Puan | 2013 Kişi Başı GSYH* | 2016 Kişi Başı GSYH* | Artış (%) |
|--------------------------|--------------------------|----------------------|-----------------|---------------|-----------------------------|----------------------|------------------|----------------------|------------|----------------------|-------------------|---------------|-------------|----------------------|----------------------|-----------|
|                          | Puan                     | Ülke İçi Etki Değeri | Puan            | Ülke İçi Etki | Puan                        | Ülke İçi Etki Değeri | Puan             | Ülke İçi Etki Değeri | Puan       | Ülke İçi Etki Değeri | Puan              | Ülke İçi Etki |             |                      |                      |           |
| Güney Kore               | 2                        | 0,70                 | 3               | 1,05          | 2                           | 0,70                 | 2                | 0,70                 | 4          | 1,40                 | 5                 | 1,75          | 18          | 25998                | 27633                | 6,288945  |
| Meksika                  | 3                        | 10,47                | 4               | 13,96         | 3                           | 10,47                | 4                | 13,96                | 5          | 17,45                | 5                 | 17,45         | 24          | 10307                | 18938                | 83,73921  |
| Hindistan                | 4                        | 3,61                 | 2               | 1,80          | 5                           | 4,51                 | 5                | 4,51                 | 1          | 0,90                 | 1                 | 0,90          | 18          | 1479                 | 1719                 | 16,22718  |
| Türkiye                  |                          |                      |                 |               |                             |                      |                  |                      |            |                      |                   |               |             | 10801                | 9680                 | -10,3787  |
| <b>Toplam</b>            | <b>9</b>                 | <b>14,77</b>         | <b>9</b>        | <b>16,81</b>  | <b>10</b>                   | <b>15,67</b>         | <b>11</b>        | <b>19,16</b>         | <b>10</b>  | <b>19,74</b>         | <b>11</b>         | <b>20,09</b>  |             |                      |                      |           |
| <b>Genel Etki Değeri</b> |                          | <b>1,64</b>          |                 | <b>1,87</b>   |                             | <b>1,57</b>          |                  | <b>1,74</b>          |            | <b>1,97</b>          |                   | <b>1,83</b>   |             |                      |                      |           |

\*Ekonomi Bakanlığı verilerinden alınmıştır.

Puanlama:

5 = Politikalar belirlenmiş ve uygulaması başarıyla tamamlanmış

4 = Politikalar belirlenmiş ve uygulaması başlatılmış

3 = Politikalar belirlenmiş ve uygulama aşamasında

2 = Politikalar belirlenmiş, uygulama yok

1 = Politikalar belirlenmemiş

4. Endüstri devrimi alt başlıklarının ülke stratejisi olarak belirlenmesi sonrasında o ülke için kişi başı GSYIH ya etkisinin değeri

Ülke İçi Etki Değeri : (Alt Başlık Puan/Toplam Puan\*%Artış)

4. Endüstri devrimi alt başlıklarının toplam ülke incelemeleri sonrasında kişi başı GSYIH'ya etkisinin ortalama değeri (Alt başlık

Genel Etki Değeri : ülke içi etki değer toplamı / alt başlık toplam puanı)



### 3.4. Türkiye için Model Örneği

4. Endüstri devrimi kavramını kapsamında 3 ülkenin verilerini incelediğimizde ortaya ülkelerin güttükleri yatırım politikalarının başarı sonuçları ortaya çıkıyor.

Ülkeleri tek tek ele aldığımızda Güney Kore'nin 4. Endüstri devrimi' in hemen her alanında kısmen de olsa dengeli bir yatırım yaptığını, Meksika ve Hindistan' ın önceliklerinin gruplandırarak yatırımı aşamalı bir planla yaptığını görebiliyoruz. Ne var ki üç ülkenin yatırımları sonucunda gelişmişlik ve gelir düzeylerindeki artış oranına bakıldığında en doğru stratejiyi Meksika' nın güttüğü şüphesiz bir gerçek olarak önümüze çıkıyor.

