

**T.C.
MANİSA CELAL BAYAR ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
İKTİSAT ANABİLİM DALI
İKTİSADİ GELİŞME VE ULUSLARARASI İKTİSAT PROGRAMI**

**ENDÜSTRİ 4.0 'IN REKABET GÜCÜ ÜZERİNDEKİ ETKİSİ:
TÜRKİYE EKONOMİSİ ANALİZİ**

Hafız RAMİZOV

Danışman

Prof. Dr. Cüneyt Yenal KESBİÇ

MANİSA-2019

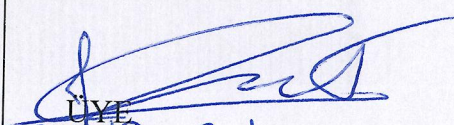
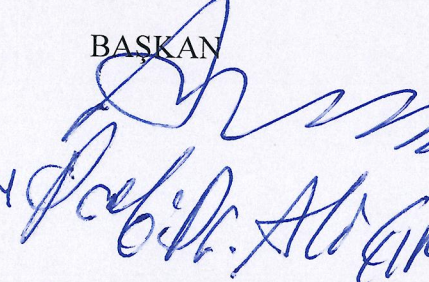
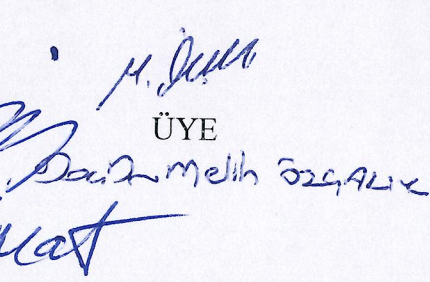
| | | | |
|---|--|-------------------|--------------|
|  | T.C. MANİSA CELAL BAYAR ÜNİVERSİTESİ SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ | Doküman Kodu | FRYL-031 |
| | YÜKSEK LİSANS EĞİTİMİ FORMLARI | Yayınlanma Tarihi | 26/03/2018 |
| | | Revizyon No/Tarih | 2/23/03/2018 |
| | | Sayfa | 1/1 |
| Tez Savunma Sınavı Tutanağı | | | |

TEZ SAVUNMA SINAV TUTANAĞI

Manisa Celal Bayar Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü 14.05.2019 tarih ve 16/Ek11 sayılı toplantısında oluşturulan jürimiz tarafından Manisa Celal Bayar Üniversitesi Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliği'nin 9. Maddesi gereğince Enstitümüz İktisat Anabilim Dalı İktisadi Gelişme ve Uluslararası İktisat Tezli Yüksek Lisans Programı öğrencisi Hafız RAMİZOV'un "ENDÜSTRİ 4.0 'IN REKABET GÜCÜ ÜZERİNDEKİ ETKİSİ: TÜRKİYE EKONOMİSİ ANALİZİ" konulu tezi incelenmiş ve aday 29.05.2019 tarihinde saat 14:30'da jüri önünde tez savunmasına alınmıştır.

Adayın kişisel çalışmaya dayanan tezini savunmasından sonra 60. dakikalık süre içinde gerek tez konusu, gerekse tezin dayanağı olan anabilim dallarından jüri üyelerine sorulan sorulara verdiği cevaplar değerlendirilerek tezin,

BAŞARILI olduğuna OY BİRLİĞİ
DÜZELTME yapılmasına * OY ÇOKLUĞU
RED edilmesine ** ile karar verilmiştir.

 ÜYE
 BASKAN
 ÜYE
Dr. C. Tena Komisyon Başkanı
Dr. C. Tena Komisyon Üyesi
Dr. C. Tena Komisyon Üyesi

Evet

Hayır

Tez, burs, ödül veya Teşvik programına (Tüba, Fullbright vb.) aday olabilir.

Tez, mutlaka basılmalıdır.

Tez, mevcut haliyle basılmalıdır.

Tez, gözden geçirildikten sonra basılmalıdır.

Tez, basımı gereksizdir.

* Bu halde adaya 3 ay süre verilir. İkinci tez savunma sınavında da başarısız olan öğrencinin Enstitü ile ilişkisi kesilir.

** Bu halde adayın Enstitü ile ilişkisi kesilir.

Hazırlayan
Enstitü Sekreteri

Onaylayan
Enstitü Müdürü

YEMİN METNİ

Yüksek Lisans tezi olarak sunduğum “ Endüstri 4.0’ın Rekabet Gücü Üzerindeki etkisi: Türkiye ekonomisi Analizi” adlı çalışmanın, tarafımdan bilimsel ahlak ve geleneklere aykırı düşecek bir yardıma başvurmaksızın yazıldığını ve yararlandığım eserlerin bibliyografyada gösterilen eserlerden oluştuğunu, bunlara atıf yapılarak yararlanmış olduğumu belirtir ve bunu onurumla doğrularım.

17/06/2019

Hafiz RAMİZOV

İmza

ÖZET

ENDÜSTRİ 4.0 'IN REKABET GÜCÜ ÜZERİNDEKİ ETKİSİ: TÜRKİYE EKONOMİSİ ANALİZİ

İnsanlık, Dördüncü Endüstri Devrimi olarak bilinen yeni bir devrimin eşiğinde duruyor. Bu devrim fiziksel ve sanal dünyaları birbirine bağlayarak üretimin dijital dönüşümünü gerçekleştiriyor. Dördüncü devrim ile birlikte rekabet ortamı gittikçe zorlaşıyor ve eskisinden daha acımasız hale geliyor. Endüstri 4.0 rekabete yeni bir boyut kazandırmakla beraber, rekabet gücünü belirleyen faktörlere de etki ediyor. Dolayısıyla bu dönüşümün ülkelerin rekabet gücü üzerinde yaratacağı etkiyi anlamak son derece önemlidir.

Endüstri 4.0 yeni iş yapma biçimleri sağlamakla birlikte yeni ürün ve hizmetler oluşturma ve üretimi gerçekleştirme konusunda yeni yollar sunacak. Bütün bunlar değişen ekonomik koşullara uyum sağlayabilen, değişen pazar talepleriyle baş edebilen ve hızla büyüyen uluslararası rakiplerle rekabet edebilecek endüstriler yaratmak için önemlidir. Önümüzdeki yıllarda üretim akıllı ve esnek üretim sistemlerine sahip üretime geçiş yapacak. Ürünler, makineler ve üretim tesisleri değer zinciri boyunca son derece ayrıntılı bir şekilde birbirileriyle bağlantılı olacak.

Bu çalışmada Endüstri 4.0'ın rekabet gücü üzerindeki etkisi araştırılmaktadır. Bu bağlamda ilk olarak Endüstri 4.0 hakkında bilgi verilmiş ve dünyadaki uygulamalarından bahsedilmiştir. Daha sonra rekabet gücü teorilerine değinilerek, Endüstri 4.0'ın rekabet gücü ilişkisi ortaya konulmuştur. Son olarak da Türkiye'nin bu süreçteki rekabet gücü anlatılarak, politika önerilerinde bulunulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Endüstri 4.0, Dördüncü Endüstri Devrimi, Rekabet Gücü

ABSTRACT

THE EFFECT OF INDUSTRY 4.0 ON COMPETITIVENESS: ANALYSIS OF TURKEY'S ECONOMY

Humanity stands at the brink of a new revolution known as Fourth Industrial Revolution. This revolution connects the physical and virtual worlds to realize the digital transformation of production. With the fourth revolution, the competitive environment is getting harder and more ruthless than before. Industry 4.0 adds a new dimension to competition, but it also affects the factors that determine the competitive power. Therefore, it is very important to understand the impact this transformation will have on countries' competitiveness.

Industry 4.0 will provide new ways of doing business, but will offer new ways to create and produce new products and services. All this is important to adapt to changing economic conditions, to cope with changing market demands and to create industries that can compete with rapidly growing international competitors. In the coming years production will switch to production with smart and flexible production systems. The products, machines and production facilities will be connected in a highly detailed manner across the value chain.

In this study, the effect of Industry 4.0 on competitiveness is being investigated. In this context, first information was given about Industry 4.0 and its applications in the world were mentioned. Then, the competitiveness relations of Industry 4.0 were put forward by mentioning competitiveness theories. Finally, described Turkey's competitiveness in this process and policy recommendations.

Keywords: Industry 4.0, Fourth Industrial Revolution, Competitiveness

TEŐEKKÜR

Çalıőmamın her aşamasında bana destek olan, bilgi ve deneyimleri ile yol gösteren danışman hocam Sayın Prof. Dr. Cüneyt Yenal KESBİÇ'e, hayatım boyunca beni maddi ve manevi olarak destekleyen, hep yanımda olan çok değerli aileme ve abilerim Hasan Ramizov, Nicat Ramizov ve Ramiz Ramizov'a yürekten teőekkür ederim.

Hafız RAMİZOV

Manisa, 2019



İÇİNDEKİLER

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

BİRİNCİ BÖLÜM

ENDÜSTRİ 4.0: DÖRDÜNCÜ ENDÜSTRİ DEVRİMİ

| | |
|--|----|
| 1.1. ENDÜSTRİYEL GELİŞİMİN AŞAMALARI | 2 |
| 1.1.1. Birinci Endüstri Devrimi | 2 |
| 1.1.2. İkinci Endüstri Devrimi | 3 |
| 1.1.3. Üçüncü Endüstri Devrimi | 4 |
| 1.1.4. Endüstri Devrimlerinin Sonuçları ve Faydaları | 5 |
| 1.2. DÖRDÜNCÜ ENDÜSTRİ DEVRİMİ: ENDÜSTRİ 4.0 | 5 |
| 1.2.1. Endüstri 4.0'ın Önceki Devrimlerden Farkı | 6 |
| 1.2.2. Endüstri 4.0'ın Bileşenleri | 7 |
| 1.2.2.1. Siber Fiziksel Sistemler | 7 |
| 1.2.2.2. Eklemeli Üretim - 3 Boyutlu Yazıcılar | 8 |
| 1.2.2.3. Nesnelerin İnterneti | 9 |
| 1.2.2.4. Akıllı Robotlar-Cobots | 11 |
| 1.2.2.5. Büyük Veri Analitiği | 12 |
| 1.2.2.6. Bulut Bilişim | 13 |
| 1.2.2.7. Artırılmış Gerçekçilik | 14 |
| 1.2.2.8. Siber Güvenlik | 16 |
| 1.2.2.9. Yatay ve Dikey Sistem Entegrasyonu | 17 |
| 1.2.2.10. Karanlık Fabrikalar | 18 |
| 1.2.2.11. Öngörücü Bakım (Predictive Maintenance) | 18 |
| 1.2.2.12. Akıllı Fabrikalar | 19 |
| 1.2.3. Endüstri 4.0'ın Tasarım İlkeleri | 21 |
| 1.2.3.1. Birlikte Çalışabilirlik | 21 |
| 1.2.3.2. Sanallaştırma | 21 |
| 1.2.3.3. Merkezi Olamayan Karar Yapıları | 22 |
| 1.2.3.4. Gerçek Zamanlı Veri Yönetimi ve Analitiği | 22 |
| 1.2.3.5. Hizmete Oryantasyon (Hizmet Odaklılık) | 23 |
| 1.2.3.6. Modülerlik | 23 |
| 1.2.4. Endüstri 4.0'ın Vizyonu | 24 |

| | | |
|----------|--|----|
| 1.2.5. | Kişiselleştirilmiş Üretim 4.0 | 24 |
| 1.2.6. | Endüstri 4.0'ın Etkileri | 25 |
| 1.2.6.1. | Büyüme | 25 |
| 1.2.6.2. | İşgücü ve İstihdam..... | 26 |
| 1.2.6.3. | Yeni İş Modelleri..... | 28 |
| 1.2.6.4. | İş Üzerindeki Etkisi | 29 |
| 1.2.7. | Endüstri 4.0'ın Başlıca Zorlukları ve Riskleri | 30 |
| 1.2.8. | Endüstri 4.0'ın Faydaları | 31 |

İKİNCİ BÖLÜM

REKABET VE REKABET GÜCÜ

| | | |
|-----------|--|----|
| 2.1. | REKABET VE REKABET GÜCÜ | 33 |
| 2.1.1. | Rekabet | 33 |
| 2.1.2. | Rekabet Gücü..... | 34 |
| 2.1.2.1. | Firma Düzeyinde Rekabet Gücü | 35 |
| 2.1.2.2. | Endüstri Düzeyinde Rekabet Gücü | 36 |
| 2.1.2.3. | Küme Düzeyinde Rekabet Gücü | 37 |
| 2.1.2.4. | Ulusal Düzeyde Rekabet Gücü..... | 38 |
| 2.1.3. | Rekabet Gücünü Belirleyen Faktörler | 39 |
| 2.1.3.1. | Firmaların Rekabet Gücünü Belirleyen Faktörler | 41 |
| 2.1.3.2. | Döviz Kuru Politikası ve Devalüasyon | 44 |
| 2.1.3.3. | Makroekonomik Ortam | 45 |
| 2.1.3.4. | Teknoloji | 46 |
| 2.1.3.5. | Beşeri Kaynaklar | 47 |
| 2.1.3.6. | Organizasyonel Yapı | 48 |
| 2.1.3.7. | Kamusal Politikalar | 49 |
| 2.1.3.8. | Finansal Kaynaklar ve Mali Sektör | 50 |
| 2.1.3.9. | Kalite | 50 |
| 2.1.3.10. | Verimlilik | 51 |
| 2.1.4. | Rekabet Gücünün Ölçülmesi | 52 |
| 2.1.4.1. | Ticari Performans Piyasa Payı Göstergeleri..... | 52 |
| 2.1.4.2. | Reel Döviz Kuru..... | 54 |
| 2.1.4.3. | Doğrudan Yabancı Sermaye Yatırımları | 55 |
| 2.1.4.4. | Verimlilik ve Maliyet Göstergeleri | 55 |

| | |
|---|----|
| 2.1.4.5. H. Liesner'in Açıklanmış Karşılaştırmalı Üstünlükler (Liesner Endeksi) 57 | 57 |
| 2.1.4.6. Balassa'nın Açıklanmış Karşılaştırmalı Üstünlük (RCA) Katsayısı (Balassa Endeksi).....57 | 57 |
| 2.1.4.7. Uluslararası Yönetim Geliştirme Enstitüsü'ne Göre Uluslararası Rekabet Gücü Göstergeleri ve Ölçümü58 | 58 |
| 2.1.4.8. Dünya Ekonomik Forumu'na Göre Uluslararası Rekabet Gücü Göstergeleri ve Ölçümü61 | 61 |

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

TÜRKİYE'NİN ENDÜSTRİ 4.0'A UYUMU VE REKABET GÜCÜ

| | |
|---|----|
| 3.1. TÜRKİYE'NİN ENDÜSTRİ 4.0'A UYUMU VE REKABET GÜCÜ63 | 63 |
| 3.1.1. Endüstri 4.0 ve Rekabet Gücü İlişkisi63 | 63 |
| 3.1.2. Endüstri 4.0 Sürecinde Türkiye'nin Durumu71 | 71 |
| 3.1.3. Endüstri 4.0 Sürecinde Türkiye'nin Rekabet Gücü.....72 | 72 |
| 3.1.4. SWOT Analizi83 | 83 |
| 3.2. SONUÇ VE ÖNERİLER85 | 85 |
| KAYNAKÇA89 | 89 |

SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

| | |
|----------------|--|
| ABD | Amerika Birleşik Devletleri |
| PLC | Programlanabilir Mantıksal Denetleyici |
| BT | Bilişim Teknolojileri |
| GSYİH | Gayri Safi Yurtiçi Hasıla |
| TDK | Türk Dil Kurumu |
| Ar-Ge | Araştırma Geliştirme |
| TPE | Ticari Performans Ölçütü |
| GİA | Görelî İhracat Avantajı Endeksi |
| GİNE | Görelî İthalat Nüfuz Endeksi |
| GTA | Görelî Ticari Avantaj Endeksi |
| RDK | Reel döviz kuru |
| NDK | Nominal döviz kurunu |
| IMD | Uluslararası Yönetim Geliştirme Merkezi |
| TÜBİTAK | Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu |
| BİT | Bilgi İletişim Teknolojisi |
| TÜSİAD | Türk Sanayicileri ve İşadamları Derneği |
| TÜİK | Türkiye İstatistik Kurumu |
| WDC | Dünya Dijital Rekabet Sıralaması |
| SWOT | Güçlü (Strengths), Zayıf (Weaknesses), Fırsat (Opportunities), Tehditler (Threats) |
| STEM | Science (Fen), Technology (Teknoloji) Engineering (Mühendislik), Mathematics (Matematik) |

TABLolar LİSTESİ

Tablo 1: Geleneksel Üretim Sistemlerinin Akıllı Fabrika Üretim Sistemleri ile Karşılaştırılması

Tablo 2: Endüstriyel Rekabet Gücü

Tablo 3: Dünya Rekabetçilik Sıralaması - Yeni Kriterler

Tablo 4: Küresel Rekabet Endeksi 4.0'ın Belirleyicileri

Tablo 5: Ülkelerin Üretim Gücü Sıralaması

Tablo 6: Endüstri 4.0 Kavramı Çerçevesinde Rekabet Gücünün Geleneksel Teorilerle Karşılaştırılması

Tablo 7: Ülkelerin Küresel Rekabet Gücü Sıralaması

Tablo 8: Üretimin Geleceğine Hazırlık Değerlendirmesi Sonuçları, 2018

Tablo 9: Türkiye'nin Gelecekteki Üretime Hazırlığı

Tablo 10: Üretimin Geleceğine Hazırlık: Türkiye'nin Alt Endekslerinin Değerlendirmesi

Tablo 11: Ülkelerin 2018 Yılı Rekabet Gücü Sıralaması

Tablo 12: Türkiye'nin 2010- 2017 Yılları Arasında Teknoloji Düzeyine Göre İhracat ve İthalat Miktarları

Tablo 13: Dijital Rekabet Sıralaması

Tablo 14: Dünya Ekonomik Forumu Küresel Rekabetçilik Endeksi 4.0: 2018 Türkiye

Tablo 15: 2018 yılı İnovasyon Sıralaması

ŐEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1: Rekabet G¼c¼n¼ Belirleyen Firma İçi Fakt¼rler

Şekil 2: Rekabet G¼c¼n¼ Belirleyen Firma Dışı Fakt¼rler



GİRİŞ

Her geçen gün daha az kaynak kullanarak daha fazla üretim yapılabilmesinin temel sebebi üretim sistemlerinde meydana gelen farklılaşmalardır. Son üç asırda endüstriler manüel üretimden makinelere, makinelerden de seri üretime kadar büyük değişikliklere uğradı. Tüm bu değişikliklerden sonra endüstriler sürekli olarak işlenebilir veri paylaşımında bulunarak makinelerin birbirleriyle iletişim kurduğu sistemlere sahip üretim şekline ulaştı. Küreselleşme ve kaynak kıtlığı şirketleri daha az personel ve minimum kaynak kullanımı ile daha yüksek beklentiler sunmaya zorlayarak rekabetçi üretimin yoğunluğunu büyük ölçüde artırdı. Bu durum Endüstri 4,0 olarak bilinen yeni bir endüstri devrimini başlattı. Endüstri 4,0 terimi yükselen dördüncü bir endüstri devrimini tanımlamak için kullanılıyor. Bu devrimin temel amacı ileri düzey iletişim, bilgi ve yapay zekâ yoluyla üretimin esnekliğini ve verimliliğini artırarak şirketlerin ve ülkelerin uzun vadeli rekabet gücünü artırmaktır.

Otomasyon sürecine dijital teknolojilerin entegre edilmesi, hem üretim hem de hizmetlerde devrim yaratıyor. Bu süreç verimliliği artırıyor, lojistiği optimize ediyor, fiyatları daha da şeffaf hale getiriyor ve nihayetinde gittikçe şiddetlenen küresel rekabeti tetikliyor. Aynı zamanda, ülkelerin ve firmaların inovasyona önem vermesi gerektiğinin bir kez daha altını çiziyor. Teknolojik değişimler şirketleri ya inovasyon yapmaya ya da yok olmaya zorluyor. Günümüzün yüksek pazar rekabetinde endüstriler müşteri ihtiyaçlarını karşılamak ve pazar paylarını korumak için yeni teknolojileri benimsek zorundalar.

BİRİNCİ BÖLÜM

ENDÜSTRİ 4.0: DÖRDÜNCÜ ENDÜSTRİ DEVRİMİ

1.1.ENDÜSTRİYEL GELİŞİMİN AŞAMALARI

İnsanlık yüzyıllar boyunca girişimciler ve bilim adamları tarafından ortaya atılan yenilikler ve değişimler ile sürekli olarak karşılaşmıştır. Bu dönüşümler bizim kültürümüz, yaşam biçimimiz ve çalışma şartlarımızı önemli ölçüde etkilemiştir. Bununla birlikte tüm varoluşumuzu gerçek anlamda şekillendiren, bugünde olduğu gibi yaşamlarımızı daha iyi hale getiren ve sonsuzadek değiştiren bazı devrimler de olmuştur. Modern hayatımızın vazgeçilmez temelleri olan bu devrimler “Endüstri Devrimleri” olarak bilinmektedir. Araştırmacılar ve bilim adamlarına göre üç tane büyük endüstri devrimi yaşadık. Bu devrimler tarım ve insan ağırlıklı çalışma koşullarına sahip bir dünyanın, ürünleri otomatikleştirilmiş ve programlaştırılmış özel amaçlı makine ve robotlar tarafından üretilen bir dünyaya dönüşmesini sağlamıştır (Schlötzer, 2105). Bu dönüşüm ile beraber insanların çalışma koşulları değişmiş ve her devrim sonucunda insanlık refahı daha da artmıştır.

1.1.1. Birinci Endüstri Devrimi

Kökene İngiltere’ye dayanan Birinci Endüstri Devrimi 18. yüzyılın başlarına tekabül etmektedir. Bu dönem kesinlikle insanlık açısından önemli dönüş noktası olarak değerlendiriliyor. Çünkü yüzyıllardır süregelen ve temeli tarıma dayalı olan birkaç asırlık sistem bu değişim ile birlikte son bulmuştur. Birinci Endüstri Devriminden önce insanlar çoğunlukla kırsal alanlarda yaşıyorlardı. Üretim el araçları ve basit makineler kullanılarak ev ortamında yapılıyordu. Su ve buhar gücü ile çalışan makinelerin icadıyla birlikte üretim evlerden çıkarak fabrikalara taşınmış ve insanlık mekanik üretim kavramıyla tanışmıştır. Bu devrimle birlikte bazı temel değişiklikler daha olmuştur. Demir ve tekstil endüstrileri Birinci Endüstri Devrimi’nde önemli rol oynamıştır. Endüstrileşme üretilen malların çeşitliliğinde ve üretim miktarlarında bir artış sağlayarak daha iyi bir yaşam standartına katkıda bulunmuştur. Yoksul ve çalışan sınıflar için yeni istihdam alanları yaratmıştır (History.com). Ama en önemli değişiklik işin organizasyonunda gerçekleşmiştir. İnsanlar bir çatı altında toplanarak birlikte çalışmaya başlamış ve ‘fabrika’ kavramı oluşmuştur. Bu ise iş bölümünü ve uzmanlaşmayı başlatarak seri üretimi gerçekleştirmiştir. Diğer önemli gelişmeler ise ulaşım ve haberleşme sektöründe

yaşanmıştır. Buharlı lokomotif ve gemiler bu dönemde icat edilmiştir. Kömür yeni enerji kaynağı haline gelmiştir. Ürünlerin kalitesinde artışlar, gıdaların daha hızlı ve kolay taşınabilmesi, daha iyi tıbbi bakım ilaçlarının üretilmesi insanların refah seviyelerini artırarak daha iyi yaşam koşulları sağlamıştır. Birinci Endüstri Devrimi'nde bilim ve araştırmanın üretime yönelik ilk uygulamalarını görmekteyiz (Schlötzer, 2105).

1.1.2. İkinci Endüstri Devrimi

İkinci Endüstri Devrimi 19. yüzyılın ortalarında yaşanmıştır. Bu devrim de bir önceki gibi insanlık tarihinde önemli dönüm noktalarından biridir. Önceden var olan endüstriler büyümüş ve yenileri oluşmuştur. Yeni teknolojilerin gelişimi dünyayı değiştirecek iki şeyin ortaya çıkmasına yol açmıştır: toplu taşıma ve uçaklar. Bu devrim küreselleşmeyi sağlamakla beraber, bugünkü dünyamızın da kaba bir taslağını oluşturmuştur. Bunu daha net anlamak için bu dönemde insanların ne icat ettiğine ve insanlığı nasıl etkilediğine bir bakalım.

İkinci Endüstri Devrimi sanayideki ana güç kaynağı olan buharın elektrik ile değiştirilmesidir. Bu dönemdeki en büyük yenilik gaz ve elektrik gibi yeni enerji kaynaklarının kullanılmasıdır. Elektrik, ulaşım ve haberleşme alanlarında kullanılmaya başlanmıştır. Elektriğin icadı büyük ölçüde büyümeyi beraberinde getirmiştir. Tüketim malları toplu olarak üretilmeye başlamıştır. İkinci Endüstri Devrimi aslında bir elektrik devrimi olarak bilinmektedir (Skwirk Online). Bu devrim esnasında var olan imalat ve üretim metodları geliştirilmiştir. Örneğin, inşaat sektöründe demir yerine çelik kullanılmaya başlanmıştır. Bunun sebebi ise çeliğin daha dayanıklı olmasıdır. Çelik ayrıca gemilerin, gökdelenlerin ve daha iri köprülerin yapılmasını da kolaylaştırmıştır.

İkinci Endüstri Devrimi'nin de birinci devrim gibi birtakım sonuçları görülmektedir. 1870'ten 1890'a kadar olan dönemde sanayileşmiş ülkelerde bir verimlilik patlaması yaşandı. Sonuç olarak yaşam koşullarında önemli ölçüde iyileşme ve mal fiyatlarında dikkate değer biçimde azalma gerçekleşti (Vale, 2016).

Ford Motor Company'in sahibi Amrikalı Henry Ford 1913 yılında otomobil endüstrisindeki ilk elektrikli seri üretim hattını kurdu (Assembly Line – History, 2018). Ford, Model T 3000 parçalarının montajını 84 farklı aşamaya bölerek basitleştirdi. Bu bir yandan var olan üretimi değiştirecek yeni bir sürecin

başlangıcıydı. Ford'un üretimde attığı bu adım tek bir araç için montaj süresini 12 saatten 90 dakikaya indirdi (Ford Motor Company, 2018). Seri üretim kavramının oluşması geniş bir yelpazede insanlara ulaşabilen yeni ürünlerin üretilmesini sağladı.

1.1.3. Üçüncü Endüstri Devrimi

İkinci Endüstri Devrimi'nden sonra 20. yüzyılın ikinci yarısında yeni enerji türünün nükleer enerjinin ortaya çıkışıyla endüstride üçüncü bir devrim meydana gelmiştir. Bu devrim elektroniğin ve bilgi teknolojilerinin yükselmesiyle ilişkilidir (Sentryo, 2017). Elektronik ve bilgi teknolojisinin devreye girmesiyle üretimde otomasyon çağı başlamıştır. Analog ve mekanik cihazlardan yaygın dijital teknolojiye geçiş, özellikle iletişim ve enerji sektörlerini önemli ölçüde bozmuştur (Trailhead, 2018).

İnternetin icat edilmesiyle dijital teknolojilerde ilerleme kaydedilmiştir. 1947 yılında transistorun icadı, 1947-1979 yılları arasında dijital bilgisayarların gelişmesine ve yaygınlaşmasına zemin hazırlamıştır. Hükümet ve diğer örgütler 1950'ler ve 1960'lı yıllarda bilgisayar sistemlerinden faydalandılar. Bilgisayar 1980'li yıllarda daha aşına bir makine haline gelmeye başlarken, birçok iş içinde de aynı zamanda zorunlu olmuştur. Üretim süreçlerinin bilgisayar tarafından kontrol edilmesi üretimin otomasyonunu ve işlerin insansızlaşmasını beraberinde getirmiştir. Ayrıca internetin yaygınlaşması bilgisayarların dünya çapında sınırsız bir biçimde bilgi altyapısına bağlanmasını uygun hale getirdi. Bilgi artık kolayca paylaşılabilir ve ticarete konu olabildiğinden dolayı, bir maliyet faktöründen çıkarak değer yaratma faktörü haline gelmiştir. Yeni teknolojiler bilgiyi elde etmek, biriktirmek ve transfer etmek isteyen her kese az ya da çok olanak sağladı. Bu yeni rekabetçi dönem ise Bilgi Çağı olarak adlandırılmaktadır (Sampler, 1998: 344).

1968 yılında General Motors tarafından ilk programlanabilir mantık denetleyicisi (Programmable Logic Controller, PLC) icat edilmiştir (Plc Tutor, 2013). Geliştirilmesi yine Genelar Motors ile yakından ilişkilidir. Otomasyon sistemlerinin temel yapı taşı olan PLC'ler gerçek zamanlı olarak üretim süreçlerinin otomatikleştirilmesi için kullanılan nispeten küçük bilgisayarlardır. Fabrikalardaki üretim bölümlerinde veya makinelerin kontrolü gibi işlemlerin denetiminde kullanılmaktadır. Teknolojik ilerlemler ile bilgisayarlar küçülerek yüksek performanslı yönetim sistemlerine sahip olmaya başladılar.

1.1.4. Endüstri Devrimlerinin Sonuçları ve Faydaları

Endüstrileşmenin etkileri göz önüne alınarak bakıldığında şaşırtıcı sonuçlarla karşılaşmaktadır. Fossil yakıtlarının yaygın olarak kullanılmasından önce yani 1700' lü yıllarda dünya 670 milyonluk bir nüfusa sahipti. 2011 yılına gelindiğinde ise dünya nüfusu sadece 300 yıl içerisinde 10 katı artarak, 6,7 milyara ulaştı. Sadece 20. yüzyılda dünya ekonomisi 14 kat büyüdü. Kişi başına düşen milli gelir neredeyse 4 katı arttı ve enerji kullanımı en az 13 kat arttı. Bu tür bir büyüme insanlık tarihi boyunca daha önce hiç gerçekleşmemiştir.

Dünya üzerinde çoğu insan bugün endüstrileşmenin faydalarından yararlanıyor. Bilgi ve üretim teknolojilerinin gelişmesiyle her birimiz önceki nesillere kıyasla daha az fiziksel işlerde çalışıyor ve daha az enerji sarf ediyoruz. Günümüzde insanlar daha fazla bebek besleyebiliyor ve yetişkinlik çağına getirebiliyorlar. Çok sayıda insan endüstrileşmenin beraberinde getirdiği zenginlik, sağlık, eğitim, seyahat ve yaşam beklentisi seviyesinin tadını çıkarıyor. Bütün bu saydıklarımız endüstrileşmeden önce hayal bile edilemezdi. Bununla birlikte, sanayileşmenin faydaları büyük bir maliyete dönüşmektedir. Örnek vermek gerekirse değişim oranı (ivme) o kadar hızlı ki, bireyler ve sosyal sistemler ayak uydurmakta güçlük çekiyorlar. Seri üretim ve teknolojik gelişme çağında insanların gittikçe duyarsızlaştığı söylenebilir (Brown, 2014).

1.2.DÖRDÜNCÜ ENDÜSTRİ DEVRİMİ: ENDÜSTRİ 4.0

Bu üç devrimi yaşadıkdan sonra kendimizi endüstrinin dördüncü aşamasında buluyoruz. Dördüncü Endüstri Devrimi veya Endüstri 4.0, Almanya tarafından ülkenin üretim sektörünün geleceğini garanti altına almak için başlatılan bir girişimin adıdır. Bu stratejik girişimin ana amacı, yeni teknoloji potansiyellerinden faydalanarak endüstriyel üretimin dijital dönüşümünü gerçekleştirmektir. Büyük ölçüde imalat sektörüne odaklanmaktadır. Ancak var olan potansiyeli üretimin çok daha ötesine geçebilmektedir (Woodhead, 2017: 4).

Endüstri 4.0 imalat endüstrisinde yer alan tüm değer zincirinin yönetiminde yeni bir gelişme aşamasına işaret etmektedir. Geliştirilmiş eski teknolojileri bir araya getiren yeni bir kavramdır. Üretimde otomasyon ve dijitalleşme seviyesini artırmak için iletişim ve bilgi teknolojilerini kullanmaktır. Amaç üretim süreçlerindeki

verimliliği artırmak ve yüksek seviyede ürün ve hizmet sunmak amacıyla bütün değer zincirini yönetmektir (Gilchrist, 2016: 195).

Dördüncü Endüstri Devrimi toplumu bir bütün olarak önemli ölçüde etkilemektedir. Geçtiğimiz 250 yıl boyunca meydana gelen endüstri devrimleri üretim yapma şeklimizi değiştirmiştir. Bu devrim artık üretimin son evresi olarak tanımlanmaktadır. Üretimi gerçekleştirme biçimimizi değiştiriyor, inovasyonun sınırlarını genişletiyor ve yeni üretim fırsatları doğuruyor (Lobo, 2018).

Teknolojideki en umut vadeden gelişmelerden biri tedarik zinciri boyunca gerçek zamanlı olarak bilgi akışının sağlanması ve bu doğrultuda hareket etme olanağının olmasıdır. Bu üreticilere tam zamanlı üretim ve kontrol imkanı sağlamaktadır (Netland, 2015: 23). Akıllı ürünler, makineler ve ekipmanlar birbirleriyle bilgi alışverişinde bulunabiliyor, görevlerini bağımsız bir şekilde yerine getirebiliyorlar. Ayrıca, bu sadece fabrika içerisinde değil aynı zamanda fabrikalar ve tedarikçiler arasında da yapılabiliyor (Howaldt ve diğerleri, 2017: 47).

Endüstri 4.0, Almanya'nın 'Yüksek Teknoloji Stratejisi 2020 Eylem Planı' başlığı altındaki kabul edilen gelecekteki projelerinden biridir. Alman Federal Hükümeti ilgili proje ile bu alanda hızlı sosyal ve teknolojik gelişme üzerine yoğunlaşmak ve tüm inovasyon aktörleri arasında işbirliği oluşturmak amacıyla bir çalışma grubu kurmuştur. Bu çalışma grubu 2012 yılı Ekim ayında 'Implementation of recommendations for the future project Industrie 4.0' başlığı altında bir tavsiye raporu hazırlayarak hükümete sunmuştur. Hükümet de bunu resmi olarak onaylamış ve 2013 yılında dünyanın en büyük sanayi fuarı olan Hannover Messe'de duyurmuştur. Ardından diğer ülkeler ve büyük şirketler bu girişimi benimsemek için üzerinde çalışmaya başlamışlardır (Industry 4.0 Platform, 2018).

1.2.1. Endüstri 4.0'ın Önceki Devrimlerden Farkı

Endüstri 4.0'a geçişin önceki endüstriyel devrimlerden en önemli farkı, insanın üretim sürecinden uzaklaştırılmasıdır. Yeni endüstri devriminde insan sadece üretim sisteminin çalışmasında önemli rol oynayan görevlerde yer alacak. Yapay zeka, tüm iş süreçlerinin rasyonelizasyonunu ve optimizasyonunu sağlayarak insandan kaynaklanan hataları tamamen ortadan kaldıracak. Diğer bir fark ise değişim hızıdır. Eğer 1913 yılı ilk elektrikli montaj hattının kurulduğu yıl (Endüstri 2.0'ın başlangıcı) olarak kabul ediliyorsa ki, bu dönem İkinci Endüstri Devrimi için

karaktertisk bir dönemdir, dönüşüm yıllarını şu şekilde sıralaya biliriz: 1784-1913-1969-2013. Bu sıralamadan, toplumdaki değişikliklerin daha hızlı olduğunu ve endüstri devrimleri arasındaki zaman diliminin kısaldığını görmekteyiz. Yani, artık günümüz dünyasında gerçekleşen olaylar geçmişte olmadığı kadar hızlı gerçekleşiyor ve değişim hızı günü günden artıyor.

1.2.2. Endüstri 4.0'ın Bileşenleri

Dördüncü Endüstri Devrimi Siber Fiziksel Sistemler, Eklemeli Üretim, Nesnelerin İnterneti, Akıllı Robotlar, Büyük Veri Analitiği, Bulut Bilişim, Artırılmış Gerçekçilik, Siber Güvenlik ve Yatay ve Dikey Entegrasyon gibi çeşitli teknolojileri içeriyor. Aşağıda bu teknolojiler hakkında bilgi verilmekte ve dünyadaki uygulamalarından bahsedilmektedir.

1.2.2.1.Siber Fiziksel Sistemler

Siber Fiziksel Sistemler doğal ve insan yapımı sistemlerin oluşturduğu fiziksel alan ile hesaplama, iletişim ve kontrol sistemlerinin oluşturduğu siber alanların birbiriyle bütünleştiği sistemler olarak tanımlanmaktadır (Mourtzis ve Vlachou, 2018: 180). Başka bir ifadeyle Siber Fiziksel Sistemler sanal alan ile fiziksel alanı internet vasıtasıyla birbine bağlayan sistemlerdir (Tuğlu, 2017: 12-13). Endüstri 4.0' da her fiziksel nesne aynı zamanda bir de dijital varlığa sahiptir ve tüm üretim süreci bir yazılım arayüzüyle kontrol edilmektedir. Siber Fiziksel Sistemler fiziksel dünyadaki her nesnenin bir kopyasını internet vasıtasıyla siber dünyaya aktarmakta ve bunların birbirleriyle olan iletişimini sağlamaktadır. Bu teknoloji günümüzün basit gömülü sistemlerinin yapamadığı kapasite, uyarlanabilirlik, ölçeklendirebilirdik, esneklik, güvenilirlik ve kullanılabilirlik gibi önemli kolaylıkları sağlıyor. Aynı zamanda Siber Fiziksel Üretim sistemlerinin oluşturuyor ve akıllı fabrikalarda ekipmanları da akıllı hale getiriyor. Akıllı fabrikalar kurabilmek için bu sistemler kullanılıyor (Xu ve diğerleri, 2018: 2947). İnternet üzerinden iletişim kuruyor ve internet servislerini kullanıyor. Sensörler aracılığıyla çevrelerindeki sıcaklığı, basınç ve hareketleri analiz ederek, elde ettikleri verileri değerlendiriyor. Bu verileri kaydediyor ve aktüatörleri kullanarak fiziksel çevrelerini etkileyebiliyor (International Controller Association, 2015: 11). Elde ettikleri veriyi işlemek veya depolamak için bulut bilişim depolama alanları kullanılmaktadır.

İşlendikten sonra elde edilen veriler birkaç amaç için kullanılmaktadır. Örneğin müşteri ihtiyaçlarını daha iyi anlamak amacıyla ürünün nasıl kullanıldığına dair bilgiler toplamak için kullanılabilir (Road2CPS, 2016: 4).

İngiltere merkezli özel elektronik sistemleri sağlayıcısı olan Merlin elektronik etkileşimli reklam kampanyaları sunmak amacıyla Showscreen adında dokunmatik ekrana sahip cihazlar geliştirdi. Geliştirilen bu cihazlar bölge ve şehirler genelinde dağıtılmaktadır. Yoldan geçenlerin cihazla etkileşime girmeleri için teşvik edici yarışmalar veya örnek bedava ürünler kullanılmaktadır. Cihaz sensör ve aktüatörler aracılığıyla gerçek dünya ile iletişime girebilmektedir. Bunun yanı sıra, ortak kampanya yürütmek için o bölgedeki diğer birçok cihazla iletişim kurabilmektedir. Bu cihazların ilgili teknolojiye basit bir örnek olmasının yanı sıra, bunun gibi çevreleri hakkında büyük miktarda bilgi toplayan ve çok sayıda sensörlerle desteklenmiş Siber Fiziksel Sistemler oluşturmak mümkündür (Road2CPS, 2016: 5).

Siemens ve bir Alman makine üreticisi birlikte çalışarak fiziksel makinelerin verilerini kullanarak parçaların işlenmesini simüle edebilen bir makine geliştirdiler. Bu gerçek işleme süreci için gerekli olan hazırlık zamanını % 80 oranında düşürdü (Rüßmann ve diğerleri, 2016: 5).

1.2.2.2.Eklemeli Üretim - 3 Boyutlu Yazıcılar

Endüstri 4.0'ı bir gerçeklik haline getirmede anahtar bileşenlerden biri de istenilen üretimi daha önce hiç olmadığı kadar hızlı ve esnek üretebilen makinelerdir. Gelecekte aklımıza gelen herhangi bir veriyi inanılmaz bir hızda ürünlere dönüştürmek mümkün olabilecek. Bu dönüşümü gerçekleştiren makinelere 3 Boyutlu Yazıcılar adı verilmektedir. İlk olarak 1980 yılında kullanılmıştır. 3 Boyutlu Yazıcılar bilgisayar ortamında bulunan 3 boyutlu çizimleri elle tutulur gerçek nesnelere dönüştüren makinelerdir. Ancak şimdiye kadar 3 Boyutlu Yazıcılar ile genellikle plastik kullanılarak üretim yapılmaktaydı (Ranier, 2016: 9). Artık metal parçaları üretmek içinde bu makineler kullanılıyor ve bazı temel faydaları var. Karmaşık ve özel parçaların üretim maliyetini önemli ölçüde azaltmaktadır. Ayrıca, geleneksel üretim sınırlarını aşarak daha önceden imkânsız olan tasarım ve üretim fırsatları sunmaktadır. Mühendisler ve ürün tasarımcıları yeni fikirleri test etmek için gerekli olan parçaları hızlı bir şekilde tasarlayabiliyorlar. Bu ise üreticilerin yeni

ürünleri pazara daha önce hiç olmadığı kadar hızlı sunmalarına yardımcı oluyor. Bu teknoloji ile talebe göre üretim gerçekleştirilebilmektedir. Ayrıca üretime harcanan zaman en aza indirilerek teslim süresi kısaltılmaktadır (Deo, 2018: 4). Söz konusu bu makineler tıp, otomotiv ve havacılık endüstrisinin kalbinde yer alıyor.

Çin geri dönüşüm malzemesi kullanarak 24 saatte 10 aded ev yaptı. Her bir evin maliyeti yaklaşık olarak 4.800 dolardır (Levy, 2014).

Toyota ve Materialise daha hafif bir araba koltuğu üretmek amacıyla birlikte çalışarak bir koltuk tasarladılar. Daha sonra tasarlanan koltuk 3 Boyutlu Yazıcıda basılmıştır. Ede edilen son ağırlık 7 kilogramdır. Buna karşın klasik koltukların ağırlığı 15 kilogramdan daha fazladır. Ayrıca, koltuk havanladırma kapasitesini de artırmaktadır (Torres ve Pastor, 2017: 13).

Amerikada araç üretim şirketi olan Local Motors eklemeli üretimi yoğun olarak kullanmaktadır. Hâlihazırda Amerikada 3, Berlinde ise 1 tane fabrikaya sahip. Bu şirket Olli adında minibüs üretiyor. Elektrik enerjisi ile çalışan bu sürücüsüz araç 3 Boyutlu Yazıcı ile basılıyor. Daha sonra IBM Watson Nesnelerin İnterneti platformuyla donatılıyor. Bu sayede Olli bilişsel olarak öyrenebiliyor, yolcularla iletişime geçerek varacakları yerleri tespit ediyor ve daha sonra onları oraya bırakıyor. Local Motors'un kurucu ortağı John Rogers hedeflerinin aracın yaklaşık olarak 10 saatde 3 boyutlu yazıcıda yazdırılması ve sonraki bir saat içinde ise motnaja yapılması olduğunu söylüyor (Business Sweden, 2017: 4).

Havacılık şirketleri halihazırda uçak ağırlığını düşüren ve titanyum gibi hammadde masraflarını azaltan yeni tasarımlar yapmak için eklemeli üretimi kullanıyorlar (Rüßmann ve diğeleri, 2015: 7).

1.2.2.3.Nesnelerin İnterneti

Nesnelerin interneti için çok fazla tanım yapılmaktadır. Genellikle bir şeyleri internete bağlamak ve bu bağlantıyı kullanarak bir tür uzaktan izleme veya kontrol sağlama olarak düşünülmektedir. Ancak bu tanım sınırlıdır. Nesnelerin İnterneti aslında kontroledilebilen ve programlanabilen akıllı ve görünmez bir ağ yapısı oluşturmaktır. Bu sayede ürünler birbiriyle doğrudan ya da dolaylı olarak iletişim kurabilmektedir (Chase, 2013: 1-2). Sadece ürünler değil aynı zamanda miyarlarca cihaz birbiriyle iletişim kurabilmekte ve verileri veya bilgileri kamu ya da özel ağ aracılığıyla paylaşabilmektedir. Çalışma sistemi kablosuz ağ sistemine

dayanmaktadır. Farklı parametreleri ölçmek ve verileri işleme süreci için merkezi düğüm noktasına göndermektedir (Ghuman, 2016: 312).

1990 yılından sonra internet yaygın olarak tüketici pazarlarında kullanılmaya başladı. Ancak ağa bağlanmak sınırlı olduğundan dolayı kullanımı çok yaygın değildi. 2000'li yıllardan sonra internet birçok uygulama için normal hale geldi ve bugün bilgiye erişim sağlamak çok kolay bir hal almaya başladı. Tahminlere göre 2020 yılında 50 milyar nesne internete bağlı olacak. İleride Nesnelerin İnternetinin alacağı hali küçük bir senaryo ile açıklayacak olursak şu şekilde olacak. Rezervasyon yaptığımız otel odasının sensörler aracılığıyla sizin telefonunuz veya kol saatiniz ile iletişim kurabildiğini ve bilgi alışverişinde bulunduğunu düşünün. Siz otele varmadan yorgun olduğunuzu ve duş almanız durumuna göre su sıcaklığını, oda sıcaklığını ayarlayabilmektedir. Odanıza varmadan önce güvenli anahtar uygulaması ile oda kapsını açmakta, uyku moduna geçince otomatik olarak ışıkları kapatmaktadır. Bu senaryo ilerde daha yaygın hale gelecek ve bunun gerçekleşmesi için her otel odasında veya her kiralık arabada birden fazla sensör bulunacak. Uyarılar için insanların üzerinde saat ve benzeri sönsöre sahip dijital cihazlar bulunacak. Bu sensörler sürekli olarak birbiriyle konuşuyor durumda olacak. Bahsedilen senaryo Nesnelerin İnterneti'nin ilerdeki bir vizyonudur. Ancak bunun gerçekleşmesi o kadar da hızlı olmayacak. Gerçekleşmesi için gerekli olan ölçek yalnızca tüm dünyadaki insanların kabul edeceği bir ortak payda ve mesajlaşma şeması oluşturularak yapılabilir (Chase, 2013: 1-2).

Ford ve Tesla gibi otomotiv şirketleri zaten Nesnelerin İnterneti'nin arabanın bir parçası olduğu dünyaya adımlarını attılar. Tesla otomobil gerçekten bu alanda büyük bir başarıdır. Bu otomobil siz eve gelmeden önce kendiliğinden garaj kapısını açıyor. Siz uzaktan kontrol ederek sıcaklığı, ışığı ayarlayabilir ve arabanızı şarj edebilirsiniz. Tesla'nın ürettiği arabalar bu özelliklerin hepsine sahip. Ayrıca, arabanızı kontrol etmek ve hızını, yerini, pil durumunu her yerden öğrenmek için kendi uygulamanızı oluşturabileceğiniz bir uygulama çerçevesi de var. Araba en son yazılımı indirerek kendini otomatik olarak bir sonraki güncel duruma yükseltebiliyor. Bunları otomatik yapabilmek için 18 tane sensöre sahip. Bunun yanı sıra, araç servis istasyonunda servis programını kendi başına tamir edebiliyor (Agarwal, 2016).