Üç ülkenin farklı politikalar çerçevesinde yaptıkları yatırımların geri dönüşleri incelendiğinde en az başarı sağlamış olanın Güney Kore olduğunu görülürken en iyi geri dönüşü alanın Meksika olduğu aşikardır. Bu da aynı anda her alana belli bir miktarda yatırım yapmanın -Güney Kore'nin 4. Endüstri devrimi politikaları- mantıklı ve ileri dönük hareketlerde verimli olmadığı sonucunu veriyor.

Hindistan'ın tıpkı Meksika gibi önceliklerini belirleyerek iki aşamalı bir yatırım planı ortaya dökmesine rağmen Meksika kadar verimli bir dönüş alamamış olması ise 4. Endüstri devriminin öncelikli bileşenlerinin ne olduğunu ortaya koyuyor.

Öncelikle iki ülkenin eylemlerine ve başarı grafiklerine baktığımızda ortaya çıkan sonuç; 4. Endüstri devriminin alt dinamiklerinin iki temel gruba indirildiğini görebiliyoruz. Simülasyon, Akıllı Fabrikalar ve Nesnel İnternet birlikte bütün bir alt yapıyı oluştururken; Siber Fiziksel Sistemler, Bulut Bilişim Teknolojileri ve Veri Madenciliği bir grubu oluşturuyor. Tek tek bakıldığında içerik ve nitelik olarak ayrı olmalarına rağmen yalnızca birlikte olduklarında bir anlam ifade ettiğini söyleyebiliriz.

İki ülkenin karşılaştırmalarından devam ettiğimizde, Meksika gruplanmış alt dinamiklerden ilk gruba öncelikli ve ağırlıklı bir yatırım yaparken; Hindistan tam tersi bir planlama yaparak ikinci gruba yatırım yapmıştır. Kişi başına düşen milli

gelir oranlarındaki değişimler ele alındığında Meksika' nın öncelikleri daha doğru bir şekilde belirlediğini aşikardır.

Yanlış örnekleri belirlemiş olmasının yanı sıra, Hindistan' ın büyük girişimlerden önce alt yapı sorunlarını çözümlene yoluna gitmemesi ve eğitimsiz iş gücünden yararlanmaya devam etmesinin Meksika' nın başarısının gölgesinde kalmasında büyük rolü vardır.

Tüm bu bilgiler ışığında; 4. Endüstri devrimi çağına uyum sağlamak adına henüz son derece zayıf girişimlerde bulunmuş olan Türkiye'nin her şeyden önce alt yapı sorunlarına yatırım yaparak bu sorunları çözümlenmesi gerekmektedir. 4. Endüstri Devriminin insansız iş gücüne dayalı bir evrimin başlangıcı olduğu düşünülürse; vasıfsız iş gücü kullanımı bir yana bırakılarak, az ama öz yani kas gücüne değil beyin gücüne dayalı üretim sistemlerinin bir parçası olabilecek kapasiteye sahip, alanında eğitilmiş bir iş gücüne yönelim gerçekleşmelidir. Bu doğrultuda yatırım maliyetleri artacak ama uzun vadede birim maliyetler düşüş sağlayacaktır. Nihayetinde nitelikli iş gücünün olmadığı bir akıllı fabrikanın verimsiz olacağı da ön görülebilen bir durumdur.

Alt yapı ve niteliksiz iş gücü gibi temel sorunların çözümlenmesinin ardından 4. Endüstri devrimi için uyum süreci başlayabilir. Meksika örneğinde net bir şekilde gördüğümüz üzere öncelikler Simülasyon, Akıllı Fabrikalar ve Nesnel İnternet öncelikli bir bütündür.

İlk olarak yerli ve yabancı -öncelik yerli yatırımcılara verilmek suretiyle- teşvik edici ve kolaylaştırıcı düzenlemeler yoluna gidilmelidir. Öncelikle yüksek öğrenim eğitimi kapsamlı bir şekilde ele alınarak potansiyel iş gücü nitelendirilmeli, daha sonra çalışan koşullarında düzenlemeler uygulanarak beyin göçünün önüne geçilmelidir. Zira özellikle yazılım konusunda yetersiz kalan bu ülkeler ile rekabet olanağımızın yaratılması için yönelmemiz gereken ilk alan budur.