1.2.2.4.Akıllı Robotlar-Cobots

Endüstri 4.0' da üretim, görevlerini akıllı bir şekilde yerine getiren, güvenliğe ve esnekliğe odaklanarak iş birliği içerisinde çalışan robotlar tarafından yapılmaktadır. Çoğu endüstriyel robotlar son teknolojik yeniliklerle birlikte daha da evrimleşmiştir. Bu ise üretim ortamlarında daha fazla robotun kullanılmasına ve üretimin daha da kolaylaşmasına sebep olmuştur. Akıllı robotlar sadece üretim ortamında insanların yerini almayacak. Aynı zamanda sahip oldukları sensörler vasıtasıyla insanlar ile robotlar birbirleriyle iletişim kurabilecek ve birlikte çalışabilecekler. Robotlar üretim, lojistik ve ofis yönetimi gibi çeşitli işleri de yapabilecekler ve uzaktan kontrol edilebilecekler. Uzaktan kontrol sayesinde üretimde oluşan sorunlar çalışanın cep telefonuna bildirim olarak gelecek. Bu çalışana sorunları görerek uzaktan müdahale edebilme imkanı sağlamaktadır (Roland Berger Strategy Consultants, 2014: 8). Endüstriyel ortamlarda robotların bu kadar yaygın olması onların insanlarla iş arkadaşı olmasına sebep olacak. Ancak, bazı alanlarda daha öteye giderek insanlara rakip olacaklar. Yapay zekanın gelişmesiyle robotlar basit hareketleri tekrarlayan sabit bir makineden, otomatik olarak algılayan, öğrenen ve otonom hareket eden akıllı makinelere dönüşecek (Siemens AG, 2017: 1).

Avrupalı robot üreticisi olan Kuka birbiriyle etkileşime giren otonom robotlar üretmektedir. Bu robotlar birbirleriyle iletişim halindedirler. Böylece birlikte çalışabilir ve eylemlerini üretim hattındaki bir sonraki bitmemiş ürüne uygun şekilde otomatik olarak ayarlayabilirler. Üst düzey sensörler ve kontrol ünitelerine sahip bu robotlar insanlarla da işbirliği içerisinde çalışabiliyorlar. Benzer şekilde endüstriyel robot tedarikçisi olan ABB ürün montajı için özellikle tasarladığı Yumi adında iki elli bir robot piyasaya sunuyor (Rüßmann ve diğerleri, 2015: 5). Yumi dünyada insanlarla işbirliği yapabilen ilk robottur.

Volkswagen bujilerin takılmasını sağlamak için Salzgitter'deki motor tesislerinin birinde bir cobot ünitesi kurdu. Önceden operatörler bujileri duran konumda silindir kapaklarının zar zor görünen deliklerine yerleştirmek zorundaydılar. Şimdi cobotlar bujileri yerlerine koyuyor ve operatörlere sadece bunları sıkmak ve silindir kapağını yalıtım kalıyor. Cobotun bu şekilde kullanılması operasyonun kalitesini artırarak iş yaralanmalarını azalttı (Torres ve Pastor, 2017).

Çevrimiçi bir perakendeci olan Alibaba Çin'in en büyük akıllı deposuna sahip. Depo son teknoloji ürünü olan 60 tane robotla çalışmaktadır. Bu Wifi donanımlı ve kendi kendini şarj eden robotlar depodaki malları taşımaktan sorumludurlar. Bu robotlar dünyanın her yerinden müşterilere gönderilecek olan ürünleri paketlemeleri için insan işçilerine götürüyorlar (Medium, 2018).

1.2.2.5.Büyük Veri Analitiği

Günümüzde internetin hızla gelişmesiyle her gün gittikçe artan büyük miktarlarda bilgi üretilmektedir. Bu bilgilerin günlük olarak işlenmesi ve analiz edilmesi geleneksel teknolojik araçların kapasitesini aşmaktadır. Bunu gerçekleştirebilecek teknolojilere Büyük Veri Analitiği adı verilmektedir. Büyük Veri Analitiği sayesinde sürekli artan veriler verimli bir şekilde yönetilmekte ve analiz edilebilmektedir (Witkowski, 2017: 767). İşlenen veriler değerli bilgiler haline gelmekte ve karar verme sürecinde kullanılmaktadır. Bu ise üretimi optimize etmeye, verimliliği artırmaya, enerji tasarrufu sağlamaya ve önceden öngörülebilir bakımı iyileştirmeye yardımcı olmaktadır. Herhangi bir ürünün üretimini geliştirmek için büyük veri analitiği kullanılabilir. Basit bir örnek olarak fırında pişirilen ekmeği gösterebiliriz. En iyi ekmeği üretmek için fırının sıcaklığı veya hamurun ağırlığı gibi bazı ayarlamaları Büyük Veri Analitiği sayesinde yapabilirsiniz (Business Reporter, 2018).

Büyük Veri Analitiği Dördüncü Endüstri Devriminde çok önemli rol oynayacak. Bu teknoloji ile üretimde eşzamanlı olarak ucuz ve hatasız süreçler, yüksek performans ve iyi kalite amaçlanmaktadır (Sishi ve Telukdaie, 2017: 202-203). Büyük veri setlerine dayalı analizler sayesinde üretim kalitesi optimim seviyeye gelecek ve enerji tasarrufu sağlanacaktır. Birçok farklı kaynaktan elde edilen verilerin toplanması ve kapsamlı bir şekilde değerlendirilmesi gerçek zamanlı karar vermeyi destekleyecektir (Rüßmann ve diğerleri, 2015: 5).

Şili'deki bir şirket bireysel müşterilerin kredileri geri ödeyebilme olasılığını tahmin etmek amacıyla Büyük Veri Analitiğini ve yapay zekayı kullanıyor. 20 veya 30 yıl öncesine bakarsak, kredi puanlarını belirlemek çaba gerektiriyordu ve insanların zamanını alıyordu. Şimdi otomatik kredi geçmişi, elektrik, doğalgaz gibi hizmet faturaları ve nüfus sayım verileri gibi bilgileri makinae öğrenmesi ile birleştirerek bu işlemi anlık gerçekleştirebiliriz (Matthews, 2017).

Müşterilerin davranışlarını ve tercihlerini daha iyi anlamak için büyük veriler kullanılıyor. Şirketler müşterilerinin daha eksiksiz bir resmini elde etmek için geleneksel veri setlerini, sosyal medya verilerini, tarayıcı günlüklerini ve metin analizlerini kullanıyorlar. Çoğu zaman büyük hedef tahmini modeller oluşturmaktır. Müşterilerinden birinin bir bebek bekleyeceği zamanı çok hızlı bir şekilde öngörebilen ABD perakendecisi Target örneğini hatırlayabilirsiniz. Büyük veriyi kullanan Telekom şirketleri artık müşteri kaybını daha iyi tahmin edebiliyorlar. Walmart hangi ürünlerin ne kadar satılacağını tahmin edebiliyor. Araba sigortası şirketleri müşterilerinin gerçekte ne kadar iyi sürücü olduğunu anlıyor (Marr, 2015).

Büyük verinin kullanımıyla otomatik teşhis geliştirilmesi hastanelerin üzerindeki yükü azaltacak, tıbbi alanda bazı becerileri ve görevleri değiştirecek. IBM'in geliştirdiği yapay zeka "Watson" şu anda tıbbi görüntülere dayanarak teşhis koyabiliyor. North Carolina Üniversitesi'nden Ned Sharpless'a göre Watson insan uzmanları tarafından yapılan 1000 kanser tanısı üzerinde test edildi. Yüzde 99'unda Watson onkologlarla aynı tedaviyi önerdi. Ayrıca vakaların yüzde %30'unda Watson, insan doktorların kaçırdığı bir tedavi seçeneği de buldu (Lohr, 2016).

Büyük veri aynı zamanda fabrikalarda her vidanın kaç kez döndüğü gibi milyonlarca küçük şeyler için ölçüm aracıdır. İşte bunu Amerikan şirketi olan Raytheon bir füze fabrikasında yapıyor. Bir vidanın takıldıktan sonra 13 kez döndürülmesi gerekiyorsa, ancak bunun yerine 12 kez döndürüldüyse bir hata mesajı yanıp sönüyor ve füze üretimi veya bileşen üretimi durduruluyor (Hagerty, 2013).

1.2.2.6.Bulut Bilişim

Bulut bilişim teknolojisi tüm sektörlerdeki işlerin günümüzün hızla değişen teknolojisine uyum sağlamasına yardımcı oluyor. Endüstri 4.0' da büyük veri analitiği ile işlenen çok miktarda verinin depolanması için büyük ölçekli depolama alanlarına ihtiyaç duyulmaktadır. Bunun için fiziksel nesnelere yerine bulut bilişim teknolojileri kullanılmaktadır. Basit bir şekilde tanımlamak gerekirse bulut bilişim bilgisayarımızdaki sabit disk yerine internet üzerinden depolama ve erişim sağlama anlamına gelmektedir (Griffith, 2016). Çoğu şirket halihazırda bazı kurumsal ve analitik uygulamalar için bulut tabanlı yazılımlar kullanmaktadır. Ancak Endüstri 4.0' a geçildiğinde daha fazla üretim yapmak için siteler ve şirket sınırları arasında veri paylaşımı daha da yaygın hale gelecektir. (Rüßmann ve diğerleri, 2015: 6).

Bulut bilişimi vasıtasıyla üretici bulut tabanlı bir merkez oluşturabilir ve ortakları arasında bilgi paylaşımı sağlayabilir. Ortaklar bu sayede üretimden haberdar olabilir ve bu da ortaklar arasındaki güvensizliği ortadan kaldırır (Yousif, 2016: 5).

Bulut Bilişim icat edildikten sonra birçok alanda köklü değişiklikler yarattı. Örnek vermek gerekirse bir müzik şirketi olan Spotify müzik tüketim biçimini değiştirdi. Spotify kullanıcıların verilerini depolamak için bulut bilişim teknolojisini kullanıyor (Metz, 2016).

Microsoft Azure Microsoft tarafından kurulan bir bulut platform olarak bilgi işlem hizmetidir. Endüstri 4.0 için birden fazla çözüm sunmaktadır. Azure Nesnelerin İnternetini kullanarak fabrikalarda bulunan cihazlara bağlanır ve bunları izler. Böylece üretim ortamı hakkında gerçek zamanlı olarak uçtan uca görünürlük sağlar. Ayrıca cihazlarımızdaki veri akışını analiz etmenize, operasyonel verimliliği ve karlılığı artırmanıza yardımcı olur (Meldrum, 2017).

Google Drive Google Cloud, Google E-Tablolar ve Google Slaytlar gibi uygulamalarla çalışabilmesi için kullanılan çevrimiçi bir bulut bilişim hizmetidir. Aslında, Google'ın hizmetlerinin çoğu bulut bilişim olarak düşünülebilir: Gmail, Google Takvim, Google Haritalar, vb (Griffith, 2016).

1.2.2.7. Artırılmış Gerçekçilik

Endüstri 4.0, üretim ortamlarında dijitalleşme ve otomasyonun artmasının yansırı ürünler, çevre ve iş ortakları arasında iletişimi sağlayan dijital bir değer zinciri oluşturma anlamına geliyor. Bu dijitalleşen üretim sürecinde bütün üretim sistemleri özellikle de ekipmanların ve makinelerin bakımı büyük önem arz etmektedir. Endüstri 4.0 bu konuda daha fazla grafik ve görsel unsurları kullanan Artırılmış Gerçekçilik ve Sanal Gerçekçilik gibi görüntüleme teknolojilerini kullanıyor (Scuratia ve diğerleri, 2018: 68). Artırılmış Gerçekçilik bilgisayar ortamındaki bilgi katmanlarını gerçek dünyaya ekleyerek fiziksel gerçekliğin genişlemesi olarak tanımlanmaktadır. Bahsi geçen bilgi video, ses, GPS verileri, metin, grafik hatta koku dâhil olmak üzere her türlü sanal nesne olabilir. Bu teknoloji insanların dijital cihazlar ve nesnelere ile etkileşimini kolaylaştırmak için doğal bir arayüz oluşturmaktadır. Fiziksel dünyada gördüğümüz herhangi bir nesneyi ek ve değerli bilgilerle zenginleştiriyor. Gerçek dünya ortamına sanal bilgi getirerek kullanıcının yaşamını kolaylaştırıyor (Glockner ve diğerleri, 2014: 3). Sanayi de

yoğun olarak kullanılmaya başlandı. Örnek vermek gerekirse, çok sayıda bileşeni olan montaj görevlerinde çalışanın işini kolaylaştırmak amacıyla tüm bileşenleri ayırmak ve onlar hakkında önemli anahtar bilgiler vermektedir. Diğer bir kullanımına örnek olarak ise karmaşık yapılarıdaki makinelerin bakımı gibi bazı görevlerde verimliliği artırdığı gösterilebilir (Torres ve Pastor, 2017: 7).

Volvo ve Microsoft otomotiv dünyası için Artırılmış Gerçeklik gözlükleri üretiyorlar. Gözlüklere HoloLens adı veriliyor. Artırılmış Gerçekçilik dünyasına girmek için kafanıza taktığınız bilgisayar 5,000 dolar değerindedir. Bu dünyanın ilk tamamen bağlanmamış holografik bilgisayarıdır. Bu gözlükler otomotiv endüstrisinde çift katlı amaca hizmet ediyor. Birincisi herhangi bir ürün piyasaya sürülmeden önce müşterilere son ürüne daha yakından bakma fırsatı sunuyor. İkincisi ise mühendisler arabaları daha verimli ve etkili bir şekilde tasarlamalarına yardımcı oluyor. HoloLens gittikçe daha kullanışlı hale geliyor. Şöyle ki Volvo mühendisler için bir uygulama oluşturmayacağı veya Artırılmış Gerçekçiliği kullanmak için bir tablet ya da bilgisayar gerektirmeyeceğini söyledi. Dolayısıyla bir web tarayıcısına bağlanan herhangi bir cihaz bunu rahatlıkla kullanabilir (Rapoza, 2016).

Aslında Artırılmış Gerçekçiliği kâğıt çalışma yöntemlerinin görselleştirilmiş yöntemlerle değiştirilmesi olarak da tanımlayabiliriz. HVM Catapult şirketinde teknolojiye sorumlu başkan olan Sam Turner geleneksel haritaların yerini alan Google Haritalar benzetmesini yapmaktadır. Önceden sürücü yola çıkmadan önce bir kâğıt haritadan faydalanarak nereye gittiğine dair bazı bilgilere ulaşıyordu. Şimdi, Google Haritalar mevcut koşullara göre en iyi rotayı belirliyor ve şoföre ihtiyaç duyduğu anda gerekli talimatları veriyor. Fabrikada operatör yapılması gereken ancak hata payı olan görevler hakkında bilgi edinmek için önceden basılmış ve güncel olmayan kâğıt çalışma talimatlarına başvuruyordu. Ancak giyilebilir Artırılmış Gerçekçilik gözlükleri ile operatör ihtiyaç duyduğu bilgileri dikkati dağılmadan alıyor ve sistem geliştikçe gerçek zamanlı verilere dayanan bu talimatlar sürekli olarak güncelleniyor (Woodhead, 2017: 10).

Alman otomasyon uzmanı Festo bir şirket tarafından sağlanan Endüstri 4.0 eğitiminin başarılı bir örneğidir. Dünya çapında işgücünü yeniden eğitmek amacıyla kendi eğitim programını geliştirdi. Örnek olarak Sanal Gerçekçilik gözlüklerinin üretim alanında (shop floor) kullanılması gösterilebilir. Şimdi ise bilgilerini diğer şirketlerle ve eğitim kurumlarıyla paylaşmayı planlıyor (Dittrich, 2016: 6).

1.2.2.8.Siber Güvenlik

Dördüncü Endüstri Devrimi'nin bulut tabanlı üretim ve tasarım, Nesnelerin İnterneti, Siber Fiziksel Sistemler ve diğer ilgili teknolojileri şu anda büyük çapta değer yaratma fırsatı vaat eden yıkıcı inovasyonlar ile desteklenmektedir. Bunun yanında mevcut internet teknolojileri, Endüstri 4.0'ı benimseyen üreticiler için siber güvenlik ve veri gizliği gibi büyük sorun ve engelleri de beraberinde getiriyor. Endüstri 4.0 oluşturduğu benzersiz teknolojilerle güvenlik ve gizlilik sorununun üstesinden gelmek zorundadır. Aksi takdirde Endüstri 4.0'ın gerçek potansiyelini elde etmesi mümkün değildir (Thames ve Schaefer, 2017: 1-2). Üretim altyapısı ve üretim yöntemleri hızlı bir biçimde değişmekte ve yeni iş fırsatları doğmaktadır. Birçok şirket birbiriyle bağlantılı olmayan, kapalı üretim ve yönetim sistemlerine güvenmektedir. Otomatikleşmeyi sağlayan artan sayıda bağlantılı cihazlar daha fazla güvenlik ihtiyacını beraberinde getirmekte ve siber güvenlik tehdidinden korunma ihtiyacı önemli ölçüde artırmaktadır (Rüßmann ve diğerleri, 2015: 6). Endüstrilerin geleceğini garanti altına almak ancak iyi bir siber güvenlik altyapısı oluşturmakla mümkündür. Kaspersky Lab ICS CERT tarafından yapılan çalışmaya göre 2016 yılının ikinci yarısında, endüstrilerde teknolojik altyapının bir parçası olan korunan bilgisayarların %39,2'sine yönelik en az bir siber saldırı gerçekleşti (Kaspersky Lab ICS CERT, 2017). Böylesine bir tehditle savaşmak için ihtiyati tedbirlere ihtiyaç duyulmaktadır. Üretim tesislerinin dijital güvenilirliğini sağlamak şirketler açısından öncelikli bir durumdur. Ancak bu şekilde Endüstri 4.0'ın gerçekleştirilmesi ve onun tam potansiyeline ulaşması mümkündür. 2021 yılında dünya çapında siber güvenlik harcamalarının 1 trilyon doları aşacağı tahmin ediliyor (Razali, 2018).

ESA Otomasyon şirketi siber güvenlik problemi için bazı çözümler sunmaktadır. Endüstriyel bilgisayarlarda siber saldırılara karşı en etkili çözümlerden biri olan TLS 1.2 şifreli protokol kullanılmaktadır. Şifreleme şirkete dışarıdan gelecek siber saldırıları önler ve şirket ağında dolaşan büyük miktardaki hassas verilerin korunmasını sağlar. Sonuç olarak yukarıda bahsettiğimiz Nesnelerin İnterneti hiçbir engelle karşılaşmaz. Bu ESA otomasyonu gittikçe Endüstri 4.0'a yaklaştıran önemli bir detaydır (Esa Automation, 2017). Güvenlik, Nesnelerin İnterneti ve endüstriyel güvenlik çözümleri sağlayan Microsoft, Google ve IBM de

dahil olmak üzere tüm büyük teknoloji şirketleri tarafından daha fazla üzerinde durulan bir konu haline geliyor.

1.2.2.9.Yatay ve Dikey Sistem Entegrasyonu

Şu anda kullanılan çoğu bilgi teknolojileri tam olarak entegre değil ve birbiriyle konuşmıyorlar. Şirketler, tedarikçiler ve müşteriler arasında yakından bağlantı olmadığı gibi mühendislik üretim ve hizmetler gibi bölümler de karşılıklı olarak iletişim halinde değiller. İşletmeden üretim bölümüne kadar olan bütün süreç tam entegrasyona sahip değil. Ancak Endüstri 4.0'da şirketler, üretim bölümleri ve üretim süreci çok daha bağlantılı hale gelecek (Rüßmann ve diğerleri, 2015:5-6).

Sistem entegrasyonun vizyonu otomasyonun ve bilgi akışının seviyesini dikkate alarak mühendislik, üretim, tedarikçi, pazarlama ve tedarik zinciri süreçleri arasında işbirlikçi bir senaryo oluşturmaktır. Bu bağlamda yatay ve dikey sistem entegrasyonu sistemleri bir bütün olarak üretken akış içinde analize tabi tutar. Sistemler bilgi alışverişinde bulunmanın yanısıra fiziksel nesnelerin organizasyonunda ve yönetiminde yapısal değişiklikler önerirler (Martínez ve diğerleri, 2017: 795). Amaç üretim, pazarlama ve satıştan sonrasının birbiriyle yakından bağlantılı olduğu bir ağ oluşturmaktır. Böylelikle tedarik zincirindeki şirketler daha bağlantılı bir şekilde çalışacaklar ve tam olarak otomatikleşmiş değer zincirine sahip olacaklar (Gilchrist, 2016: 209).

Yatay entegrasyon sadece işletme sınırları içinde değil aynı zamanda işletme sınırları dışında da farklı üretim süreçlerinin (örneğin imalat, lojistik, pazarlama, mühendislik, hizmetler ve benzeri gibi) desteklenmesi veya yürütülmesi için çeşitli bilişim, iletişim ve enformasyon sistemlerinin uçtan uca entegrasyonu olarak tanımlanmaktadır.

Dassault Systemes ve BoostAeroSpace Avrupa havacılık ve savunma endüstrisi için bir işbirliği platformu başlattı. Platform özel bir bulut bilişim üzerinde tasarım ve imalat iş birliği için ortak bir çalışma alanı olarak hizmet vermektedir. Bu platform ürün ve üretim verilerinin birden çok ortak arasında değiş tokuş edilmesi görevini yerine getirmektedir (Rüßmann ve diğerleri 2015: 6).

1.2.2.10. Karanlık Fabrikalar

Karanlık üretim, fabrikaların tamamen otomatik olarak üretim yaptığı ve insan müdahalesi gerektirmediği üretim şeklidir. Terim oldukça basittir. Aydınlatma, ısıtma veya havalandırma gibi insani gereksinimlerden arındırılmış üretim biçimidir. Bu fabrikalara karanlık fabrikalar adı verilmektedir. Her ne kadar çok az sayıda fabrika karanlık üretim gerçekleştiriyorsa da teknolojik ilerlemenin şu anki hızı üreticilere bu hedefe daha önce hiç olmadığı kadar hızlı bir biçimde ilerlemelerine olanak sağlıyor. Bu ilerlemeyi ise Endüstri 4.0 besliyor (Hennessey, 2017).Karanlık fabrikalar diğer tam otomatik fabrikalardan farkı olarak kendi kendine yeten makinelerin oluşturduğu üretim şeklidir.

Hollanda'da Philips 128 robot ile “karanlık bir fabrikada” elektrikli traş makineleri üretiyor. Bu fabrikada kalite güvencesi yapmak amacıyla sadece dokuz işçi çalışıyor (Davies, 2015: 4).

Muhtemelen en çok bilinen karanlık fabrika üretim tesisi Japonya'da FANUC'dur. FANUC (faktör otomatik sayısal kontrol) 22 fabrikadan oluşan bir komplekste robotların bir ortamın dışında çalıştığı karanlık bir fabrikanın örneğidir. Robotlar insan eli değmeden başka robotlar üretiyorlar ve haftada yedi gün 24 saat çalışıyorlar (Wheeler, 2015).

1.2.2.11. Öngörücü Bakım (Predictive Maintenance)

İleri teknoloji sistemlerinin kullanılabilirliğini, güvenilirliğini ve maliyet etkinliğini sağlamada bakım son derece önemlidir. Bunun için endüstrilerde yıpranan endüstriyel araçların getirdiği zorluklarla başa çıkmak amacıyla akıllı bakım stratejilerinin kullanılması gerekiyor. Günümüzde endüstrilerde yaygın olarak kullanılan geleneksel bakım uygulamaları önceden belirlenmiş sabit zaman aralıklarına göre yapılmaktadır. Ancak sistemlerin bozulması dinamik bir süreçtir. Hem sistemsel hem de çevre faktörlerinden etkilenecek bozulabilmektedir. Dolayısıyla dinamik olarak bozulabilen sistemlere geleneksel üretim metodlarında olduğu gibi belirli zaman dilimlerinde sabit bakım uygulanması verimliliği azaltabilmektedir (Smart Industry, 2018: 34). Bu nedenle Endüstri 4.0'da Öngörücü Bakım uygulaması kullanılmaktadır. Öngörücü Bakım verimliliği artırmak ve bakım süreçlerini optimize etmek adına makinelerden veri toplanması ve değerlendirilmesi sürecidir. Sadece size makinelerin durumu hakkında bilgi vermekle kalmıyor, aynı

zamanda ne zaman bakım yapılması gerektiğini de tahmin ediyor (Köhler, 2018). Örgörücü Bakım sayesinde hatalar tahmin edilebilir hale geldiğinden dolayı makinelerin bozulma süreleri daha iyi planlanıyor. Böylece endüstriyel araçlar daha verimli bir şekilde kullanılıyor. Ayrıca operatörler tarafından yapılan işleri de kolaylaştırıyor. Bu sistlemle operatörler manuel ve görsel denetim mantığından, tehşis koyma ve problem çöme mantığını benimsiyorlar (Roland Berger, 2016: 5). Sadece gerekli olduğunda bakım yapıldığı için arıza süresini azaltarak verimliliği artırmasının yanısıra maliyet tasarrufu da sağlıyor.

Bu teknolojiyi kullanan Volkswagen (Almanya) fabrikalarda makine duruşlarında % 15'lik bir iyileşme gerçekleştirdi. Tahmine dayalı analitikler kesintilere neden olan bazı bileşenlerin başarısızlığını öngördü.

Abu Dabi'deki (Birleşik Arap Emirlikleri) Tarkreer petrol rafinerisi önleyici bakımı geliştirdi. Planlanmamış arıza süreleri % 3-5 oranında azaldı (Bloem ve diğerleri, 2014: 27).

1.2.2.12. Akıllı Fabrikalar

Akıllı fabrikalarda üretim süreci mevcut üretim sistemlerine kıyasla kesinlikle daha akıllı, dinamik ve esnektir. Akıllı fabrikalarda endüstriyel ve üretim süreçleri geleneksel olanlardan farklı bir şekilde düzenleniyor. Akıllı üretim çağında bütün üretim zinciri (tedarikçi, lojistik ve ürün yaşam döngüsü yönetimi) şirket sınırları içinde birleşecek. Üretime dahil olan tüm bireysel adımlar birbirleriyle bütünleşmiş olacak. Ayrıca fabrikalarda makine ve ekipmanlar otomatik karar vererek ve kendini optimize ederek üretim süreçlerinin iyileştirilmesini sağlayacak. Bu hedefe ulaşmak en yeni bilgi ve iletişim teknolojilerini akıllı üretim teknolojileri ile birleştirmekle mümkündür. İletişim teknolojilerinin kullanılması akıllı fabrikaların büyük miktarda veriyi gerçek zamanlı olarak minimum gecikmeyle aktarmasını sağlayacak. Aynı zamanda yüksek veri güvenliği standartlarına sahip kişisel cihazların birbirine bağlanmasını ve üretim tesisleri içerisinde kullanılmak üzere çeşitli kablosuz teknolojilerin uygulanmasını sağlayacak Ayrıca uzaktan bağlantıyı da mümkün hale getirecek.

Tablo 1: Geleneksel Üretim Sistemlerinin Akıllı Fabrika Üretim Sistemleri ile Karşılaştırılması

| Geleneksel Üretim Sistemi | Akıllı Fabrika Üretim Sistemi |
|---|---|
| Üretim bölümü kontrol ağı: Her makine belirli bir görevi yerine getirmektedir ve aralarında bir iletişim söz konusu değildir. | Kapsamlı bağlantılar: İnsanlar, makineler, kaynaklar ve bilgi sistemleri birbirleriyle yüksek hıza sahip bir ağ üzerinden bağlantı kurarlar. |
| Sabit üretim şekli: Üretim rotası sabittir ve kişiler tarafından manuel olarak yeniden yapılandırılır. | Dinamik üretim şekli: Ürünün farklı özelliklerine göre üretim rotası değişir ve bu değişim otomatik olarak yapılır. |
| Bağımsız kontrol: Her makine belirli bir görevi yürütecek şekilde programlanmıştır ve tek bir cihazın arızalanması tüm üretim sürecini etkilemektedir. | Kendi kendini organize etme: Kontrol işlevi birden fazla makineye dağıtmaktadır. Bu akıllı makineler sistem dinamikleriyle başa çıkmak adına kendilerini organize etmek için birbirleriyle iletişim halindedirler. |
| İzole bilgi: Makinenin kendi ürettiği bilgi kaydeğerdir. Ancak bu bilgiler başkaları tarafından nadiren kullanılır. | Büyük Veri: Makinelerin ürettiği büyük miktarda veriler transfer edilebilmekte ve bulutlara toplanarak veri analizi yapılabilmektedir. |
| Ayrılmış tabaka: Sahada kullanılan cihazlar üst bilgi sistemlerinden ayrılmaktadır. | Derin kümeleme: Endüstriyel ağ Siber Fiziksel Sistemler ile bütünleşir ve Nesnelerin İnterneti ile Hizmetlerin İnterneti oluşur. |

Kaynak: Wang, S., Wan, J., Li, D., ve Zhang, C. (2016). Implementing Smart Factory of Industrie 4.0: An Outlook. International Journal of Distributed Sensor Networks, 2016.

Amberg'deki (Almanya) Siemens elektronik tesisi üretim ve otomasyon sistemlerinin entegre edildiği son teknoloji ürünü olan bir akıllı fabrikada özel Programlanabilir Mantıksal Denetleyici (PLC'ler) üretiyor. Akıllı makineler yaklaşık 50.000'den fazla farklı seçenikle 950 ürünün üretimini ve dağıtımını koordine ediyor. Bunun için 250 tedarikçiden yaklaşık 10,000 malzeme tedarik ediliyor.

Fabrika Şu anda her bir milyon őrunde sadece 12 aded kusurlu őrun (1989'da 500'e karşı) őretiyor. Dolayısıyla % 99 gővenilirlik oranına sahip (Davies, 2015: 4).

1.2.3. Endőstri 4.0'ın Tasarım İlkeleri

Herman ve diğerleri (2105) 'e göre Endőstri 4.0'ın sahip olduğu altı belirgin tasarım ilkesi mevcuttur. Bu tasarım ilkeleri firmalara Endőstri 4.0'ı tanımlama ve uygulama konusunda yardımcı olmaktadır (Plessis, 2017: 25). Bunlar aşağıda ayrıntılı bir biçimde incelenmektedir.

1.2.3.1. Birlikte alıŐabilirlik

Endőstri 4.0'ın tasarım ilkelerinden biri olan birlikte çalıŐabilirliđin önemi Nesnelerin İnterneti tartıŐmalarında sıklıkla vurgulanmaktadır. Birlikte alıŐabilirlik bir őrretim ortamında tőm varlıkların (montaj istasyonları, insanlar ve őrunlerin) Nesnelerin İnterneti ve İnsanların İnterneti vasıtasıyla birbirileriyle iletişim kurdukları anlamına geliyor. Bu bir fabrikayı gerçekten akıllı yapan en önemli etkendir (Martin, 2017, Herman, Pentek ve Otto, 2015: 12). Geleceğin akıllı fabrikalarında birlikte çalışabilirlik tőm açıdan içeriksel bilginin kesintiye uğramadan akışını gerçekleştirmek için çok önemlidir. Siber Fiziksel Sistemler'in bir parçası olan biosensőrlere baktığımızda da birlikte çalıŐabilirliđin, tőm sistem dőngősőnő gerçekleştirdiği ve sőrekli olarak bilgi alıŐveŐini sağladığı için çok önemli olduğunu görmekteyiz (Thuemmler ve Bai, 2017: 26-27).

1.2.3.2. Sanallaştırma

Sanallaştırma sensőrlere vasıtasıyla fiziksel sőrelerin izlenebilmesi anlamına gelmektedir. Sensör verileri, sanal tesis modelleri ve simőlasyon modelleri birbirileriyle bağlantılıdır. Böylece fiziksel dőnyanın sanal bir kopyasını oluşturmaktadır. Bir akıllı fabrikada oluŐturulmuŐ sanal model siber fiziksel sistemlerin tőm olası durumlarını içermektedir. Bu sayede őrretim ortamında herhangi bir baŐarısızlık olması durumunda problem insanlar tarafından farkedilmektedir. Ayrıca bir sonraki çalışma adımları ve gővenlik tedbirleri gibi tőm bilgiler bu sistem sayesinde sağlanmaktadır. Bu ise insanları, artan teknik karmaşıklığı sorunu konusunda desteklemektedir (Herman, Pentek ve Otto, 2015: 12).

1.2.3.3.Merkezi Olamayan Karar Yapıları

İşletmelerin çeşitli alt sistemlerinin işleyişini kontrol eden ve destekleyen merkezi bir bilgisayar sistemli yapılar yıllardır kullanılmaktadır. Ancak var olan bu sistemler Endüstri 4.0 için bazı kritik alanlarda sınırlamalara sahiptirler. Bunlardan en dikkat çeken ise sınırlı ölçeklenebilirlik sunmalarıdır. Bir merkezi sistem sınırlı kapasiteye sahiptir ve o kapasiteye ulaşıldığında, sistemin artan gereksinimleri karşılaması için daha fazla genişlemesi imkansızdır. Ayrıca hata payı konusunda da yetersizdir. Tek bir arıza problemi bütün sistemi tümüyle arızalandırabilir. Merkezi olmayan karar yapıları merkezi sistemlerden farklı çalışmaktadır. Bu sistemler kendi çevrelerine uyum sağlamakla birlikte birebir iletişim kurarak verileri dağıtmak ve her ağın kabiliyetlerini birleştirerek işlevselliğini ve zekasını oluşturmaktadır. Tamamen merkezleşmiş yapılarda bütün işletme mantığı alt sistemlere veya onların alt bileşenlerine gömülüdür. Böylece işlevini yerine getirebilmesi için gerekli olan tüm zekaya sahiptir. Karmaşık görevlerin üstesinden gelmek için faaliyetlerini diğer alt sistemlerle koordineli bir şekilde yürütmektedir. Ayrıca limitsiz ölçeklendirme imkanı da sunmaktadır. Bunun yanı sıra sistemler zaman içerisinde evrimleşme ve değişikliğe ayak uydurma yeteneğine sahiptirler. Örnek olarak Swisslog şirketinin kullandığı paketleme robotları (Carry Pack) gösterilebilir. Merkezi olmayan bir sistemle çalışan birçok avantaja sahip bu mobil robotlar depo tasarımında ve hatta yeni bir tesis değişikliğine uyum sağlayabilirler. Bunun yanı sıra robotlar hala merkezi zekâ ve kontrol mantığıyla çalışmaktadır. Robotlar evrimleştikçe bu zeka onlara daha fazla aktarılacak. Bu ise makinelerin makinelerle iletişimini artıracak ve daha fazla bağımsız çalışmasını sağlayacak (Swisslog, 2018: 12).

1.2.3.4.Gerçek Zamanlı Veri Yönetimi ve Analitiği

Gerçek zamanlı veri yönetimi ve analitiği bir sistemin verileri toplayarak, analiz ederek ve gereksiz bilgileri çıkartarak gerekli bilgiyi sağlamasıdır (Plessis, 2017: 26). Üretim ortamlarında akıllı üretim yapan cihazların, sistemlerin ve bütün depoların üretim esnasında gerçek zamanlı olarak ne olup bittiğini bilmesi gerekmektedir. Bu ise gerçek zamanlı veri yönetimi ve analitiği sayesinde mümkündür. Birlikte çalışabilirlik ve sanallaştırma gerçek zamanlı veri yönetimi ve analitiği için önem arz etmektedir. Günümüz dünyasında sensörler ve tarayıcılar gibi dijital cihazların sayısı artmakta ve neredeyse bireysel ürünlerden malzeme taşıyan

ekipmanlara, forkliftlere ve robotlara kadar her şeyin üzerine yerleştirilmektedir. Bu cihazlar Nesnelerin İnterneti ile birbirilerine bağlandığında üretim ortamındaki her şeyin görünür olmasını sağlamakla beraber makinelerin ve insanların da gerçek zamanlı olarak veriye dayalı karar vermesini mümkün kılıyor (Swisslog, 2018: 11).

1.2.3.5.Hizmete Oryantasyon (Hizmet Odaklılık)

Hizmete Odaklılık, Hizmetlerin İnternetinin şirketlerin üretim ortamına dahil edilmesidir. Bu sayede üretim müşteri odaklı olarak gerçekleştirilmektedir. Müşteriler ve akıllı nesnelere çok değişik kişisel beklentileri karşılamak amacıyla Hizmetlerin İnterneti üzerinden birbiriyle bağlanabilmektedirler (Martin, 2017). Hizmet odaklı olmanın temel faydaları aşağıdaki gibi özetlenebilir:

1. Hizmete odaklı olma, birbirleriyle bilgi alışverişinde bulunamayan iletişimsiz bilgi sistemleri yerine işletmelerin kendi içinde ve diğer işletmelerle daha serbest bir bilgi akışını sağlar.
2. Hizmete odaklı olma daha fazla esneklik sunar ve değiştirilmesi daha kolaydır (Swisslog, 2018: 15).

1.2.3.6.Modülerlik

Modülerliğin tanımı onu nasıl değerlendirdiğinize bağlı olarak birçok anlam ifade etmektedir. Geniş ve akıllı fabrikalarda modülerlik bireysel modülleri değiştirerek veya genişleterek, değişen gereksinimlere esnek bir şekilde adapte olabilmek olarak tanımlanabilir. Böylelikle, mevsimsel dalgalanmalar veya ürün özelliklerinin değişmesi durumunda modüler sistemler kolaylıkla ayarlanabilir. Endüstri 4.0 öncesi üretim ortamlarında ufak bir değişiklik yapabilmek için bütün bir cihazın yeni versiyonunu veya farklı bir cihaz temin etmeniz gerekmekteydi. Modülerlik prensibi ile bu sorun ortadan kalmaktadır. Akıllı fabrikalarda yeni bir modül eklemek ve çıkarmak çok daha basittir. Tak ve çalıştır prensibi ile yeni modüller eklenebilmektedir. Standartlaşmış yazılım ve donanımlar sayesinde yeni modüller otomatik olarak belirlenebilir ve anında Hizmetlerin İnterneti ile kullanıma hazır hale getirilebilir (Herman, Pentek ve Otto, 2015: 13).

1.2.4. Endüstri 4.0'ın Vizyonu

Endüstri 4.0'da ana fikir, merkezi bir üretimden sabit bir üretim planına ihtiyaç duymadan malzeme ve makinelerin gerçek zamanlı olarak birbirleriyle iletişim kurduğu merkezi olmayan bir üretim modeline geçmektir. Akıllı fabrikaların üretim bölümü bulut yoluyla küresel tedarik ve talep ağları içine gömülmektedir. Gelecekte sistemler otomatik olarak kendi kendini düzeltme, optimize etme ve yapılanma yeteneğine sahip olacaklar. Ulaşılmak istenen hedef, talepteki değişikliklere otomatik olarak yanıt verebilen akıllı tedarik zinciri yaratmaktır. Dolayısıyla, Endüstri 4.0 gerçekleştiği zaman ürün ve hizmetleri nasıl tasarladığımız, ürettiğimiz ve teslim ettiğimiz konusunda bir devrim yaratacak (Netland, 2015: 23).

Dijital üretim, üreticilerin bir müşteriye daha ekonomik ve verimli bir üretim yapabilmesi için kitlesel üretimi ölçeklendirebilme yeteneğidir. Bu ise Endüstri 4.0'ın vizyonu olan üretim süreçlerini dijitalleştirme ve esneklikte önemli bir artış sağlamakla mümkündür (Jain ve Tanmoy, 2017: 3).

1.2.5. Kişiselleştirilmiş Üretim 4.0

Seri üretim sistemlerinde üretim süreçlerinin optimizasyonu fiyat rekabetinin birincil itici gücüdür. Bu yaklaşımın dezavantajı ürün çeşitliliğini en aza indirmek için standartlaştırılmış bileşenlere ve katı tedarik zincirine sahip “tek bedenli” ürünlere yönelmesidir. Eğer müşteri memnuniyeti sadece fiyattan değil aynı zamanda ürün çeşitliliğinden de kaynaklanıyorsa, bu durumda müşteri beklentilerine hızlı ve aynı zamanda daha duyarlı üretim altyapısına ihtiyaç duyulmaktadır. Modern endüstriler ürünlerde kabul edilebilir bir fiyat seviyesine göre daha fazla çeşitlilik sağlayarak üretim yapmak zorundadır. Artık küresel pazar ve yeni iş modelleri müşterilerin özel isteklerini karşılayabilecek derecede kişiselleştirme ve yeni üretim akışı başlatma yeteneği gerektirmektedir. Bunun için ise üretimde daha yüksek duyarlılık geliştirilmelidir. Bunu yapmanın tek yolu ise şirketlerin veya üreticilerin esnekliği ve verimliliği birleştirmelerinden geçiyor. Gelecekteki fabrikalar müşterilerine daha yakın ve daha artan bir biçimde modüler olacaklar. Bu fabrikalar kişiselleştirilmiş müşteri merkezli bir dünyada yer alıyor olacak. Endüstri 4.0 yüksek performans ve kaliteyi uygun maliyet ve verimlilikle birleştiriyor. Seri üretim maliyetlerinden daha az maliyetle kişiselleştirilmiş seri üretimi gerçekleştiriyor. Özelleştirme artık teknoloji ile sınırlı kalmıyor. Müşterilerde kendi ürünlerinin

tasarımlarında yer almak istedikleri sürece üretim sürecine dahil ediliyor (Smart Industry, 2018: 25-26). Kişiselleştirilmiş üretim biryelerin, ürünlerini kendi özel ihtiyaçlarına göre tasarlamasına ve hatta tüketicinin tasarım sürecinin bir parçası olmasına olanak sağlıyor. Aynı zamanda bu bağlantı tüketici ve ürün arasında daha güçlü bir duygusal bağ oluşturmaya yardımcı olabilir (Stankovic ve diğerleri, 2017:8).

1.2.6. Endüstri 4.0'ın Etkileri

Dördüncü Endüstri Devrimi yaşam biçimimizi, çalışma şeklimizi ve birbirimizle olan iletişimimizi temelden değiştirecek bir devrimdir ve artık o devrimin eşiğindeyiz. Bu devrimin etkileri, kapsamı ve karmaşıklığı insanoğlunun bu zamana kadar tecrübe ettiği her şeyden farklı olacak. Bu etkiler az çok tahmin edilmekle birlikte henüz nasıl ortaya çıkacağı tam olarak bilinmemektedir. Bilinen kesin bir şey var ki, küresel dünyanın bütün paydaşları (kamu ve özel sektörden akademi ve sivil toplum örgütlerine kadar her kes ve her şey) birbirleriyle bağlantılı olacak (Schwab, 2015). Ayrıca bu devrim gerçekleşmeden önce ilan edilen tek devrimdir. Dolayısıyla, diğer devrimlerden farklı olarak etkileri her gün tartışılmaya devam ediyor.

Yapay zekanın bilgi teknolojileri, ileri robotlar, akıllı telefonlar ve akıllı algoritmalarla birleşmesiyle, şirketler ürettikleri her şeyi takip edebilecek ve ürünleri gerçek zamanlı olarak geliştirebilecekler. Ayrıca, şirketler farklı müşteri ihtiyaçlarına cevap vermek olarak bilinen kitlesel üretimi gerçekleştirebilecekler. Teknolojik gelişmeler ve akıllı entegrasyon sayesinde şirketler için ürünlerin kişiselleştirilmesi seri üretim kadar ucuz olacak. Yakın gelecekte Dördüncü Endüstri Devrimi küresel ısınma, yaşlanan nüfuslar ve artan hava kirliliği gibi önemli konulara gerçek çözümler sunma kapasitesini artıracak (Pelleg, 2018). Literatüre daha yakından bakıldığında gelecekteki çalışma biçimi ve iş kolları üzerinde yaratacağı etkisinin yanısıra çevre üzerinde yaratacağı etkinin de yoğun olarak tartışıldığı görülmektedir.

1.2.6.1. Büyüme

Endüstri 4.0'ın pozitif makroekonomik etkileri önemli ölçüde tartışılmaktadır. Bunlardan biri de büyümeye olan etkisidir. İmalat sanayileri ve ulusal ekonomiler için bir dizi büyüme fırsatı sunuyor. Endüstri 4.0'dan bahsederken

sadece tek tip bir inovasyondan bahsetmek yerine, tüm potansiyellerini bir araya getiren çeşitli teknolojilerin bir bileşimi olarak düşünmemiz gerekiyor. Bu teknolojilerin bazıları gelişmiş bazıları da gelişme aşamasındadır ve piyasaya çıkması zaman alacaktır. Sanayi devriminin yaklaşık 250 yıl önce başlamasından bu yana teknolojideki bir dizi ilerlemeler küresel ekonomiyi eskisinden daha büyük hale getirmiştir. Su değirmenlerinin yerini alan buhar makinesinden, elektriğe, telefonlara, otomobillere, uçaklara, transistörlere, bilgisayarlara, internete ve günümüze kadar gerçekleşen her yeni teknoloji dalgası, mevcut görevleri yerine getirmek için yeni ve daha verimli metodlar sağlamış, tamamen yeni iş alanları yaratmış ve verimlilik ve ekonomik büyümede artışlara neden olmuştur. Aynı şekilde Endüstri 4.0'ın da büyümeyi artıracığı öngörülmektedir.

Yapay zeka, robotlar ve diğer “akıllı otomasyon” biçimleri hızla ilerlemekte ve verimliliği artırmaktadır. Bu teknolojilerin 2030 yılına kadar küresel GSYİH'ya yaklaşık %14'e kadar katkıda bulunacağı tahmin ediliyor. Bu ise rakam olarak yaklaşık 15 trilyona denk geliyor (Hawksworth ve diğerleri, 2018: 1). İngiltere'deki imalatın yüzde %20 civarında artması bekleniyor (Gilchrist, 2016: 205). Türkiye'de ise Endüstri 4.0'ın uygulanmasıyla GSYİH'nın ek olarak en az %1 büyüyeceği tahmin ediliyor.

1.2.6.2.İşgücü ve İstihdam

Bilim çevrelerinde ve medyada Dördüncü Endüstri Devriminin işgücü üzerindeki etkisine dair birçok tartışma yer almakla birlikte iki zıt düşünce dikkati çekmektedir. Birincisi, Dördüncü Endüstri Devrimi'nin işgücü piyasasını ve insanın ekonomideki rolünü derinden etkileyeceğidir. Diğer düşünce ise, zaten insanoğlunun işgücü piyasasında önemli ya da uzun süren kesintiler olmaksızın daha önceki 3 endüstri devrinden geçtiği ve muhtemelen dördüncü devrimdeki gelişmelerin de benzer olacağıdır. Ancak, Dördüncü Endüstri Devrimi ile öncekiler arasında bazı farklılıklar mevcuttur. Florin Bonciu tarafından yapılan analize göre Dördüncü Endüstri Devrimi işgücü piyasasını diğerlerinden farklı bir şekilde etkilemektedir. Özünde farklı olan şey herkesi aynı anda etkilemesi ve aynı zamanda üretim doğasını değiştirmesidir. Birinci Endüstri Devrimi tarım alanında ve katma değeri düşük endüstriyel alanlarda bazı işleri kesintiye uğratmıştır. Ancak bu, işçilerin güçlü fiziksel bileşenlere sahip endüstriyel işler bulmalarına olanak sağlamıştır. İkinci

Endüstri Devrimi daha fazla sayıda endüstriyel iş ve ofis işleri yarattı. Üçüncü Endüstri Devrimi endüstriyel işleri önemli ölçüde azalttı. Ancak ofis sektöründe yaratılan işlerle (genel hizmetler sektörü) bunu daha fazla telafi etmiştir. Birinci ve İkinci Endüstri Devriminde emek farklı fiziksel emek türlerine adapte olmak zorundaydı. Üçüncü devrimde emek bilgi ve bilgiye dayalı entellektüel işlere doğru kaymaya başladı. Hepsinden farklı olarak Dördüncü Endüstri Devrimi sadece fiziksel işleri değil, aynı zamanda entelektüel işleri de ortadan kaldırma potansiyeline sahiptir. İlk üç endüstri devriminde emek bir tür faaliyetten diğerine (ağır fiziksel emekten daha az zorlayıcı fiziksel emeğe ve daha sonra da entelektüel emeğe) geçebilmesi için bir alan vardı. Ama dördüncü devrimde emeğin karşısında bir duvar varmış gibi görünüyor (Bonciu, 2017: 12). Problem bu tür alanların, boşa çıkan emeği karşılayacak kadar fazla iş alanları yaratamaması ve bu kariyerleri sürdürme yeteneğinin herkese açık olmamasıdır.