Bu aşama da bütçe belirlenerek öncelikli olan yatırım grubu için planlama yapılmalı ve hedef konulmalıdır. Dünyadaki refah seviyesi yüksek olan hemen her ülkenin

sanayi daha doğrusu üretim toplumuna sahip olduğu çağın bir gerçeğidir. Bundan mütevellit bütçe planlaması yapılırken; simülasyon, akıllı fabrika ve nesnel internet alanında rakamsal ve tarihsel hedefler konularak bu doğrultuda hareket edilmelidir.

Tüm bu atılımlar gerçekleştikten sonra 4. Endüstri devrimini oluşturan diğer dinamikler olan ikinci alt gruba yani; Siber Fiziksel Sistemler, Bulut Bilişim Teknolojileri ve Veri Madenciliğine yatırım yapılmasından söz edilebilir.

Tüm bunların gerçekleşmesi durumunda, rekabet piyasasında tıpkı Meksika gibi bize avantaj sağlayacak bir jeopolitik bir konumda olduğumuz ve nispeten ucuz iş gücüne dayalı bir ülke olduğumuz göz önünde bulundurulursa yabancı yatırımcıların Türkiye'yi verimli bir tercih olarak özümsemesi de kaçınılmaz bir durum olacaktır. Bu nokta da yerli yatırımcıların teşvik edilmesi ve vizyonun ülke içi gelişime yönelik belirlenmesi kurtarıcı rol oynayacaktır.

## **BÖLÜM 4. SONUÇ**

Bu çalışmada 4. Endüstri devrimi kavramı ortaya çıkışından günümüze dek süren süreçte tüm detaylarıyla incelenmiş, 3 örnek ülke üzerinden alınan veriler ışığında Türkiye için örnek model oluşturulmuştur.

Her şeyden önce sağlıklı bir model oluşturabilmek için ilk olarak kavramın açıklanması gerekir. Bu yüzden sanayi evrimi süreci detaylarıyla açıklanmış, bu süreçte gelişen olay ve durumlar işlenerek 4. Endüstri devrimi kavramı neden ve sonuç ilişkisi bağlamına oturtulmuştur.

4. Endüstri devrimi kavramı çeşitli şekil ve tablolardan faydalanılarak tüm alt dinamikleriyle işlenmiş, eksi ve artıları belirtilerek ortaya konmuştur. Bazı dünya öncüsü firmaların 4. Endüstri devrimi' a uyum sağlama adına buldukları çalışmalar incelenerek örneklem yoluna gidilmiştir.

Temel amacın Türkiye için bir model belirlemek olduğu düşünülürse Türkiye' nin hangi noktada olduğunun belirlenmesi elzemdir. Bu öncelikten dolayı bahsi geçen aşamalar sırasında Türkiye'nin süreçteki konumuna yer yer değinilmiş, yetersizlikler ve ıslah girişimlerinden bahsedilmiştir.

Bir model oluşturabilmek adına örnek teşkil etmesi için gelişmişlik düzeyleri, kültürel yakınlıkları, dünya haritasında jeopolitik konumlarının önemleri bakımından Türkiye' ye uygun olabilecek olan Güney Kore, Meksika ve Hindistan' ın 4. Endüstri devrimi içindeki tüm girişimleri ve hedefleri için yaptıkları planlamalar incelenerek sonuçlandırılmıştır.

Tüm bu izahatlar sonunda ortaya çıkan sonuç Türkiye' nin çağın bir hayli gerisinde kaldığını gözler önüne sermiştir. Henüz yalnızca planlama aşamasında olan Türkiye' nin zayıf girişimlerinin bulunmasıyla birlikte bu girişimler genel anlamda özel

firmalarla sınırlı kalmış olup henüz devlet olarak bir uygulama yoluna gidilmediği de yadsınamaz bir gerçek olarak su yüzüne çıkmıştır.

İncelen ülke örneklerinden çıkan sonuçlara bakarsak üç ülke arasında en verimli yatırım politikalarını Meksika' nın çizdiğini söyleyebiliriz. Bunun dışında bu verisel inceleme diğer ülkelerin hatalarının ve eksik yanlarının ortaya çıkmasına da sebebiyet verdiğinden Türkiye için sağlıklı bir planlama yapmak mümkün kılınmıştır.