Tahminlere göre Amerikada işlerin %47'si otomasyondan dolayı risk altındadır (Frey ve Osborne, 2013: 38). İnsanların işlerini elinden alacak robotlar ve algoritmalar ile ilgili haberler okuduğumuzda ve duyduğumuzda genellikle ilk verilen örnekler fabrika işçisi, taksi şoförü gibi mavi yakalı işlerdir. Ancak çok sayıda profesyonel işler bilgisayarlaşma riskiyle karşı karşıya kalabilir. Gittikçe daha sofistike algoritmalar ve makine öğrenimi, önceden insanın yegane konusu olduğu düşünülen işlerin günümüzde daha iyi bir şekilde yapılabilmesini sağlıyor. Boston Consulting Group 2025 yılına kadar bir çeyrek işin ya akıllı yazılım yada robotlarla değiştirileceğini tahmin ediyor. Oxford Üniversitesi'nde yapılan bir çalışma ise, İngiltere'deki mevcut işlerin % 35'inin önümüzdeki 20 yıl içinde otomasyon riski taşıdığını ileri sürmektedir (Wakefield, 2015).

Görevlerin uzmanlaşması ve ürünlerin standartlaşması ile Ford bir araba için harcanan 12.5 saatlik zaman dilimini 1.33 saata indirdi. Normal koşullarda bu durumun istihdamda %90'lık bir düşüşe yol açması beklenir. Ancak seri üretilen otomobillerin oldukça ucuz üretilmesinden dolayı nüfusun daha geniş bir kesimi bu otomobilleri satın alabiliyordu. Bu, üretim oranından çok daha hızlı artan talep yarattı. Dolayısıyla birim başına işteki azalmanın neden olduğu istihdam düşüşünü aşan sayıda istihdam artışı meydana getirdi (Roland Berger GMBH, 2016: 14).

Süper otomasyon ve bağlantıların ortaya çıkışı mevcut işlerin üretkenliğini artıracak ve yeni istihdam fırsatları yaratacaktır. Kalifiye olmayan işçiler ve orta sınıf

çalışanları, otomasyon teknolojisi ve robotlar tarafından kolayca değiştirilebildiğinden değişime daha çok eğilimli olan işçilerdir (Thuc, 2017: 15).

1.2.6.3.Yeni İş Modelleri

Son birkaç yılda iş modelleri ve piyasalarda bazı değişiklikler oldu. Bu değişiklikler artık eskisinden daha hızlı gerçekleşecek ve yeni inovative iş modelleri ortaya çıkacak. Yeni yıkıcı teknolojilerin ortaya çıkması ürün ve hizmetlerin üretim şeklini değiştirdiği gibi satış ve tedarik biçimini de değiştiriyor. Geleneksel işletmeleri etkiliyor, yeni iş fırsatları ve yeni iş modelleri yaratıyor. (Pereira ve Romero, 2017: 1212-1213). Endüstri 4.0 sadece üretim hattını dönüştürmekle kalmıyor, tüm iş süreçlerinin de dijital dönüşümünü gerçekleştiriyor. Ortaya çıkan yeni iş modelleri şirketler için değer yaratıyor. Yeni teknolojik çözümler çalışanların rollerini operatörlerden problem çözücülere dönüştürüyor ve tüm değer zincirinin işbirliğini kolaylaştırıyor (Arnold ve diğerleri, 2016). Uzamanlar yüksek otomasyon derecesine rağmen, insanların Endüstri 4.0'da hala önemli bir rol oynayacağı konusunda hemfikirlere (Gabriel ve Pessl, 2016: 133).

Dördüncü devrim gerekli olan işgücünü ve becerileri yeniden şekillendiriyor. Var olan teknolojileri kullanmak ve üretim süreçlerini yönetmek için yeni becerilerin edinilmesi gerekiyor. Bu nedenle insan kaynağıyla ilgili yapılan politikalar, değişimi hızlandıracak ve geçiş süreçlerini destekleyecek yenilikte olmalıdır. Beşeri sermayenin önemi artmakta ve yetenek rekabet faktörü olarak görülmektedir. Dijital dönüşümde insan kaynağı ile ilgili politika hazırlamak için Dördüncü Endüstri Devrimi'nin işgücü üzerindeki yaratacağı etkiyi derinden anlamak gerekiyor.

Oluşacak yeni iş türleri arasında veri bilimi örnek olarak gösterilebilir (Wisskirchen ve diğerleri, 2017: 26). Ayrıca, siber risk ve siber güvenlik alanlarında da önemli işgücü talebi ortaya çıkmaktadır (World Economic Forum, 2017: 17). Boston Consulting Group Almanya'da 2025 yılına kadar yaklaşık 350.000 işin net bir şekilde artacağını öngörmektedir. Robotların ve bilgisayarların daha fazla kullanılması, montaj ve üretim hattındaki iş sayısını yaklaşık 610.000 azaltacak. Ancak bu düşüş, özellikle Bilgi İletişim Teknolojileri ve veri bilimi alanında yaklaşık 960.000 yeni iş yaratılmasıyla dengelenecek (Lorenz ve diğerleri, 2015: 2). Pew Research Center tarafından yapılan bir ankete göre, ABD vatandaşlarının yüzde 65'i, 50 yıl içinde bir robotun veya akıllı bir algoritmanın işlerini yapmasını bekliyor

(Smith, 2016). Her mesleğin yerini genel olarak makinelerin alması söz konusu değildir. Ancak bazı birseysel mesleklerin makineler tarafından gerçekleştirileceğinden emin olabiliriz. Örneğin bir robot tarafından değiştirilme riski bir barmen için yüzde 87'dir. Günümüzde bir robotun içecekleri karıştırabilmesi, müşterinin siparişlerini doğrudan mutfağa gönderebilmesi, şikâyetleri alması ve müşterinin parasını kabul etmesi teknik olarak mümkündür.

Dünya Ekonomik Forumu'nun yaptığı bir tahmine göre, bugün ilköğretime giren çocukların % 65'i henüz mevcut olmayan tamamen yeni iş türlerinde çalışmaya başlayacak (Furness, 2018). Bu kadar hızlı bir şekilde gelişen ve değişen istihdam ortamında gelecekteki beceri gerekliliklerini öngörmek ve hazırlık yapmak, istenmeyen sonuçları hafifletmek ve bu eğilimler tarafından sunulan fırsatları değerlendirmek isteyen işletmeler, hükümetler ve bireyler açısından giderek daha önemli hale geliyor.

1.2.6.4.İş Üzerindeki Etkisi

Dördüncü Endüstri Devrimi'nin işler üzerindeki etkisi geçmişte yaşanan devrimlerden çok daha farklıdır. Her ne kadar ilk defa olmasa da dünya büyük bir değişimden geçiyor. Bundan önce de büyük değişiklikler yaşandı. Ancak bu defa farklıdır. Farklı olmasını iki şekilde açıklayabiliriz. Birincisi, insanlık tarihinde ilk kez devrim fabrika kapısını terk ediyor ve dünya çapında herşeye etki ediyor. İkincisi ise, kuşaklararası bir değişim daha önce hiç görmediğimiz bir hızla gerçekleşiyor. Geçmişte iş yerindeki değişiklikler nesiller boyunca gerçekleşti. Her zaman oğul babasından farklı iş yapıyordu. Ancak bu devrim kendimizi ve işimizi kendi yaşam döngümüzde yenilememizi gerektiriyor. Uber örneğinden yola çıkalım. Belki bugün bir Uber sürücüsü olarak çalışmaya başlıyorsun. 2021 yılına gelindiğinde Uber 24.000 sürücüsüz araba kullanmayı planlıyor. Bu eğilim sadece Uber sürücülerine etki etmiyor. Taksi şoförü, kamyon şoförü ve ya benzeri meslekler sonradan sürücüsüz araba konseptleri ile değiştirilecek. Mesleklerde bu tarz değişimler geçmişte de oldu. Sütçü, asansör operatörü veya linotip operatörü gibi meslekler artık mevcut değil. Geçmişte tarihin bir köşesinde bir el emeği olarak bittiniz. Bugün eğer değişime ayak uyduramayıp geride kalırsanız, çok daha kötü bir şeyle karşı karşıyasınız demektir. Tamamen alakasız olacaksınız. Yıkıcı

teknolojilerin ilerleme hızı, zihninizin değişme hızından çok daha hızlıdır (TroopTravel, 2018).

1.2.7. Endüstri 4.0'ın Başlıca Zorlukları ve Riskleri

Sürekli olarak küreselleşen dünyada, şirketler rekabette kalabilmek için pazara giriş sürelerini kısaltmaya, daha kısa ürün yaşam döngüsü gerçekleştirmeye ve maliyetleri azaltmaya zorlanmaktadır. Dijitalleşme ve bağlantı alanında artan müşteri ihtiyaçları, bir şirket içindeki tüm değer zincirinin işbirliği ile sonuçlanır. Bu da süreçlerin çok karmaşık bir şekilde organize edilmesine neden olur (Hecklaua ve diğerleri, 2016).

Şirketler açısından diğer bir zorluk nitelikli çalışan eksikliğidir. Dijitalleşen süreçle birlikte iş modelleri işçilerden yeni teknik beceri ve nitelikler talep etmektedir. Bu nedenle tüm endüstrilerde dijitalleşme sürecinin uygulanması, personel için büyük bir engel teşkil edebilir. Bahsedilmesi gereken önemli bir sorun üretimde meydana gelecek yetenek uçurumudur (Uglovskaiia, 2017).

Makinelerin, göreceli olarak insanlardan daha verimli bir şekilde yürütebilecekleri yüksek otomatik fabrikaların ortaya çıkmasıyla birlikte, çalışanların tekrarlayan görevleri yerine getirdiği düşük vasıflı mesleklerin gereksiz hale gelmesi ve ortadan kalkması riski var. İnsan çalışanlarıyla kıyaslandığında makinelerin bazı avantajları var. Ara vermeden her gün durmaksızın çalışabilirler. Sağlık hizmeti ve maaş artışı talebinde bulunmazlar. Ayrıca kolları bağımsız olarak çalışarak aynı anda iki bağımsız görevi yapabilirler.

Dördüncü Endüstri Devrimi teknolojik değişimden daha fazlasıdır. Bu devrim eğitim, sağlık ve iş gibi sektörleri ve endüstrileri olumlu yönde etkileyecek yıkıcı inovasyonlarla desteklenmektedir. Yeni müfredat ve öğretim türleri ortaya çıkıyor. Odak noktası öğretme modelinden öğrenme modeline değişiyor. Alternatif müfredatlar sürekli olarak geliyor. Yıkıcı inovasyonlar iş yapma biçimlerimizi değiştiriyor. Artık alışılmışın dışına çıkmak çok daha önemlidir. Yeni pazarlar oluşuyor ve yeni ürünler tanımlanıyor. Netflix geleneksel televizyonlarla rekabet ediyor. Taksiler Uber ve Lyft'e karşı rekabet etmek zorundalar. Bunlar müşterilere benzer ürünleri yeni yollarla sunuyor. Alternatif geceleme uygulaması olan Airbnb geleneksel otellerle rekabet içinde. Robotlar üst düzey yapay zeka ve makine öğrenimi ile donatıldıkça daha akıllı ve daha otonom hale geliyor. Ama hala temel

bir özellik olan ahlaki muhakemeden yoksunlar. Bu onları karmaşık durumlarda daha iyi ve daha etik kararlar vermeleri konusunda kısıtlıyor. Ahlaki değerler bireyden bireye ve ülkeden ülkeye hatta dinlerden ideolojilere kadar farklılık göstermektedir. Hangi ahlaki çerçevenin benimseneceğine dair belirsizlik ahlaki değerlerin yapay sistemlere uygulanmasındaki zorluğun asıl nedeni olmaktadır (Al-Rodhan, 2015).

Dijital teknolojilerin öncülük ettiği bir çağda en önemli ve nadir bulunan kaynak ne sıradan emek ne de sıradan sermaye olacak. Bunların yerine en değerli olan, yenilik yaratabilen insanlar olacak. Gelecekte yetenek sermayeden daha fazla üretimin kritik faktörünü temsil edecek. İşçiler veya yatırımcılar değil, fikir sahibi insanlar en zorlu kaynak olacak (Brynjolfsson, McAfee ve Spence, 2014). Dolayısıyla yetenekli insanlara ihtiyaç gittikçe artacak.

Güvenlik konusu bütün üretim endüstri için önemli bir konudur. Endüstri 4.0'da var olan herhangi birşeyin güvenlik olmadan hiçbir anlamı yoktur. Dünya Ekonomik Forum tarafından hazırlanan Küresel Riskler Raporu'na göre siber güvenlik riskleri gittikçe yaygınlaşıyor ve yıkıcı etkileri artıyor. İşletmelere yönelik yapılan siber saldırılar beş yıl içinde neredeyse iki katına çıktı. Önceden olağanüstü kabul edilen olaylar gittikçe daha yaygın hale geliyor. Siber güvenlik ihlallerinin finansal etkisi günümüzden artıyor. 2017 yılında fidye yazılım saldırılarıyla ilgili en büyük maliyetlerden bazıları tüm kötü amaçlı e-postaların % 64'ünü oluşturuyor. 150 ülkede 300 bilgisayarı etkileyen Wanna Crazy saldırısı ve 300 milyon dolar değerinde 3 aylık zarara neden olan NotPetya önemli örnekler arasındadır. Büyüyen bir diğer eğilim ise, kritik altyapı ve stratejik sanayi sektörlerini hedef alan siber saldırıların kullanılmasıdır. Diğer taraftan saldırganlar, toplumların işleyişini sağlayan sistemlerde bir çöküşün meydana geleceğine dair korkuların artmasına sebep olmaktadır (World Economic Forum, 2018: 6).

1.2.8. Endüstri 4.0'ın Faydaları

Dördüncü Endüstri Devrimi'nden en fazla kazanan taraf tüketiciler olacak. Teknolojik yenilik aynı zamanda verimlilik ve üretkenlikte uzun vadeli artışlar sağlayarak arz yönlü bir mucizeye yol açacak. Ulaştırma ve haberleşme maliyetleri düşecek. Lojistik ve küresel pazar zinciri daha etkin hale gelecek. Yeni pazarlar

açılacak, ticaret maliyetlerinde bir azalma meydana gelecek ve ekonomik büyüme gerçekleşecek (Schwab, 2015).

Eğitim ve bilgiye erişim milyarlarca insanın yaşamını iyileştirebilir. Artan güçlü bilgi işlem cihazları ve ağları, dijital hizmetler, mobil telefonlar ve benzeri teknolojilerle az gelişmiş ülkeler de dahil olmak üzere dünyanın dört bir yanındaki insanlar bu hizmetlerden yararlanabilir. Bu da insanların yaşam kalitesini artırabilir. Facebook, Twitter ve Instagram gibi sosyal medya devrimleri her kеше gezegen boyunca anında iletişim kurmanın bir yolunu sağladı. Bugün, dünyadaki insanların % 30'undan fazlası, iletişim kurmak ve dünyada gelişen olaylar hakkında bilgi sahibi olmak için sosyal medya hizmetlerini kullanıyor. İnsanlara yeni yollarla öğrenme ve kazanma fırsatı verebilir. Çevrimiçi alışveriş ve dağıtım hizmetleri uzak yerlerdeki toplulukları bile dönüştürebilir. Küçük ve kırsal alanlardaki ekonomileri canlandırabilir. Otomotiv güvenliğindeki ilerlemeler yol ölümlerini, sigorta maliyetlerini ve karbon emisyonlarını azaltabilir. Otonom araçlar şehirlerdeki yaşam alanlarını yeniden şekillendirebilir. Daha sosyal ve insan merkezli alanlar için yer açabilir. Dijital teknolojiler işçileri, otomatik görevlerden kurtararak daha karmaşık iş konularına odaklanmaları için özgürleştirebilir. Ayrıca çalışanlara daha önce aşılamaz problemlere daha yaratıcı çözümler üretmeleri için bir takım araçlar ve bilgiler sunabilir (Trailhead, 2018).

İKİNCİ BÖLÜM

REKABET VE REKABET GÜCÜ

2.1.REKABET VE REKABET GÜCÜ

Rekabet gücü kavramı firmalardan ülke düzeyine kadar çok çeşitli alanlarda yoğun olarak tartışılmaktadır. Dolayısıyla oldukça geniş ve kapsamlı bir literatür mevcuttur. Bu bölümde ilgili literatür incelenmiş olup, çalışmanın kapsamı çerçevesinde rekabet gücünün kavramsal boyutuna değinilmekle beraber rekabet gücünün ölçüm yöntemleri ve analizlerde kullanılan gösterge ve değişkenler hakkında bilgi verilmiştir.

2.1.1. Rekabet

Rekabetçilik konusu 1980'lerin sonlarından itibaren politika tartışmalarının yoğun odağı haline gelmiştir. Küreselleşen dünyada rekabetçilik endüstrilerin, şirketlerin ve ulusların başarısı hakkında endişe duyan politika koyucular, akademisyenler ve iş adamları için bilgi konusudur.

Rekabet kavramı literatürde çok sık kullanılmasına rağmen üzerinde gerçek anlamda bir fikir birliği sağlanamayan bir kavramdır. Türk dil kurumunun yayınladığı sözlükte rekabet; “Aynı amacı güden kimseler arasındaki çekişme, yarışma ve yarış” şeklinde tanımlanmaktadır (TDK, 2018). Günlük hayatta belirli menfaat sağlamak amacıyla başkalarını geçmeye çalışmak olarak tanımlanan rekabet, aslında kıt kaynakların sınırsız beşerî ihtiyaçlar karşısında paylaşılması gereği ortaya çıkmaktadır (Aktan ve Vural, 2004: 13). Bu bilgiler ışığında rekabet, genel anlamda belirli bir amaca ulaşmak veyakısımlı bir şeyi paylaşmak için benzer durumda olan birden fazla birimin (kişi, grup, firma vb.) yarışma sürecini ifade eder. Dolayısıyla, rekabetin olabilmesi için öncelikle rakiplerin elde etmek istedikleri belirli bir hedefinve bu hedefe ulaşmaya çalışan iki ve daha fazla birimin olması gerekmektedir. Ayrıca bu birimlerin hedefe ulaşma yolunda diğerlerine üstünlük sağlama çabaları rekabetçilik açısından önemlidir. Bütün bunların yanı sıra, rekabete konu olan iktisadi birimlerinin faaliyetlerini etkili bir biçimde gerçekleştirmeleri açısından adil bir piyasa ortamına ihtiyaç vardır.

Rekabetin iktisadi alana yansımaları, rekabete konu olan ekonomik birimlerin kar seviyelerini maksimum düzeye çıkarmaktır. Söz konusu ekonomik birim eğer

firma ise, temel amaç üretimini en yüksek üretim düzeyine ulaştırarak karını maksimize etmektir. Eğer söz konusu birim tüketici ise, temel amaç tüketim seviyesini yükselterek mümkün olan en yüksek faydayı sağlamak, eğer ülke ise diğer ülkelere kıyasla onların sahip olduğundan daha fazlasına sahip olarak dünyada söz sahibi olabilmektir. Ülkeler, tüketiciler ve firmalar bu amaçlar doğrultusunda yarış içerisine girmektedirler (Uysal,1999: 29).

2.1.2. Rekabet Gücü

Araştırmacı ve bilim adamlarının rekabet gücü konusunu farklı açılardan ele almaları ve çok yönlü yaklaşımlarından dolayı bu kavram literatürde yoğun tartışılan bir konu olarak kalmaya devam etmektedir. Basit bir ifadeyle tanımlarsak rekabet gücü, herhangi bir ekonomik birimin firma, endüstri, bölge veya bir ülkenin rakipleriyle rekabet edebilme yeteneğidir. Farklı ekonomik birimlerin rekabet gücünü değişik şekillerde tanımlamasından dolayı, rekabet gücünün herkesçe yaygın kabul görmüş bir tanımı yoktur. Krugman (1994)'e göre rekabet gücü kavramı ulusal ekonomilere uygulandığında anlamsız bir kelimedir ve rekabetçilik takıntısı hem yanlış hem de tehlikelidir (Krugman, 1994: 44). McKinsey Global Institute (2010)' a göre rekabet gücü verimliliği artırarak veya istihdamı genişleterek büyümeyi sürdürebilme yeteneğidir (McKinsey Global Institute, 2010: 10). Altomonte ve diğerleri (2012) uluslararası rekabet gücünü, ülke içerisinde bol olan mal ve hizmetlerin, bu ülkede kıt olan mal ve hizmetler için değiş tokuş edilmesidir şeklinde tanımlamaktadır (Altomonte ve diğerleri, 2012: 1). Porter (1990)'a göre ulusal düzeyde rekabet gücü tek bir anlamlı kavram olarak ulusal üretkenliktir. Ona göre rekabet gücü ekonominin var olan sakinlerine yükselen yaşam standartı ve sürdürülebilir temele dayalı yüksek istihdam sağlayabilme yeteneğidir (Porter, 1990a: 76). Dünya Ekonomik Forumu rekabet gücünü, bir ülkenin üretkenlik düzeyini belirleyen kurumlar, politikalar ve faktörler kümesi olarak tanımlamaktadır (Gaviria ve diğerleri, 2016: 35).

Rekabet gücüne ilişkin en popüler tanımlama Ekonomik Danışmanlar Kurulu Başkanı Laura D'Andrea Tysontarafından yapılmıştır. Ona göre rekabet gücü, insanların yükselen ve aynı zamanda sürdürülebilir bir yaşam standartına sahipken uluslararası rekabete cevap verebilecek mal ve hizmet üretebilme yeteneğidir (Krugman, 1994: 31).

2.1.2.1.Firma Düzeyinde Rekabet Gücü

Rekabetçilik kavramı en çok firma düzeyinde tanımlanmaktadır. En basit ifadeyle, kar getirmeyen firma rekabet edemez. Rekabet edemeyen bir firma, piyasa fiyatını aşan maliyete sahip bir firmadır. Başka bir ifadeyle, firmanın kullandığı kaynakların değeri, ürettiği mal ve hizmetlerin değerini aşıyor demektir. Sonuç olarak, kaynaklar yanlış yönlendirilir ve kişilerin servetinde azalma meydana gelir (McFetridge, 1995: 3).

Buckly ve diğerleri (1988)'e göre, bir firma ulusal ve uluslararası rakiplerine kıyasla daha yüksek kaliteli ürün ve hizmeti daha düşük maliyetle üretebiliyorsa rekabet üstünlüğü elde edebilir. Bu düzeyde rekabetçilik bir firmanın uzun vadeli kar performansı, sahiplerine üstün getiriler sağlama ve çalışanlarını tazmin etme yeteneği ile eşanlamlıdır. Bu nedenle, firma düzeyinde rekabetçilik maliyet verimliliği, kalite ve nispi performans gibi üç boyutu kapsamaktadır (Buckley ve diğerleri, 1988: 176).

Tam rekabet koşulları altında firmanın piyasaya sunduğu ürün, piyasa fiyatını aşacak şekilde bir ortalama maliyete sahipse, o firmanın rekabet gücüne sahip olmadığını söyleyebiliriz. Diğer taraftan, ürettiği ürünü ortalama maliyetlerinin üzerinde bir fiyata satsa bile, rakiplerine kıyasla daha yüksek bir ortalama maliyete sahip olduğu için, homojen ürünlerin üretildiği bir endüstride kar elde etmesi olanaksızdır. Zira firma etkin bir ölçekte faaliyet göstermediğinden dolayı verimli değildir. Bu tip endüstride firma rakiplerine kıyasla marjinal maliyetlerini asgari düzeye indirerek karlılığını ve dolayısıyla pazar payını artırabilir (Aktan ve Vural, 2004: 6-7).