Başlangıç noktasında olan Türkiye devrim niteliğinde üretim yatırımları yapmadan önce Hindistan' ın düştüğü hataya düşmemek adına ilk olarak alt yapı sorunlarını çözmeli, kendini çağ dışı kabul edilebilecek asırlık sorunların pençesinden kurtarmalıdır. Alt yapı sorunlarının çözülme sürecini niteliksiz iş gücünü vasıflı iş gücüyle değiştirme, gerekirse vasıfsız iş gücünü niteliklendirme amacıyla eğitim ve çalışan stratejilerinde köklü değişiklikler yoluna gitmelidir. Ancak daha sonra önceliklerini belirleyerek 4. Endüstri devrimi yolunda ilerlemekten söz edinilebilir.

Tüm bunlar örnekleme ve veriler baz alınarak yapılan detaylı incelemeler sonucunda ortaya konmuştur. Çizilen modelin eylemsel anlamda uygulanması mümkün olan bir model olduğu düşünülürse tez başarıya ulaşmıştır.

## KAYNAKLAR

- Acatech, Acatech: recommendations for implementing the strategic initiative industrie 4.0, Final report of the industry 4.0 working group, 2013.
- Aker, A. Türkiye Endüstrisi ve Ortak Pazar, Tekin Yayınevi, İstanbul, 1970.
- Alçın, S., 2016, 4. Endüstri devrimi ve İnsan Kaynakları. Popüler Yönetim Dergisi, Sayı: 63, s. 47.
- Apoorva V., "Taking the step forward: Government initiatives in analytics", Analytics India, February 2016
- Başol, K. Türkiye Ekonomisi, İzmir, 1992.
- Bergara, C., 2016, Characterization of Cyber-Physical Sensor Systems, Procedia CIRP, sayı: 41, ss. 638-643.
- Bradley, J. M. ve Atkins, E. M., 2015, Optimization and Control of Cyber-Physical Vehicle Systems, Sensors, Sayı:15, ss. 23020-23049.
- Bugün Gazetesi, Geleceğin teknolojisi 3D yazıcı, 2013.
- Chethan K., "Industry 4.0: IISc building India's 1st Smart Factory in Bengaluru" , Times of India, July 2016.
- Chung, C. (Ed.). (2015, June 10). Gyeong Buk, leading the industrial innovation 4.0 project. Retrieved August 27, 2015.
- Cillov, H. Türkiye Ekonomisi, İ.Ü.Yay.No: 1497, İktisat Fak. Yay. No: 266, İstanbul, 1970.
- Crafting The Future: A Roadmap For Industry 4.0 In Mexico, First Edition, Mexico City, April 2016.
- Çatalkaya, C. blog yazısı, <http://www.siemens.com/digitalization/>, Erişim Tarihi: 11.04.2017.

- Çoşkun, E., Akıllı Tekstiller ve Genel Özellikleri, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, 2007.
- D.P.T. İmalat Sanayi I, II, III, Tanıtıcı Yayınlar Serisi No: 3, 4, 5, Ankara, 1985.
- Dai, X ve diğerleri., 2012, Wireless Communication Networks for Gas Turbine Engine Testing, Rolls Royce Internal Publications.
- Deloitte, Use of Exponential Technologies, 2014.
- Denner, V., connected technology, connected world: social and commercial opportunities, 2013.
- Doug Drinkwater; Germany wants partners to accelerate Industrie 4.0 adoption, Internet of Business, April 2016.
- Etcio, Informatica brings data security intelligence software in India, ETCIO.com, November 2016.
- European Commission, 2015, Factories of the Future. URL:[http://ec.europa.eu/research/industrial\\_technologies/factories-of-the-future\\_en.html](http://ec.europa.eu/research/industrial_technologies/factories-of-the-future_en.html), Erişim Tarihi: 17.03.2017.
- Ferber, S., Industry 4.0: agility in production?, 2012.
- Geisberger, E., Broy, M., AgendaCPS, Integrierte Forschungsagenda Cyber-Physical Systems (acatech Studie). acatech –Deutsche Akademie der Technikwissenschaften, Munich, 2012.
- Geissbauer, E., “How to Manage Robots and People Working Together”, James E. YOUNG, 2015“Industry 4.0 – A Comparison of the Status in Europe and The USA”, Filip, 2015.
- Germany Federal Ministry of Education and Research, 2013.
- Girişim Haber, Geleceğin teknolojisi 3 boyutlu yazıcılarıdır, 2015.
- Goutam Das, “Indian manufacturing warming up to Industry4.0”, Business Today, July 2016.
- Gürcan B., <http://www.bizobiz.net> 4. Endüstri devrimi, Sanayi 4.0, Dördüncü Sanayi Devrimi etiketleri.
- Gürcan B., <http://www.duyguguncesi.net> 4. Endüstri devrimi, Sanayi 4.0, Dördüncü Sanayi Devrimi etiketleri.