Prhaland ve Hamel (1990), bir firmanın rekabet edebilirliğini kısa vadede mevcut ürünlerin fiyat ve performans özelliklerinin sonucu olduğunu, uzun vadede ise firmanın rakiplerine göre daha düşük maliyetle ve daha hızlı ürünler üretme yeteneğinden kaynaklandığını öne sürmektedir (Prahala ve Hamel, 1990: 4).

Chikan (2008), bir firmanın rekabet gücünü, bu firmanın kar ederken aynı zamanda müşteri ihtiyaçlarını da karşılama gibi çift amacı sürdürebilir bir şekilde yerine getirebilme yeteneği olarak tanımlar. Bu ise rakipler tarafından sunulan mal ve hizmetlerden daha yüksek değerlere sahip mal ve hizmetler sunularak gerçekleştirilebilir (Chikan, 2008: 24).

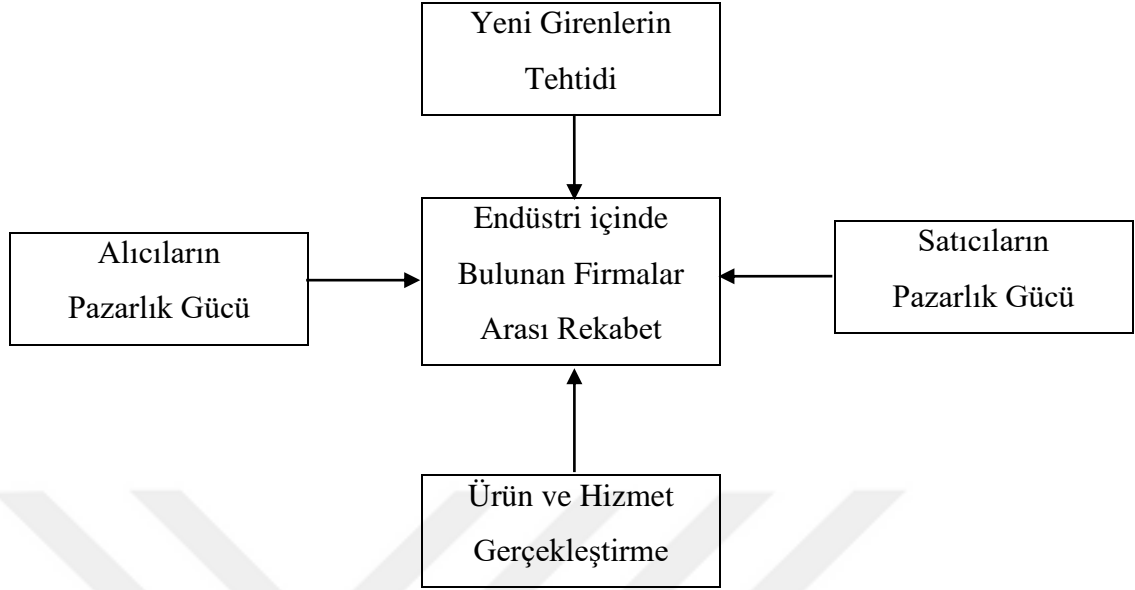
Firma düzeyinde rekabet gücünü; yüksek kalite, düşük maliyet, verimlilik, yenilik ve yaratıcılık gibi ana unsurlar belirlemektedir. Bir firma kalite üzerine odaklanarak verimlilik düzeyinde artışlar elde eder. Firmalar israf ve savurganlığı önemli ölçüde azaltarak, kaliteyi artırmayı ve bu doğrultuda sıfır hata gibi bir ideal hedefe ulaşmaya amaçlamaktadır. Bu amaçları bir arada gerçekleştirebilen firmalar pazardaki paylarını arttırmış olurlar. Karlılık ve verimlilik düzeyindeki artışlar, firmanın üretim ve yatırım kapasitesini artırır ki, bu da istihdam imkanlarının artması anlamına gelir. Bu şekilde firmanın rekabet gücü artar (Aktan, 2010: 168).

2.1.2.2.Endüstri Düzeyinde Rekabet Gücü

Rekabet gücü, firma ve ülke düzeyinde daha çok değerlendirilirken endüstri düzeyinde yeterince dikkate alınarak incelenmemiştir (Momaya, 1998: 39). Endüstriyel rekabet gücünün tanımları firmanın rekabet gücü tanımına çok benzemektedir. Bununla birlikte, endüstriyel rekabetçilik kaçınılmaz olarak bölgesel boyutu içermektedir. McFetridge (1995), bir endüstrinin rekabet gücünü ticaretin gerçekleştiği diğer ülke ve ya bölgedeki endüstrilerin rekabet gücüyle karşılaştırılarak değerlendirilmelidir, şeklinde tanımlamaktadır. Başka bir deyişle rekabetçi bir endüstri, bölgeler ve uluslararası rekabet eden firmaların da dahil olduğu bir endüstridir (McFetridge, 1995: 11).

Porter bir endüstride rekabet gücü düzeyini endüstriye yeni girenlerin tehdidi, ürün üretimi ve hizmeti yerine getirmek, satıcıların ve alıcıların pazarlık gücü, endüstri içinde bulunan firmalar arası rekabet olarak beş güce bağlamıştır (Porter, 1990b: 35).

Tablo 2: Endüstriyel Rekabet Gücü



Kaynak: The Competitive Advantage of Nations 1990: 35

2.1.2.3. Küme Düzeyinde Rekabet Gücü

Kümenleme kavramı ilk olarak Marshall (1920) tarafından, özellikle belirli bölgelerdeki uzmanlaşmış endüstrilerin yoğunluğundan kaynaklanan ekonomileri vurgulamak için kullanılan “endüstriyel bölge – industrial district” teriminden türetilmiştir (Albaladejo, 2001: 2). Kümelenme konusunda en yaygın bilinen tanım Michael Porter tarafından yapılmıştır. Porter, endüstriyel kümelenmenin gücüne vurgu yaparak, ihtisaslaşmanın tarihsel gücünü savunmaktadır. Ona göre kümelenme, belirli bir alanda faaliyet gösteren, birbiri ile rekabetçi ve işbirliği içinde olan firmaların (tedarikçiler, müşteriler, satıcılar), ilgili kurumlarla (üniversiteler, meslek kuruluşları vb) aynı coğrafi alanda yoğunlaşmalarıdır (Porter, 1998: 78). Kümelerde yaşanan verimlilik artışlarının rekabet gücü yaratması aşamalar halinde gerçekleşmektedir. Verimlilik artışına bağlı olarak gelişen bölgesel rekabet gücü, firmalararası ileri geri yatay bağlantılarla yaygınlık kazanır (Ayaş, 2002: 12).

Porter, kümelerin rekabete üç yönlü etki ettiğini söylemektedir.

- Küme içerisindeki konuşlanmış firmaların verimliliğini artırarak,
- Gelecekte verimlilik artışını destekleyecek yeniliklerin yönünü ve hızını belirleyerek,

- Yeni firmaların kurulmasını teşvik ederek ki, bu da kümeyi genişletir ve kuvvetlendirir.

Kümelenme, küme içerisindeki bulunan her üyenin, daha büyük bir ölçüğe sahipmiş gibi ya da başkalarıyla birlikte resmen birleştirilmiş gibi faydalanmasını sağlar (Porter, 1998: 78).

2.1.2.4.Ulusal Düzeyde Rekabet Gücü

Rekabet gücü kavramı en temelde firma düzeyinde tanımlanmaktadır. Ancak, herhangi bir ülkenin bir firma gibi rekabet edebileceği düşünülerek, rekabet gücünün ulusal düzeyde de tanımı yapılmıştır. Ulusal düzeyde rekabet, daha çok firmaların rekabet gücünden kaynaklansa da, rekabet gücünün sürekliliği özellikle dış çevre ile etkileşimi gerektiren yenilik ve icatlara bağlıdır. Aktan ve Vural (2004)' e göre ulusal düzede rekabetçilik, bir ülkenin serbest ve adil piyasa koşullarında uzun vadede halkın reel gelirini artırırken aynı zamanda uluslararası piyasaların standartlarına uygun mal ve hizmet üretebilme yeteneğidir. Bunun yansıması, bir ülkenin gelir ve istihdam düzeyini artırabilmesi, yaşam kalitesinde kabul edilebilir sürekli artışlar sağlayabilmesi, uluslararası piyasalardaki paylarını artırabilme yeteneği de o ülkenin rekabet gücünün göstergesidir (Aktan ve Vural, 2004: 12). Ulusal düzeyde rekabetçilik, bir ülkenin kendi kaynaklarından artan getiri sağlarken, aynı zamanda uluslararası ticarete ürün yaratma, üretme ve sunma becerisi olarak tanımlanmaktadır (Buckley ve diğerleri, 1988: 177).

Porter, ulusal düzeyde rekabet edilebilirliğin tek anlamlı tanımının ulusal verimlilik olduğunu ileri sürmektedir (Porter, 1990a: 76). Krugman (1994) ise Porter'in bu yaklaşımını eleştirerek ulusal rekabetçiliği, önemli kavramları gündeme getiren bir "tehlikeli saplantı" olarak, tanımlamaktadır. Ona göre rekabet gücü, ulusal düzeyde anlamsızdır ve rekabetçilik ile ilgili takıntı hem yanlış hem de tehlikelidir (Krugman, 1994: 41-44). Bunun yansıması, rekabet gücünü ulusal düzeyde tanımlamak, firma düzeyinde tanımlamaktan çok daha zordur. Firma düzeyinde rekabet gücü, ülkelere uygulandığında anlamsız olacak kadar yanıltıcıdır ve firmalar arası rekabetten çok daha farklıdır. Rekabetçi olmayan, yani rakipleri kadar iyi bir ürün sunmayan ve ya maliyetleri yeterince düşük tutamayan bir firma pazar payını kaybedecek ve sonuçta piyasadan çekilecektir. Krugman' a göre bu durum ülke

açısından söylenemez. Yani uluslararası rekabetin ülkeleri piyasa dışı bırakması söz konusu değildir (Krugman, 1991: 811).

Ulusal düzeyde rekabetçilik, ulusal ekonominin, vatandaşlarına yüksek refah sağlayabilmek için sürdürülebilir bir şekilde artan faktör verimliliğinde çalışabilme becerisidir. Bu beceri, şirketlerin ve diğer kurumların küresel rekabetin gerekliliklerini ve değişen sosyal normları karşılayabilecek mal ve hizmet üretmesi için gerekli ortamın sağlanması ile gerçekleştirilebilir (Chikan, 2008: 25). Haque tarafından yapılan tanımlamaya göre ulusal düzeyde rekabet gücü, ekonominin yeteri kadar açık ticaret ortamında, dış ödemeler dengesi güçlükleri ile sınırlanmadan büyüebilme ve nüfusun genel yaşam standartlarını artırabilme kabiliyetidir (Haue, 1995: 17-18).

Gerçek anlamda bir ülkenin rekabet gücüne sahip olması, o ülkenin rakiplerine kıyasla haklı yaşam seviyesinde veya reel milli gelirinde artış olarak ifade edilebilecek bir ekonomik performansa sahip olmasıdır. Ülkenin sahip olduğu bu ekonomik performansı yabancı üreticilerle rekabet ederken (açık piyasa koşullarında) göstermesi gerekmektedir. Ayrıca, rekabet gücünde kısa vadeli iyileşmelerin, uzun vadede ülkenin söz konusu ekonomik performansının sürdürülebilirliğini tehlikeye atacak dengesizliklere yol açmaması gerekir (Vural, 2006: 181).

2.1.3. Rekabet Gücünü Belirleyen Faktörler

İki yüz yıldan fazla bir süredir iktisatçıların zihnini meşgul eden rekabet gücü kavramı, ilk olarak Adam Smith'in yaptığı çalışma ile başlayan pek çok faktör tarafından yönlendirilmektedir. Adam Smith rekabet gücünün belirleyicisi olarak kaynak donanımını göstermektedir. Klasik ekonomide önemli yere sahip olan verimlilik, doğal kaynaklar ve kazanılmış avantajlarla belirlenmektedir. Smithe'e göre bir ülke bir malın üretiminde diğer ülkelere kıyasla verimlilik ve maliyet avantajına sahipse o malda diğer ülke karşısında daha rekabetçidir (Charbaugh, 2005: 29). Burada Smith mutlak maliyet avantajına vurgu yaparken, Ricardo ise göreceli maliyet avantajına vurgu yapmaktadır. Uluslararası ticaretin mutlak üstünlüklere dayandırılarak ticareti kısıtlayacağını öne süren Ricardo, Karşılaştırmalı Üstünlükler teorisini iktisat bilimine kazandırmıştır. Bu teoriye göre ülkeler arasında dış ticaretin yapılabilmesi için önemli olan, bir ülkenin bir mal üzerinde

karşılaştırmalı olarak üstünlüğe sahip olmasıdır. Başka bir ifadeyle, söz konusu ülke bir malın üretiminde mutlak üstünlüğe sahip olmasa bile, ülkeler arasında ticaret yapılabilir. Ülkeler karşılaştırmalı üstünlüğe sahip olduğu alanlarda uzmanlaşmalı, o malı ihraç etmeli, pahalıya ürettikleri malı ise ithal etmelidirler (İyibozkurt, 2001: 28).

Rekabet gücünü belirleyen faktörler arasında; işgücü yoğun üretimde ücret maliyetlerinin önemli bir bileşen oluşturduğu üretim maliyetleri, yönetim kalitesi, fiyatlar, verilen hizmetin kalitesi, döviz kuru, hükümet politikası, politik istikrar, insan ve fiziki altyapı yatırımları ve bir ülkeyi rakiplerinden önde tutan diğer faktörler gibi birkaç etken bulunmaktadır (Tongzon, 2004: 68-69). Thompson (1961), rekabet gücünü belirleyen beş önemli faktör olduğunu söylemektedir: piyasalara erişim, hammaddeye göre konum, ulaşım maliyetleri, enerji kaynaklarının kullanılabilirliği ve maliyeti, işgücü maliyeti (Nyambane, 2013: 4). Fagerberg (1988)' göre bir ülke teknoloji ve fiyatlar açısından rekabetçi olsa bile kapasite kısıtlaması nedeniyle ürünlere olan talebi her zaman karşılayamaz. Bu nedenle bir ülkenin uluslararası rekabet gücü, sadece teknoloji ve fiyat unsurları ile değil aynı zamanda tedarik etme (kapasite yeteneği) kabiliyetine de bağlıdır (Fagerberg, 1988: 361). Aiginger (1997), uluslararası rekabet gücünü fiyata dayalı rekabet gücü ve teknolojiye dayalı rekabet gücü olarak ikiye ayırmaktadır. Ona göre teknolojiye dayalı rekabet gücü ileri teknoloji alanlarında rekabet edebilme, yenilik yapabilme ve en sofistike piyasa segmentlerinde var olabilme yetkinliğidir (Aiginger, 1997: 575).

Firmaların rekabet gücünü belirleyen birçok faktör bulunmaktadır. Bu faktörler arasında üretilen malın kalitesi, fiyatı ve maliyeti önem taşımaktadır. Rekabet gücünü belirleyen faktörler firma içi ve firma dışı faktörler olmak üzere iki ana balıkta toplanmaktadır. Firma içi faktörler arasında yukarıda da belirtildiği üzere en önemlileri firmanın ürettiği malların kalitesi, maliyeti ve fiyatıdır. Rekabet gücünü belirleyen firma dışı faktörler içerisinde ise devletin ekonomideki yeri ve devlet tarafından ekonomiye yapılan müdahaleler önem arz etmektedir. Uluslararası ticaret sistemi, ülkenin doğal kaynakları ve doğal zenginlikleri, işgücü piyasalarındaki esneklik düzeyi, tüketicilerin bilinç düzeyi, hukuk sistemi, piyasadaki rekabet düzeyi ve benzeri faktörlerde rekabet gücünün belirleyicisi konumundadır (Aktan ve Vural, 2004: 20-21).

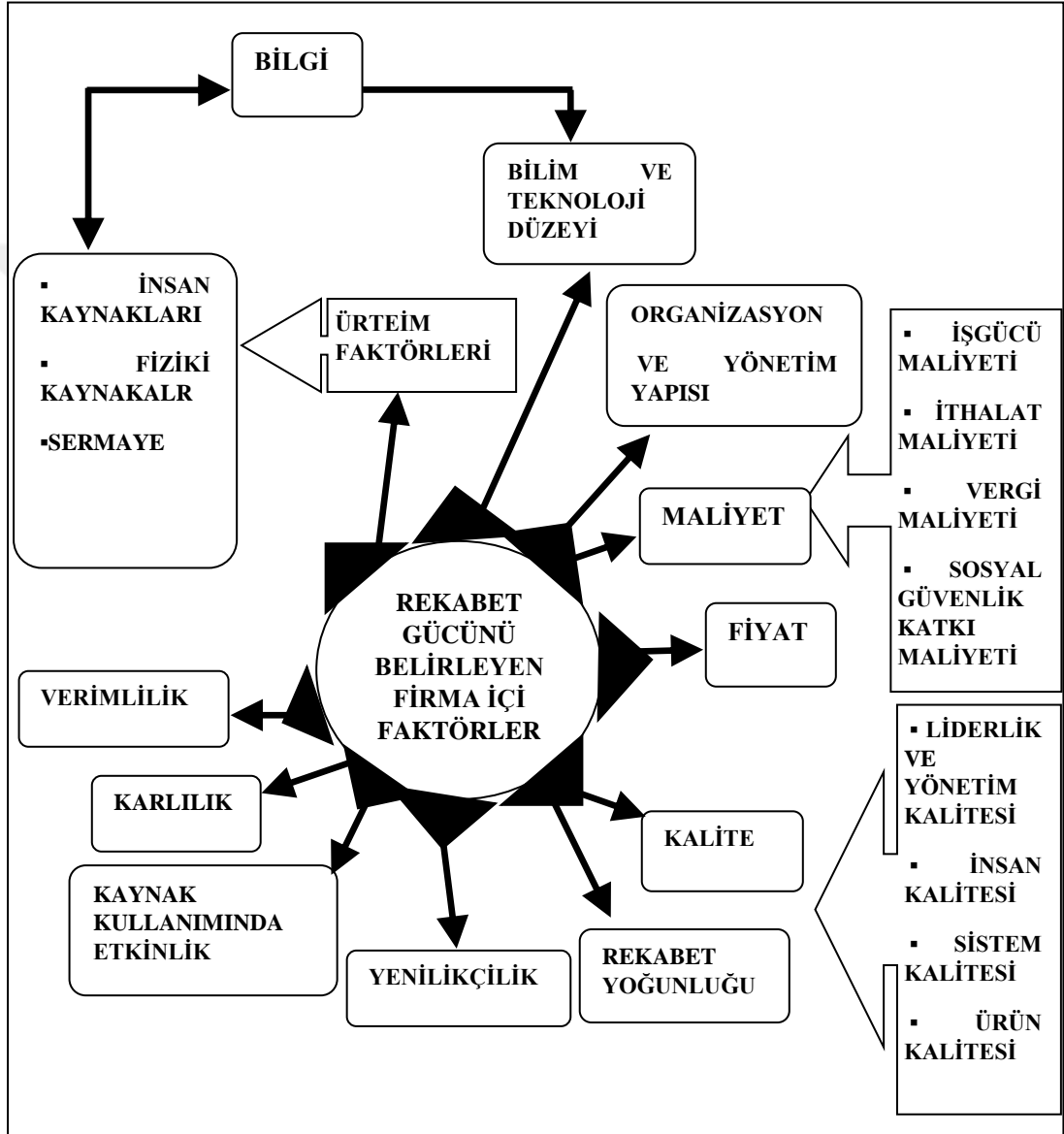
Porter bir üreticinin rakiplerine kıyasla hem daha düşük maliyetli hem de farklılaştırılmış ürün üretmesinin imkansız olmamasına karşılık zor olduğunu savunmaktadır. Bunun nedeni, farklılaştırma için ihtiyaç duyulan yüksek kalite ve hizmet düzeyinin elde edilmesinin çok maliyetli olmasıdır. Bazı teknolojik ve kurumsal yöntemler eşzamanlı olarak pazarlama maliyetini azaltabilir ve farklılaşma için bir kapsam oluşturabilirken, Porter rakiplerin uzun vadede bu yetenekleri taklit edeceğini ve firmanın ya da endüstrinin, stratejisinde vurgulamak için başlıca rekabet avantajlarından hangisini seçeceği konusunda zorlanacağını öne sürmektedir. Eğer firma rekabet avantajı sağlamak istiyorsa bu iki stratejiden birini seçmek zorundadır. En kötü strateji hatası eşzamanlı olarak bütün stratejileri takip etmeye çalışmaktır. Bu stratejileri aynı anda takip etmek bir firmanın kendi içindeki çelişkilerinden dolayı bunlardan hiç birine ulaşamayacağı anlamına gelir (Porter, 1990b: 37-40).

Rekabet gücü çok boyutlu bir kavram olduğundan dolayı ekonomide rekabet gücünü belirleyen birçok faktör ve etken bulunmaktadır. Yapılan çalışmalarda araştırmacıların rekabet gücünü belirleyici olarak dikkate aldığı birbirinden farklı çok sayıda faktörün olduğu görülmektedir. Bu faktörleri detaylı olarak açıklamak çalışmanın amacına uzak olduğundan dolayı literatürde sıklıkla bahsedilenler kısaca açıklanmıştır.

2.1.3.1.Firmaların Rekabet Gücünü Belirleyen Faktörler

İlk olarak, bir firmanın ürettiği ürünün maliyeti, kalitesi ve fiyatı o firmanın uluslararası piyasada diğer firmalara kıyasla rekabet gücünü göstermektedir. Ancak, rekabet gücünü belirleyen faktörler bu kadarla sınırlı değildir. Bu faktörleri firma içi ve firma dışı faktörler olarak ikiye ayırmak mümkündür. Firma içi etkenler arasında en önemlileri yukarıda da belirtildiği üzere ürünün maliyeti, kalitesi ve fiyatıdır. Maliyetler arasında da işgücü maliyeti, sermaye maliyeti, ithalat maliyeti, vergi maliyeti, sosyal güvenlik maliyeti ve benzeri maliyet faktörlerini göz önüne almak gerekir. Bunun dışında verimlilik, karlılık, firmada kullanılan bilgi teknolojisi, organizasyon ve yönetim yapısı, kaynakların etkin kullanımı, yenilikçilik ve yaratıcılık gibi faktörler de rekabet gücünü belirleyen firma içi diğer etkenlerdir.