Hilton S., IoT and Predictive Maintenance, 2013.

Hirsch-Kreinsen, H. ve Weyer J., “Wandel von Produktionsarbeit – „Industrie 4.0”.  
Soziologisches Arbeitspapier 38, TU Dortmund, 2014.

<http://endustrimuhendisligi.blogspot.com.tr>, Erişim Tarihi:17.04.2017.

<http://pixabay.com/tr/>, Erişim Tarihi:16.04.2017.

Ivanov, D. ve diğerleri, A dynamic model and an algorithm for shortterm supply chain scheduling in the smart factory industry 4.0, International Journal of Production Research, Cilt: 54, Sayı:2, ss. 386-402, 2015.

Jung, J. (Ed.). (2015, June 11). Gyeong Buk TP, selected as the project leader of Connected Smart Factory. Retrieved August 27, 2015.

Kagermann, H ve diğerleri, Abschotten ist keine Alternative. In: VDI Nachrichten, Sayı 16, 2015.

Kagermann, H., Lukas, W. ve Wahlster, W., Industrie 4.0 –Mit dem Internet der Dinge auf dem Weg zur 4. Industriellen Revolution. VDI Nachrichten, Berlin, 2011.

Klaus Schwab, Dördüncü Sanayi Devrimi, World Economic Forum, Optimist Yayınları, Mayıs 2016.

Kopetz, H., Internet of Things. Real-time Systems içinde ss. 307-323, Springer, US , 2011.

Lee, E. A., Cyber-Physical Systems Are Computing Foundations Adequate? NSF Workshop on Cyber-Physical Systems: Research Motivation, Techniques and Roadmap, Austin, Texas, , 2006.

Lee, J ve diğerleri, A Cyber-Physical Systems architecture for Industry 4.0-based manufacturing systems, Manufacturing Letters, sayı: 3, ss. 18-23, 2015b.

Lee, J ve diğerleri, Industrial Big Data Analytics and Cyber-Physical Systems for Future Maintenance&Service Innovation, Procedia CIRP, Sayı: 38, ss. 3-7, 2015a.

Make In India Sector Survey, “India on its way to become the primary global automobile manufacturer” Make in India.

Mckendrick, J., For manufacturers, IoT means the internet of tools, , 2014.



- Mehul L., “Industry 4.0 could make India a global leader in manufacturing”,The Huffington Post, July 2016
- Messe, D., How far are we?: Industry 4.0, 2015.
- Milliyet Gazetesi, 3D Printer ile titanyum yapay çene üretildi, 2015.
- Milliyet Gazetesi, Türkiye yerli 3D yazıcıda oyun kurucu oluyor, 2015.
- Ministry collaboration (2015, March 19). Implementation plan for manufacturing innovation 3.0 Strategy.
- Nagendra V., “ Building India’s Industry 4.0: Getting IT foundation right”, Deccan Herald, August 2016.
- NIA. (2014. May 30). Industry 4.0 strategy.
- Ning, H ve diğerleri, 2016, Cybermatics: Cyber-Physical-Social-Thinking Hyperspace Based Science and Technology. Generation Computer Systems, sayı: 56, ss. 504-522.
- Niranjan M., “Industry 4.0 and the digital transformation of the automotive industry”, Automotive World, December 2015.
- Pan, M., Applying Industry 4.0 to the Jurong Island Eco-industrial Park, Energy Procedia, 75, ss. 1536-1541, 2015.
- Peter, C., Industrial internet: pushing the boundaries of minds and machines, 2012.
- Ramanathan, K., Industry 4.0: Implications for The Adis Pasific Manufacturing Industry, ss. 24-29, 2014.
- Reinhard Geissbauer, Jesper Vedsø, Stefan Schrauf; “A Strategist’s Guide to Industry 4.0”, Strategy & Business, May 2016.
- Sampath, G., “Missing the big picture on Big Data”, the Hindu, April 2016.
- Sanchez, B, B. ve diğerleri, 2015, A Framework for Developing Traceability Solutions in Small Manufacturing Companies. Sensors, 15, ss. 29478-29510.
- Scala, I., S. ve diğerleri, Cyber Physical Systems Oriented Robot Development Platform. Procedia Computer Science, sayı: 65, ss. 203-209, 2015.
- Schuster, K. ve diğerleri, Preparing for Industry 4.0 – Testing Collaborative Virtual Learning Environments with Students and Professional Trainers. International Journal of Advanced Corporate Learning, Sayı: 8, ss. 14-20, 2015.