Şekil 1: Rekabet Gücünü Belirleyen Firma İçi Faktörler

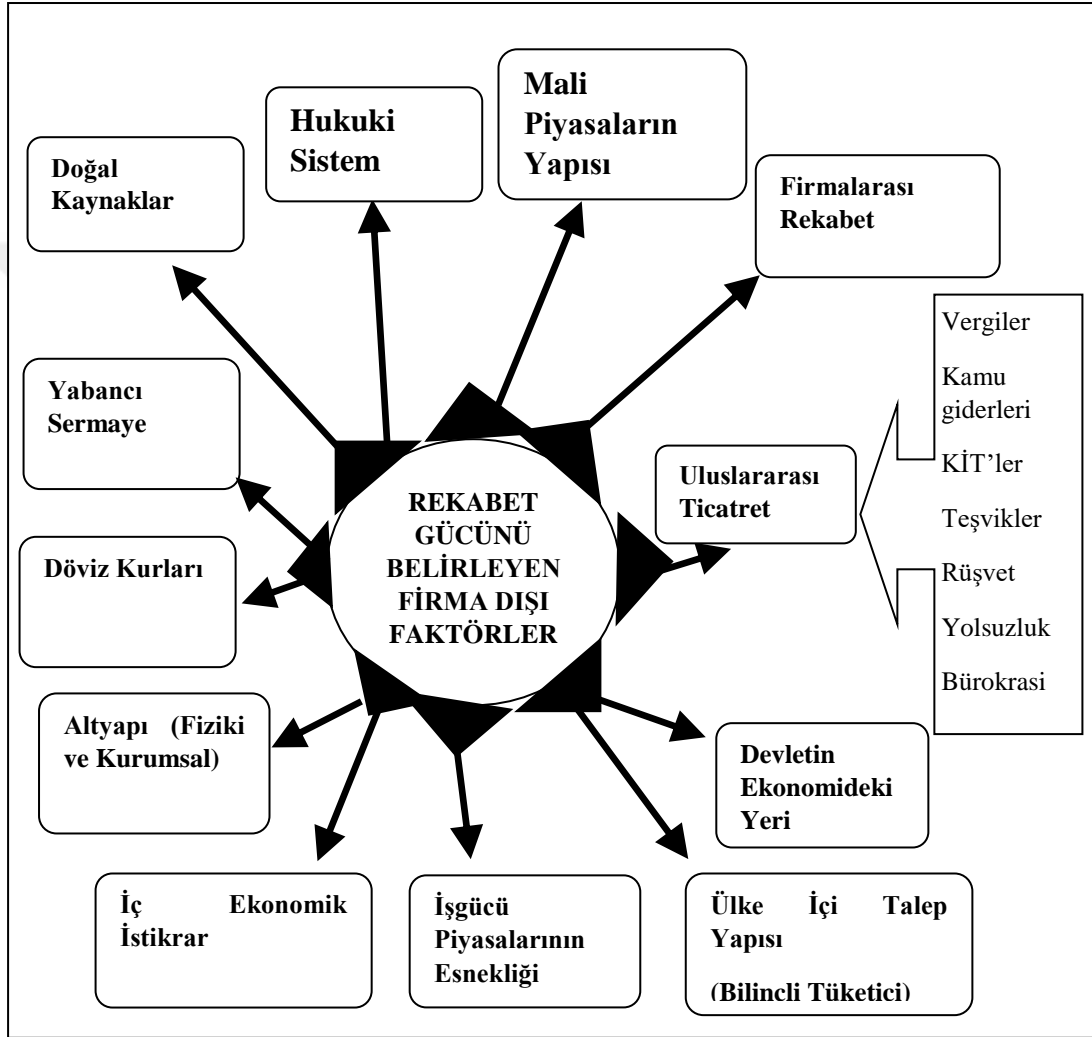


Kaynak: Aktan, C. C. ve Vural, Y. İ. (2004). *Rekabet Gücü ve Rekabet Stratejileri. Rekabet Dizisi: 3.* Türkiye İşveren Sendikaları Konfederasyonu.

Rekabet gücünü belirleyen firma dışı etkenler de firma içinde olduğu gibi birden fazladır. Bunlardan en önemlileri ise devletin ekonomideki yeri ve ekonomiye olan müdahaleleridir. Devletin ekonomideki görev ve fonksiyonlarının artması

firmalara olumsuz bir etki yapmaktadır. Devlette herhangi bir büyüme, kamu harcamalarının artması anlamına gelir. Artan kamu harcamaları en başta vergilerle finanse edileceğinden, firmaların vergi yükü artmaktadır. Bu da firmalar için olumsuz bir durumdur. Devletin ekonomide yeri dışında rekabet gücünü belirleyen diğer faktörler aşağıdaki şekilde gösterilmektedir.

Şekil 2: : Rekabet Gücünü Belirleyen Firma Dışı Faktörler



Kaynak: Aktan, C. C. ve Vural, Y. İ. (2004). *Rekabet Gücü ve Rekabet Stratejileri. Rekabet Dizisi: 3.* Türkiye İşveren Sendikaları Konfederasyonu.

Rekabet gücünü belirleyen firma dışı faktörler arasında tüketicilerin bilinç düzeyi de önem arz etmektedir. Bilinçli tüketicilerin sürekli olarak kalite araması, mal ve hizmetlerde yenilik istemesi, firmaların sürekli gelişme içerisinde olmaları için baskı oluşturmaktadır (Aktan ve Vural, 2004: 20-23).

2.1.3.2.Döviz Kuru Politikası ve Devalüasyon

Uluslararası piyasalarda mal akımları yönünden ülkelerin rekabetçi konumunun değerlendirilmesinde yaygın şekilde kullanılan belirleyicilerden biri döviz kurudur. Döviz kuru, bir ülke parasının yabancı para cinsinden değeri olarak ifade edilmektedir. Döviz kuru ihracata konu olan malların fiyatlarını etkilemekte ve böylece ülkelerin rekabet gücü üzerinde belirleyici rol oynamaktadır. Döviz kuru politikası ile kurlarda meydana getirilecek değişimler, dış piyasalarda ülkenin göreceli fiyat yapısını değiştirmektedir. Uygulanan kur politikası sayesinde ihracat yapmak iç piyasaya oranla daha karlı hale gelebilecek ve ihraç malların dış piyasadaki fiyatlardan dolayı rekabet edebilme şansı artacaktır (Atik, 2005: 57).

Döviz kurunun reel olarak değerlendirilmesi genellikle fiyat rekabetinin kaybı olarak değerlendirilmektedir. Reel döviz kuru ile rekabet arasında ilişki tek taraflı değildir. Döviz kuru denge döviz kuruna göre aşırı değerlendirilebilir. Bu durum rekabet gücünde bir azalma olarak yorumlanmaktadır. Öte yandan bu değerlendirme (verimlilikteki artış nedeniyle) artan rekabet gücünü yansıtabilir (Frait ve Komárek, 2001: 14)

Ticarete konu olan malların üretim maliyetlerinde oluşacak nispi artışlar, göreceli fiyatları artırmakta yani reel kurun yükselmesine neden olmaktadır. Böylece diğer koşullar değişmeksizin, söz konusu malların yurtiçinde üretimini nispi olarak verimini kaybetmekte ve ülkenin uluslararası rekabet gücünü azaltmaktadır (Kotan 2002: 2). Uluslararası rekabet gücü değerlendirilmesinde döviz kuru yükselmesi döviz cinsinden ihracat fiyatlarının düşmesine (ceteris paribus) ve yerli üretimin dış pazarda rekabet gücünün artmasına neden olmaktadır. Tam tersi durumunda ise döviz kurunda meydana gelen düşüşler döviz cinsinden ihracat fiyatlarının yükselmesine neden olacağından, yerli üretimin dış pazardaki rekabet gücü azalacaktır (Akat ve Yazgan, 2012: 6).

Devalüasyon bir ülkenin yurtdışından satın aldığı mal ve hizmetlerin değerini artırırken, söz konusu ülkelerin sahip oldukları mal ve hizmetlerin yabancı piyasalardaki değerini düşürmektedir. Böylece devalüasyon gerçekleştirildiğinde ihraç malların fiyatlarında oluşacak nispi azalma, ilgili ülkenin uluslararası pazarın standartlarına uygun mal ve hizmet üretebilme becerisine katkıda bulunurken, ülkenin kişi başına milli gelirinde azalma ile sonuçlanmaktadır. Düşük fiyatlarla ve

ya ucuz para birimine dayalı ihracat, söz konusu ülkenin çekici bir yaşam standartını destekleyemez hale gelmektedir (Porter, 2005: 30-31).

2.1.3.3.Makroekonomik Ortam

Makroekonomik ortam, ekonominin içinde bulunduğu durum ve uygulanacak politikalar dizini olarak tanımlanmaktadır. Uluslararası rekabette son derece önemli bir yere sahip olmasının sebebi bir ekonominin büyüme kapasitesi, dış ticarete konu olan sektörlerin sağlıklı bir biçimde faaliyet göstermesi ve ödemeler dengesi üzerindeki etkisidir. Ekonomik istikrarı sağlamak için gerekli politikalar büyüme politikaları ile çatışabilir. Başka bir deyişle, ekonominin durumu istikrarlı olabilir, ancak yürürlükte olan politikalar büyümeye elverişli olmayabilir. Bu konudaki baskın görüş, bir ekonomi dengelenmedikçe büyümeyi teşvik etme çabalarının boşa gitmesidir. Bu durumda politika reformları öncelikle ekonomik istikrarı sağlamaya yönelik olmalıdır. Daha sonra uzun vadeli büyüme ve rekabet sorunları ele alınmalıdır. Bütçe ve ticaret açıklarını yönetebilir seviyeye indirerek finansal sektördeki çarpıklıkları ortadan kaldırarak, ekonominin düzeltilmesi ve böyle rekabet gücünün artırılması gerekmektedir (Haque, 1995: 49). Buradan da anlaşılacağı üzere istikrarlı makroekonomik bir ortam ileri düzey rekabetçilik açısından önemli bir koşuldur. Ancak, bu ilişkinin çift yönlü olduğunu söylememiz mümkün değildir. Bazen makroekonomik istikrar rekabet gücünü artırmayabilir. Ama istikrarsızlık rekabet gücünü olumsuz yönde etkileyecektir. Yüksek seyreden enflasyonist ortam işletmelerin üretkenlik kabiliyetlerini olumsuz etkilerken, ülkelerin mali açıklarının fazla yüksek olması, ilgili ülkelerin geleceğe yönelik karar alma ve uygulama yeteneklerini kısıtlamaktadır. Diğer taraftan kamu borçlarının yüksek olması ve yüksek faizli borç ödemeleri, ülkelerin etkin bir şekilde hizmet üretmelerini kısıtlamaktadır (Dereli, 2016: 4).

Fischer, yaptığı araştırma sayesinde ekonomik büyümenin enflasyonla negatif ilişki içerisinde olduğu sonucuna varmıştır. (Fischer, 1993). Bu negatif ilişki mutlak ve göreceli fiyat hareketlerinde belirsizliği artırır. Fischer'ın regresyon sonuçlarına göre enflasyon hemsermaye birikimi hemde toplam faktör verimliliği arasında negatif bir ilişki içerisinde. Bu negatif ilişkinin nedeni enflasyonun göreceli fiyatları değiştirmekle, üretken sektörleri yatırımcılar için gayrimenkul gibi tamamen yerli sektörlerden daha az çekici hale getiren bir vergi türü olmasıdır.

Böylece genel yatırım oranında bir düşüş gerçekleşmese bile yatırımların yönü değişmekte, bu ise büyümenin yavaşlamasına ve rekabet edilebilirliğin azalmasına yol açmaktadır (Haque, 1995: 55-56).

2.1.3.4. Teknoloji

Üretilen mal ve hizmetlerin giderek artan kalite, miktar ve çeşitlilikte olması, bedensel işlerdeki genel düşüşler teknolojik değişimin bir sonucudur. Yeni ürünler ve üretim süreçleri ilgili çeşitliliği artıran teknolojik ilerlemeler genel olarak iktisadi büyümeyi artırır, insani ve ekonomik kalkınmayı hızlandırır ve yaşam standartını yükseltir.

Uluslararası rekabet gücü, dışa açık bir ekonomide ülkenin bir taraftan halkın refah düzeyini artırabiliyorken diğer taraftan büyüme yeteneği olarak tanımlanmaktadır. Başka bir ifadeyle, bir ülkenin rekabetçi olması dış ticaret dengesini sürdürebilmesi ve ihracatı artırarak iktisadi büyümeyi sürdürebilir kılmasıdır. Bu bağlamda ihracatın teşviki firma düzeyinde oluşacak etkisizliklerin karşısının alınması, ekonomik dinamizmin sağlanması ve teknolojik yeteneklerin artırılması yönünden önem arz etmektedir. Diğer taraftan verimliliğin artırılması da son derece öneme sahiptir. Çünkü verimlilik ihracatı artırmakla beraber iktisadi büyümeyi sürdürülebilir temele oturtmaktadır. Bunu yanısıra verimlilik yaşam standartını yükseltmek ve dış ticarete konu olan sektörlerin rekabet gücünü artırmak açısından da çok önemli bir role sahiptir (Aktan ve Vural, 2004: 29).

Porter'a göre bir ülkenin rekabet gücü yaratmasının temelinde yenilik yapabilme ve üretim teknolojilerini geliştirebilme kapasitesi yatmaktadır. Döviz kuru ve faiz oranının rekabet gücü üzerindeki etkisi nispi olarak daha azdır (Porter, 1990a: 73).

Biri süreç yeniliğine diğeri de ürün yeniliğine dayalı iki tür teknoloji tabanlı rekabet gelişimi söz konusudur. Süreç yeniliği, bir malı daha verimli bir şekilde üretebilme yeteneğini ifade eder, yani üreticilerin piyasaya girmeleri için önemli bir faktör olan birim maliyetlerini azaltmaya katkıda bulunur. Bunun yanısıra, ürün yeniliği ürünün kalitesini artırmaya izin vermektedir. Bu aşama, şirketlerin bilgi birikime bağlı fiyat ve miktar belirleyen süreç yeniliğinden sonraki aşamadır (Castillo ve diğerleri, 2011: 58).

Üretim sürecinde teknolojiyi zayıf kullanan ülkeler ölçek, beceri ve inovasyon yönünden zayıf olduklarından dolayı ilgili ülkelerin dış piyasada rekabet edebilme şansı azalmaktadır. Tam tersine üretim sürecinde teknolojiyi yoğun kullanan ülkeler ise teknolojik yenilikler yaparak değişen piyasa koşullarına daha hızlı adapte olabildikleri için rekabet güçleri artmaktadır (Lall, 2000: 7).

2.1.3.5. Beşeri Kaynaklar

Bir organizasyonda insan faktörü önemli bir rekabet faktörüdür. Küresel rekabetçilikte beşeri sermaye stratejik bir role sahiptir. Bugünün beşeri sermayesine yapılan, yatırım yarının yenilikçiliğini ve rekabet gücünü koruyan önemli bir unsurdur (Mühlemeyer ve Clarke, 1997: 4). Bu nedenle, rekabetçi bir strateji oluşturmak açısından beşeri kaynakların iyi yönetilmesi gerekmektedir. Rakiplerine kıyasla uzun vadede daha esnek ve daha entelektüel olan ve üst düzeyde işbirliği ve koordinasyon sergileyen firmalar yaratmak için insan kaynakları yönetimi çok önemlidir (Kumar ve Chadee, 2002: 10). İnsan kaynaklarının rekabet gücü üzerindeki önemi göz önüne alındığında, tüm kuruluşların insan kaynaklarına önem vermesi beklenmektedir. Bu bağlamda insan kaynaklarının bir şirket için rekabet gücü yaratma kaynağı açısından insan kaynaklarının oryantasyonu, eğitim ve öğretim son derece önemlidir. İnsan kaynakları oryantasyonu yetkin kararlı insan kaynaklarını çekmek, geliştirmek için harcanan sistematik bir çaba olarak tanımlanmaktadır (Lam ve White, 1998: 353). Yüksek insan kaynakları oryantasyonu olan bir firma daha yetkin işçiye sahiptir ve bu da firmanın performansına katkıda bulunur. İnsan kaynakları oryantasyonunun başarılı olması, işten ayrılmanın minimuma inmesi ve maliyetlerde bir azalma olması anlamına gelir. Bu sayede verimlilik artması ve hataların en aza inmesiyle kalitede artışlar meydana gelir ki, bu da firmanın maliyet yönünden rekabet gücünü artırıcı bir etkidir. Beşeri sermayeyi geliştirmek adına harcanan çabalar rekabet gücü üzerinde önemli etkiye sahiptir. Firmaların nitelikli işgücüne sahip olması, yeni teknolojilerin hızlı bir şekilde benimsenmesine, yenilik ve icatlar sisteminin gelişmesine katkıda bulunur. Dolayısıyla nitelikli işgücüne sahip olmayı hedefleyen, beşeri sermayeye önem veren ve insan kaynakları oryantasyonuna sahip firmalar daha rekabetçi firmalardır.

2.1.3.6. Organizasyonel Yapı

Firmaların örgütsel yapısı ile rekabet gücü yakından ilişkilidir. Hiyerarşik yapıya sahip, işgücüne otonomi ve sorumluluk vermeyen eski organizasyonel yapılar, değişimin çok az olduğu bir durumda mevcut gereksinimlere karşılık verebilir. Değişim yoğun olmadığından dolayı rutin işlerde başarılı olabilirler. Ancak merkezileşmiş bir karar alma mantığıyla çalışan bu yapılar, değişimin hızlı olduğu ortamlarda mevcut yapıya ayak uyduramayabilirler. Katı değişimlere uyum sağlamayan yapılar yeniliği ve değişimi engeller. Tam tersine daha az hiyerarşik yapıya sahip ve daha açık yapılar ise hızlı uyum sağladığı için esnekliğin artmasını, maliyetlerin azalmasını ve yenilikçi fikirlerin oluşmasını destekler. Bu tip yapıların, hiyerarşik yapılara göre daha iyi olduğu Batı görüşünü yansıtmaktadır. Araştırmacılar esnek ve uyarlanabilir organizasyonel yapılara sahip kuruluşların daha başarılı olduğu konusunda hemfikirlere. Esnek organizasyonlar tasarımları gereği organik ve firmanın rekabet gücünü korumak için sürekli olarak değişen çevreye uyum sağlama ihtiyacını fark edebilen kişilerden oluşmaktadır. Sürekli olarak yeni stratejiler geliştirerek piyasa gerçeklerine uyum sağlarlar ve ardından organizasyonun tüm yönlerini bu yeni stratejilere uyum sağlayacak şekilde kaydırırlar. Daha fazla esneklik ve uyarlanabilirlik yaratan organizasyonel yapılara sahip firmalar, böyle bir yapıya sahip olmayan firmalara kıyasla daha rekabetçidirler. Esnek ve hızlı uyarlanabilir olmak için kurumlar daha az hiyerarşik ve daha az merkezi olmalıdırlar. Bu nedenle daha az merkezi ve hiyerarşik yapıya sahip firmaların, daha fazla merkezi ve hiyerarşik yapıya sahip firmalara kıyasla daha rekabetçi olması muhtemeldir (Kumar ve Chadee, 2002: 12-13).

Firmaların yapısı ve performansı üzerinde çalışmalar yapan Peters, sürekli yeniliklerin olduğu global piyasalarda sıkı kuralları olan, sabit yapıya sahip ve kitle üretimi gerçekleştiren firmaların rekabetçi kalmalarının zor olduğunu söylemektedir. Bunun yerine, esnek ve çevreye hızlı adapte olabilen firmalar rakiplerine kıyasla daha fazla rekabet avantajına sahiptir. Ayrıca ona göre bu tarz esnek organizasyonel yönetim yapısına sahip firmalar hiyerarşik yapıyı benimseyen, çok katı yönetilen firmaları bile kontrol edebilir (Peters, 1988: 107).

2.1.3.7.Kamusal Politikalar

Endüstriyel politikalar bir firmanın performansını doğrudan etkilemektedir. Devlet firmanın çeşitli faaliyetlerini mali yönden destekleyerek, bir firmanın rekabet gücünü doğrudan etkileyebilmektedir. Devlet belirli sektörlerin gelişimini teşvik etmek için doğrudan bağışlarda bulunabilir. Bu, firmaların başarısızlıkların üstesinden gelmesi ve teknolojik kapasitelerini artırarak daha da rekabetçi olmaları için yapılan yardımlardır. Spesifik olarak bazı sektörlerle sağlanan bağış ve vergi teşvikleri o sektördeki firmaların rekabet gücünü artıracaktır.

Uluslararası rekabet gücünü artırmak isteyen ülkeler için bu süreçte hükümetin rolünün önemi hakkında literatürde var olan tartışmalar iki hükümet müdahalesi etrafında toplanmaktadır. Bunlardan ilki, devletin bütün ekonomiyi etkilemeye çalışan ve firmalara etkileri konusunda tarafsız olmayı amaçlayan fonksiyonel müdahaleleridir. Örnek olarak, altyapı yatırımları ve eğitimin geliştirilmesi amacıyla yapılan müdahaleler gösterilebilir. İkincisi ise belirli sektörleri ve ya firmaları içerecek şekilde, diğer sektör ve firmalara karşı ayrımcılık yapan, seçici müdahalelerdir. Buna örnek ise belirli sektör ve firmaları hedef alan ihracat teşvikleri, Ar-Ge destekleri, kredi kolaylıkları vb. gösterilebilir (Wint, 1998: 281).

Porter devletin rolünün ulusal rekabet gücünü artırmada önemli, ancak dolaylı olduğuna vurgu yapmaktadır. Ona göre devletin görevi firmaların rekabet gücünü artırmak değil, oluşturduğu elmas modelin bileşenleri olan (faktör koşulları, talep koşulları, ilgili ve destekleyici endüstriler, firma stratejisi, firma yapısı ve rekabet) faktörler için gereken koşulları sağlamaktır.

Frederick List tarafından ortaya atılan genç endüstriler (infant industries) tezinde de rekabetçilik açısından devletin önemine vurgu yapılmaktadır. Ona göre gelişmekte olan ülkelerde yeni kurulacak bir endüstri, belirli bir aşamaya gelene kadar minimum maliyetle üretim gerçekleştiremeyebilir. Bu nedenle ilgili endüstri, gelişmiş ülkelerdeki endüstrilere karşı rekabet açısından avantajlı kalabilir. Söz konusu genç endüstriye korumanın olmaması durumunda, yabancı endüstrilere karşı rekabet avantajı sağlayabilmesi olanaksızdır. Bu durumda geçici bir korumayla genç endüstri dış rekabete karşı koyabilir hale gelecektir. Bu durum yukarıda bahse konu olan seçici devlet müdahalelerine bir örnektir (Shafaeddin, 2000).

2.1.3.8.Finansal Kaynaklar ve Mali Sektör

Bir işletmenin sahip olduğu finansal kaynaklar rekabet gücünün en önemli belirleyicilerinden birini oluşturmaktadır. Firmaların küresel piyasalarda rekabet edebilmeleri, onların küresel ölçekte üretim yapabilecek büyük bir üretim hacmine sahip olmaları (ölçek ekonomileri) ile mümkündür. Diğer taraftan ilgili firmaların küresel piyasalarda tüketicilerin değişken zevk ve tercihlerine cevap verebilen üretimde bulunmaları (kapsam ekonomileri) şarttır. Ayrıca gerçekleştirilen üretimde de kalitenin yüksek, maliyetlerin ise düşük olması gerekmektedir. Firmaların sürekli büyümesi, bu ölçek ve kapsamda üretim yapabilmeleri, ilgili firma faaliyetlerinin yeterli düzeyde finanse edebilmesine ve finansman sağlayan mali sektörün istikrarına bağlıdır. Bu nedenle, firmaların iyi gelişmiş ve istikrarlı bir finans sektöründen sermayeye erişim imkânının olması uluslararası piyasalardaki başarının ön koşuludur.

Finansal sektörün sermayeyi firmalara etkin bir biçimde tahsis etmesi, ilgili firmanın rekabet gücünün artırılmasında önemli bir etkidir. Bu nedenle finansman sağlamakta önemli yere sahip olan bankaların kırılma olmaması gerekmektedir. Bankacılık sektörününü güçlendirmek amacıyla yapılan düzenlemeler, bu sektörün oynadığı rolü de güçlendirmektedir. Risk sermayesi piyasası, hisse senetleri piyasaları ve bankalar firmalara rekabet gücü kazandırmada, finansal kaynak açısından önemli yere sahiptir. Firmalar ihtiyaç duydukları kaynakları buradan temin edebilmektedir. Küçük firmaların bu tür kaynaklardan faydalanmaları kolay olmadığından, bu tarz finansal kaynak oluşumlarının etkinliğini artırmak KOBİ'lerin de rekabet gücünü artıracaktır (Kumar ve Chadee, 2002: 18).