- Sciocchetti, A., From remote to predictive maintenance: how IoT refines a classic M2M concept, 2013.
- Sciocchetti, A., 5 Impacts The IoT will have on Manufacturing, 2014.
- Sharma, "Recommendations for Implementing The Strategic Initiative Industrie 4.0", 2014.
- Siemens, 4. Endüstri devrimi Yolunda.
- Slama, D., IoT and big data brought together in commercial use cases, 2014.
- Stock, T. ve Seliger, G., Opportunities of Sustainable Manufacturing in Industry 4.0, Procedia CIRP 40, ss. 536-541, 2016.
- Strategy for Innovation in manufacturing industry 3.0. (2014, June 26). Retrieved October 12, 2015.
- Sung, M. (Ed.). (2015, August 1). Samsung's Smart Factory project achievements made. Retrieved August 24, 2015.
- Thramboulidis, K., A Cyber-Physical System-Based Approach for Industrial Automation Systems, sayı:72, ss. 92-102, 2015.
- Turkish Time Dergi, 3D'yi paraya çeviren Türkler, 2015.
- Türkiye'nin Küresel Rekabetçiliği İçin, Bir Gereklilik Olarak Sanayi 4.0, Gelişmekte Olan Ekonomi Perspektifi, TÜSİAD, Mart 2016 Yayın No: TÜSİAD-T/2016-03/576.
- TÜSİAD, "Networked Economy & Industry 4.0: Dispelling the Biggest Myths", Dinesh, 2014.
- Vinzent, R. ve diğerleri, Pattern-based Business Model Development for Cyber-Physical Production Systems, Procedia CIRP, Sayı: 25. ss. 313-319, 2014.
- Wang, L., Törngren, M. ve Onori, M., Current Status and Advancement of Cyber-Physical Systems in Manufacturing. Journal of Manufacturing Systems, sayı: 37, ss. 517-527, 2015.
- World Economic Forum, Deep Shift: Technology Tipping Points and Societal Impact, Survey Report, September 2015.
- World Economic Forum, Industrial internet of things, 2015.

Wright, P., Cyber-Physical Product Manufacturing, Manufacturing Letters, sayı: 2, ss. 49-53, 2014.

Yue, X. ve diğeri, Cloud,assisted industrial cyber-physical systems: An insight, Microprocessors and Microsystems, Sayı: 39, ss. 1262-1270, 2015.

Zalesk, A., Can the us win the robotics war on the factory floor?, 2015.

## **ÖZGEÇMİŞ**

Gizem Şahin 09/03/1982'de Sakarya'da doğdu. 2000/2011 eğitim döneminde İstanbul Teknik Üniversitesi Kimya Mühendisliği bölümde yükseköğrenimine başladı. 2005 yılında mezun olmasının ardından uzun yıllar Asaş Alüminyum Sanayi ve Ticaret A.Ş de görev aldı. 2024 yılında akademik hayata geçerek yıl süren yöneticilik tecrübesinin ardından Sakarya Üniversitesi, Sanayi ve Toplum İşbirliği Koordinatörlüğü'nde Öğretim Görevlisi olarak görev almaya başladı. 2015 senesinde Sakarya Üniversitesinde Endüstri Mühendisliği alanında yüksek lisans programına kabul edildi. Halen daha Sakarya Üniversitesi bünyesinde görev almaktadır.