2.1.3.9.Kalite

Ürün kalitesi hızla önemli bir rekabet konusu haline geliyor. Rekabet gücü hakkında yapılan tanımlamalardan da görüldüğü üzere rekabet gücü, küresel piyasaların standartlarına uygun mal ve hizmetleri rakiplerine kıyasla daha ucuza üretirken, aynı zamanda yaşam seviyesinde de kaydedeğer bir artış meydana getirme yeteneğidir. Piyasa standartlarına uygun mal ve hizmet üretebilmek ise kaliteye önem vermekle mümkündür. Bu bağlamda yüksek kalite rekabet gücünü artırmada temel faktör olarak nitelendirilebilir (Gilmore 1990: 21).Kalite karmaşık bir olgudur ve genel kabul görmüş bir tanımı bulunmamaktadır. Yüksek kaliteye sahip ürün, alıcılar

tarafından değerli olmasının yanısıra daha fazla ek özelliğe sahip olan üründür. Tüketicilerin ürünü elde etme isteğini artıran fiziksel özellikler (hız, kapasite, boyut ve dayanıklılık) olmasının yanısıra güvenilirlik, tasarım, iyi niyet ve güven gibi somut olmayan özellikler de olabilir. Daha yüksek kaliteye sahip üretici, pazar payında kayıp yaşamadan yüksek fiyatla karlılığını artırabilir. Farklı kalitede mal ve hizmetlerin piyasaya sunulup satın alınması olgusuna “dikey ürün farklılaşması” denir. Daha fazla kalifiye işgücü, makineler, daha sofistike malzeme ve girdilerin kullanılması ve üretim sürecinde üstün organizasyonlar kaliteyi yükselten faaliyetlerdir. Araştırma ve geliştirme, en iyi teknik ve süreçlerin taklit edilmesinin yanısıra kalite iyileştirme kaynağıdır. Pazarlama, ürün özellikleri hakkındabilgi sağlayarak tüketicilerin zevk ve tercihlerini değiştirmekle ödeme istekliliğini artırabilir. Yüksek kalite, üreticilerin rekabet gücünü sürdürebilmeleri için gerekli bir ön şarttır (Aiginger, 2001: 4).

2.1.3.10. Verimlilik

Rekabet gücünün belirlenmesinde bir diğer faktör verimliliktir. Verimlilik, girdi başına ekonomik çıktıdır. Porter’a göre ulusal düzeyde rekabet gücüne ilişkin tek anlamlı kavram verimliliktir. Ulusun kendi vatandaşlarının yaşam standartlarında bir iyileşme yapabilmesi, istihdam edilen emek ve sermayenin verimliliğiyle yakından ilişkilidir (Porter, 1990a: 76).

Daha yüksek verimliliğe sahip olmak, gelişmiş rekabet gücüne sahip olmakla eş anlamlıdır. Yüksek verimlilik ekonominin hem bir bütün olarak artan rekabet gücünü, hemde dengeli sosyal ve ekonomik gelişimini belirler (Wysokińska, 2003: 12).

Ulusal ekonomilerin küresel rekabet ortamında rekabetçi kalabilmeleri ve pazar payını artırebilmeleri için, yüksek verimliliğe sahip olmaları temel şarttır. Firmalar iki şekilde rekabet gücü elde edebilir. Birincisi, ürettiği ürünü rakiplerine kıyasla daha düşük maliyetle üretebilir. İkincisi ise, ürün farklılaştırması yoluyla ürün kalitesini ve özelliklerini artırma yoluna gidebilir. Her iki durumda da firmanın verimliliği söz konusudur. Bu bağlamda yüksek verimlilik rekabetçi kalabilmek için önemli bir faktördür. Ulusal rekabet gücünü belirleyen yüksek verimliliğe sahip firmaların ve sektörlerin sayısının artması rekabet gücünü artırmaktadır (Eroğlu ve Özdamar, 2006: 89).

Bryan ve Khenami rekabet gücünü işgücü verimliliği olarak tanımlamaktalar. Onlar, rakiplerine kıyasla eşit ve ya daha üstün verimliliğe sahip endüstrilerin daha rekabetçi olacağı kanısındalar. Ayrıca rekabet gücü endüstri/firma/ülkelerin toplam verimliliği artırabilme gücüne sahip olmaları şeklinde ifade edilmektedir (Emin, 2001: 23).

2.1.4. Rekabet Gücünün Ölçülmesi

Literatürde, rekabet gücünde olduğu gibi, rekabet gücünü ölçmeye yönelik de çok fazlayaklaşımlanmaktadır. Bu yaklaşımların her biri çeşitli noktalara dayandırıldığından dolayı, farklı yazarlara göre rekabet gücü ölçümleri de farklılık arz etmektedir. Bununla birlikte rekabet gücü 4 farklı düzeyde (endüstri, firma, küme, ülke) ele alınmakta ve rekabet gücünün ölçümü de birtakım farklı unsurları dikkate almayı gerektirmektedir. Çünkü firmayı rekabetçi kılan faktörler ile ülkeyi rekabetçi kılan faktörler değişiklik göstermektedir. Bu bölümde en yaygın bir şekilde kullanılan rekabet gücü göstergeleri açıklanmaktadır.

2.1.4.1. Ticari Performans Piyasa Payı Göstergeleri

Ülkelerin rekabet gücünü ölçmek için bir takım göstergeler kullanılmaktadır. Bu göstergelerde ülkerin piyasa payı ve dış ticaret verileri kullanılarak rekabet gücünü ölçümleri yapılmaktadır. Ancak her ne kadar uluslararası karşılaştırmalar için geliştirilmiş olsa da bölgelerin de rekabet gücünü ölçmekte de bu göstergelerden faydalanılmaktadır. Bu tarz ölçütler genellikle tek bir ürün ve ya ürün grubu için hesaplanmakta ve daha çok dış ticaret bilgilerine dayanmaktadır.

Ticari Performans Ölçütü: Toplam ithalata oranla toplam ihracat tutarı ve bunun zaman içerisinde değişimini gösteren ölçüte ticari performans ölçütü denilmektedir. Bu ölçüt hem ulusal (makro) düzeyde hemde firma/endüstri (mikro) düzeyde hesaplanabilmektedir. Ülkenin ihracat hacmi ile ithalat hacmi arasındaki ilişki, söz konusu ülkenin ulusal düzeyde ticari performansını yansıtmaktadır. Bu ölçütü gösteren endekse ticari performans endeksi (TPE) adı verilmekte ve aşağıdaki şekilde formüle edilmektedir (Aktan ve Vural 2004: 52-53).

$$TPE_j = \frac{\sum_i^k X_i^j}{\sum_i^k M_i^j} \quad (1.1)$$

(1,1) nolu eşitlikte yer alan değişkenler aşağıdaki şekilde açıklanmaktadır:

X_i^j = j ülkesinin, i ürünündeki yıllık toplam ihracatı

M_i^j = j ülkesinin, i ürünündeki yıllık toplam ithalatı

$i = 1, 2, \dots, k$; k dünya ticaretinde ticarete konu olan malların sayısı

$j = 1, 2, \dots, n$; n ticaret yapan ülkelerin sayısı

Eğer ticari performans endeksi ($TPE > 1$) birden büyükse ülke iyi bir ticari performansa sahiptir ve ilgili ülkenin rekabet gücü yüksektir. Aynı durum firma ve endüstri için de geçerlidir. TPE'nin birden büyük olması firma ve ya endüstrinin rekabet gücünün yüksek olması anlamına gelir.

Görelî İhracat Avantajı Endeksi: Endeks, bir ülkenin dünya pazarındaki belirli bir üründe sahip olduğu ihracat payının, diğer tüm malların dünya ihracatında aynı ülkenin payına oranı olarak tanımlanmaktadır.

$$G\dot{I}A_{ij} = (X_{ij} / \sum_{l,l \neq j} X_{il}) / (\sum_{k,k \neq i} X_{kj} / \sum_{k,k \neq i} \sum_{l,l \neq j} X_{kl}) \quad (1.2)$$

Yukarıdaki formülde X- ihracat; i ve k – ürün kategorileri; j ve l ise ülkelerdir. Hesaplamalardan elde edilen endeks değerinin birden büyük olması durumunda söz konusu ülkenin ilgili ürün kategorisinde karşılaştırmalı olarak bir avantaja sahip olduğu, birden küçük olması durumunda ise dezavantaja sahip olduğu söylenebilir (Frohberg ve Hartmann, 1997: 7).

Görelî İthalat Nüfus Endeksi: Görelî İthalat Nüfus Endeksi $G\dot{I}A$ 'ye çok benziyor. Ancak hesaplamada ihracat rakamları yerine ithalat rakamları kullanılıyor ve yorumlanma tam tersi şekilde yapılıyor. Başka bir deyişle endeksin birin üstünde değere sahip olması karşılaştırmalı olarak dezavantaja işaret ederken, birin altında değer ise karşılaştırmalı olarak avantajlı olduğunu göstermektedir (Frohberg ve Hartmann, 1997: 8).

$$G\dot{I}NE_{ij} = (M_{ij} / \sum_{l,l \neq j} M_{il}) / (\sum_{k,k \neq i} M_{kj} / \sum_{k,k \neq i} \sum_{l,l \neq j} M_{kl}) \quad (1.3)$$

Görelî Ticari Avantaj Endeksi: Yukarıda anlatılan iki endeks arasındaki fark Görelî Ticari Avantaj Endeksini vermektedir.

$$GTA_{ij} = G\dot{I}A_{ij} - G\dot{I}NE_{ij} \quad (1.4)$$

Elde edilen endeks değerinin sıfırdan büyük olması ülkenin rekabet avantajına, sıfırdan küçük olması ise karşılaştırmalı olarak bir dezavantaja sahip olduğu anlamına gelir (Frohberg ve Hartmann, 1997: 8).

2.1.4.2.Reel Döviz Kuru

Reel döviz kuru yaygın olarak kullanılan bir rekabet gücü ölçüsüdür. Reel döviz kuru, dış ticarete konu olan malların fiyat endeksinin dış ticarete konu olmayan malların fiyat endeksine oranı olarak hesaplanmaktadır.

$$RDK = \frac{P^T}{P^{NT}} \quad (1.5)$$

Burada:

P^T - Ticarete konu olan malların fiyat endeksi,

P^{NT} -Ticarete konu olmayan malların fiyat endeksidir.

Reel döviz kuru hesaplamalarında genellikle yabancı ve yerli fiyat endekslerinin birbirine oranı kullanılmaktadır. Bunun sebebi dış ticarete konu olmayan malların fiyatları ile ilgili istatistiksel bilgileri elde etmenin zor olmasıdır. Bu yöntemin uygulanmasının diğer bir yolu, nominal döviz kurunu satın alma gücü paritesine (ppp) bölmektir. Aynı zamanda sıklıkla kullanılan başka bir alternatif yöntem olarak, nominal döviz kurunu yabancı/yerli tüketici fiyat endeksi oranı ile çarpılmasını gösterebiliriz (Frohberg ve Hartmann, 1997: 9)

$$RDK = \frac{NDK}{PPP} = NDK \frac{P^F}{P^D} \quad (1.6)$$

Burada, NDK= Yabancı paranın yerli para cinsinden değerini ifade eden nominal döviz kuru, PPP= Satın alma gücü paritesi P^F ve P^D ise sırasıyla yabancı ve yerli fiyat deflatörüdür.

Reel döviz kuru ile ilgili olarak anlatılan her iki formülde, dış ticaretin sadece iki ülke arasında gerçekleşmesi durumunda geçerlidir. Ancak günümüzde dış ticaret ikiden fazla ülke arasında gerçekleşmektedir. Bu durumda reelkurun rekabeti yansıtması için reel efektif döviz kurunun hesaplanması gerekmektedir. Reel kur dış ticaretin gerçekleştiği ülkelere göre belirli ölçekler dikkate alınarak ağırlandırılır. Bu amaçla yabancı ülkelerin toplam dış ticaret içindeki payları veya ödemelerde kullanılan para cinsinin toplam ödemelerdeki payı ölçüt olarak kullanılmaktadır (Aktan ve Vural, 2004: 54).

Genel olarak rekabet gücünün ölçülmesinde reel döviz kurunun kullanılması rekabetçiliği göreceli bir fiyat/maliyet olarak değerlendirdiğinden dolayı, rekabet gücünün tanımını daraltmaktadır. Yukarıda da tartışıldığı gibi bir ekonominin rekabet gücü sadece ücretlerin ve fiyatların (diğer ülkelerle kıyasla) bir işlevi değil,

rekabet gücü aynı zamanda diğer fiyatsız faktörlerden (örn: teslim tarihi, kalite, tasarım) de büyük ölçüde etkilenmektedir (Esterhuizen, 2006: 107).

2.1.4.3.Doğrudan Yabancı Sermaye Yatırımları

Ticaret engellerini aşmanın bir yolu, diğer ülkelere yatırım yapmaktır. Bu nedenle doğrudan yabancı sermaye yatırımları ile ihracat kısmen ikame edilebilir. Dolayısıyla herhangi bir ülkenin yabancı ülkelerde yüksek yatırım seviyesine sahip olması rekabet gücünün bir göstergesi olarak görülür. Ülkelerin veya firmaların doğrudan yabancı sermaye yatırımında bulunarak, yurtdışında uluslararası rekabet koşullarının gerektirdiği maliyet ve kalitede mal ve hizmet üretip, satma olanaklarına sahip olduklarından dolayı rekabet gücü yüksektir. Öte yandan bir ülkenin ve ya bölgenin doğrudan yabancı sermayeyi çekmesi, bir bütün olarak yatırımı çeken sektörün ya da bölgenin rekabet gücünün bir göstergesidir. Ancak bu tür yatırımların büyük bir kısmı, ticaret engelleri nedeniyle ihracat yoluyla erişilemeyen piyasaların dışa açılması amacıyla yapılması yatırım yapan ülkenin rekabet gücünü yansıtmaktadır. Aksi takdirde, doğrudan yabancı sermayeyi çeken ülkenin ve ya bölgenin rekabet gücünün bir göstergesidir. İki nedenden hangisinin baskın olduğunu tespit etmek kolay olmadığından dolayı, doğrudan yabancı sermaye yatırımları rekabet gücünün ölçülmesinde yaygın olarak kullanılmamaktadır (Frohberg ve Hartmann, 1997: 9).

Doğrudan yabancı sermaye yatırımları rekabet gücünü artırıcı etki yapmaktadır. Aynı zamanda rakiplerine kıyasla rekabet gücü yüksek olan ülke ve ya bölgeler kendine yabancı yatırım çekmektedir. Bu iki etki eşgüdümlü olarak çalışmaktadır. Yerel piyasanın büyüklüğü, nüfusun satın alma gücü, ekonominin büyüme potansiyeli, yer altı zenginlikleri vb. gibi etkenler bir ülkenin yabancı yatırımı çekmesine katkıda bulunmaktadır. Aynı zamanda bu etkenler bir ülkenin rekabet gücünün artırılmasında önemli yere sahiptir.

2.1.4.4.Verimlilik ve Maliyet Göstergeleri

Verimlilik ve maliyet kavramı rekabet gücünün ölçülmesinde daha çok endüstri düzeyinde kullanılmaktadır. Daha önce de ifade edildiği gibi bir endüstrinin rekabet gücü, rakiplerine kıyasla eşit ve ya daha yüksek seviyede bir verimliliğe ya da kaliteye sahip olması ve bunu sürdürmesidir. Yabancı rakiplerine göre eşit ve ya

daha yüksek bir faktör verimliliğine sahip endüstri rekabet edebilir bir endüstridir. Birim emek maliyeti ve göreceli birim emek maliyeti endüstri düzeyinde rekabet gücünün ölçülmesinde gösterge olarak kullanılmaktadır. 1980'li yıllardan itibaren bir ekonomist uluslararası rekabet gücünün birim endüstriyel girdi maliyeti ve ücret maliyetinden oluşan ihraç fiyatları tarafından belirlendiğini ileri sürmüştür. Bu yaklaşım sayesinde rekabet gücü belirlenirken emek verimliliğinin ve ücret maliyetinin hesaplanması gerektiği fikri kabul görmüştür. Ayrıca devalüasyonun uluslararası rekabet gücünü artırmada etkili bir araç olduğu fikri de benimsenmiştir. Diğer taraftan, Japonya ve Almanya'nın göreceli birim emek maliyetlerinde bir yükselme olmasına rağmen, her iki ülkenin de dünya pazarındaki payı artmaktadır. Bunun nedeni ise emek maliyetlerinin ticarete konu olan mal ve hizmetlerin maliyetleri içinde payının gittikçe azalmasıdır. Bu sebepten dolayı birim maliyetleri ölçülürken sadece emek maliyetleri değil, aynı zamanda sermaye maliyetleri de hesaba katılarak daha kapsamlı bir ölçüm önerilmektedir. Emek verimliliği, üretimde kullanılan bir birim emek girdisi başına üretilen reel katma değerdir.

Ortalama emek verimliliği (AP_L);

$$AP_L = \frac{Q}{L} \quad (1.7)$$

Q = İlgili yıldaki ulusal çıktının toplam miktarı,

L = İlgili yılda istihdam edilen toplam iş gücü miktarı.

Emeğin marjinal verimliliği ise MP_L

$$MP_L = \frac{\Delta Q}{\Delta L} \text{ dir.} \quad (1.8)$$

Bir ülkenin birim emek maliyetinin artmasının birçok nedeni bulunmaktadır. Diğer ülkelere kıyasla ücret düzeyinde bir artış meydana gelebilir; emek verimliliği diğer ülkelere kıyasla daha yavaş bir şekilde artabilir ve ya ulusal para birimi değerlendirilebilir. Göreceli Birim Emek Maliyetleri, bir endüstrinin karşılaştığı rekabetçi problemleri Birim Emek Maliyeti hesaplamalarına göre daha net ortaya koyabilmektedir. Yurtiçi tasarrufların azlığından dolayı milli para değer kazanmaktadır. Göreceli Birim Emek Maliyetinde meydana gelen bir artış kaynakların ihracatı ya da ithal rekabetçi endüstriler yerine merkezi hükümeti ya da yurtiçi tüketimi desteklemekte kullanıldığı anlamına gelir. Döviz kurundaki değerlenmenin kaynağı ihracata olan yabancı talepteki bir artış olabilir. Döviz kurundaki değerlenmeden ve ya ücretlerdeki bir artıştan kaynaklı olarak birim maliyetlerinde oluşacak göreceli bir artış sürdürülebilirliği ölçüde arzu edilebilir. Diğer taraftan

görelî birim maliyetlerinde artış sürdürülebilir değilse, yurtiçi birim maliyetlerinin rakiplerine göre aşağı inmesi kaçınılmazdır. Bu düşüş ücretlerde bir azalma, döviz kurunda değer kaybı ve verimlilikte bir artışla sonuçlanır (Aktan ve Vural, 2004: 57).

2.1.4.5.H. Liesner'in Açıklanmış Karşılaştırmalı Üstünlükler (Liesner Endeksi)

Açıklanmış karşılaştırmalı üstünlükler yaklaşımını ilk olarak Liesner ortaya atmış ve bu konudaki ilk araştırmayı gerçekleştirmiştir. Liesner yaptığı çalışmayla İngiltere'nin Avrupa Ortak Pazarı karşısında hangi sektörlerde rekabet üstünlüğüne sahip olduğunu belirlemeyi hedeflemiştir. Bunu yapabilmek için İngiltere'nin Batı Avrupaya ihraç ettiği 60 çeşit ürünün rekabet gücünü araştırmıştır (Liesner, 1958: 302-316). Bu araştırmada kullandığı formül Liesner Endeksi olarak bilinmektedir ve aşağıdaki gibi formüle edilir.

$$AKÜ_L = \frac{X_{ij}}{X_{ij}} (1.1)$$

Burada X-ihracatı, i-esas alınan ülkeyi, n-rekabet edilen ülkeyi, j ise ölçümü yapılan ürünü göstermektedir (Utkulu ve Seymen, 2004: 8). Liesner bir ürünün rekabet gücünü o ürünün ihracatında meydana gelen artış ile ilişkilendirmektedir (Liesner, 1958).

2.1.4.6. Balassa'nın Açıklanmış Karşılaştırmalı Üstünlük (RCA) Katsayısı (Balassa Endeksi)

Balassa (1965), maliyet kıyaslamalarının karşılaştırmalı üstünlükleri belirlemede yetersiz kaldığını düşündüğünden açıklanmış karşılaştırmalı üstünlükler" kavramını iktisat yazınına kazandırmıştır. O, karşılaştırmalı üstünlükleri etkileyen tüm bileşenlerin dahil edilmesinin gerekli olmadığını önermektedir. Bunun yerine karşılaştırmalı üstünlüğün gözlemlenen ticaret örnekleri tarafından açıklandığını söylemektedir. Böylece gözlemlenen verilerden karşılaştırmalı üstünlükler elde etmek, açıklanmış karşılaştırmalı üstünlükler olarak adlandırılmaktadır. Uygulamada bu, ticari verileri analiz etmek için yaygın olarak kullanılan bir yöntemdir. Bu endeks ile bir ülkenin rekabet gücünün temel kaynaklarının belirlenmesinden ziyade açıklanmış bir karşılaştırmalı üstünlüğe sahip olup olmadığı belirlenmektedir (Utkulu ve Seymen, 2004: 8). Balassa endeksi, bir ülkenin belirli bir malda ülkenin toplam ihracatındaki payının, ilgili malın dünyanın

toplam ihracatında olan payına oranını ifade eder. Başka bir ifadeyle, ülkenin belirli bir malda yurtiçi uzmanlaşmasını (RCA endeksi payının), dünyanın uzmanlaşmasıyla karşılaştırır (Erkan ve Alakbarov, 2018: 60).

Açıklanmış karşılaştırmalı üstünlükler endeksi birçok değişik şekillerde formüle edilmektedir. Balassa tarafından formüle edilen ve Ballassa endeksi olarak bilinen AKÜ endeksi aşağıdaki şekildedir.

$$AKÜ_{ij} = (X_{ij}/X_{it}) / (X_{wj}/X_{wt}) \quad (1.9)$$

Burada X_{ij} , i ülkesinin j malındaki ihracatını, X_{it} i ülkesinin toplam ihracatını, X_{wj} j malı dünya ihracatını ve X_{wt} , toplam dünya ihracatını göstermektedir (Vergil ve Yıldırım, 2006: 5). Yukarıdaki formülde endeks değerinin birden büyük değer alması söz konusu ülkenin j malında karşılaştırmalı üstünlüğe sahip olduğu anlamına gelir (McFridge, 1995: 16).

2.1.4.7. Uluslararası Yönetim Geliştirme Enstitüsü'ne Göre Uluslararası Rekabet Gücü Göstergeleri ve Ölçümü

Uluslararası Yönetim Geliştirme Merkezi (International Institute for Management Development- IMD) 1989 yılından beri her yıl, Dünya Rekabet Yıllığı (World Competitiveness Yearbook) adıyla, kapsamlı bir rapor yayımlamaktadır. Merkezi İsviçrenin Lozan şehrinde bulunan bu kuruluş tarafından oluşturulan raporda 340'dan fazla kriter hesaba katılarak 63 ülkenin rekabet gücü karşılaştırmalı olarak sunulmaktadır (IMD, 2018). IMD'ye göre bir ülkenin rekabet gücü, sadece o ülkenin Gayri Safi Yurtiçi Hasılası ve verimliliği ile ölçülemez. Firmaların rekabet gücü sadece ekonomik faktörler tarafında belirlenmemekte, aynı zamanda ülkenin içinde bulunduğu siyasi, kültürel ve eğitim durumu da hesaba katılmaktadır. Bu nedenle rekabet güçlerini artırmak isteyen firmaların ekonomik etkenlerin yanısıra yukarıda bahsedilen diğer faktörleri de göz önünde bulundurmaları gerekir. Bir ülkenin rekabet gücü ilgili ülke içinde bütün firmaların rekabet gücünün toplamından oluşmaktadır. Bu durumda IMD rekabet gücünün birebir ölçülemeyeceğini, ancak rekabet gücünü etkileyen faktörlerin belirlenerek ölçülmesi gerektiğini söylemektedir (Lall, 2001: 10). IMD, ülkeleri uzun vadeli değer yaratmaya ulaşmak için yetkinliklerini nasıl yöneteceklerine göre analiz etmekte ve sıralamaktadır. Bu durumda rekabet gücü bir ülkenin sürdürülebilir bir biçimde katma değer yaratması için gerekli olan ortamı oluşturabilme yeteneğidir. Rekabet gücü önemli bir konu

olmakla birlikte uzun vadeli olarak düşünülmesi gereken bir konudur. Ülkelerin uzun vadede rekabetçi olmaları ve bunu sürdürmeleri eğitim, değer sistemleri ve bireylerin motivasyonları gibi konularda rakiplerine göre daha iyi bir konumda olmalarına bağlıdır (Aktan ve Vural, 2004: 64-65).

Dünya Rekabetçilik Sıralaması ekonomik literatür, uluslararası, ulusal ve bölgesel kaynaklar ve iş dünyasından, hükümet kurumlarından ve akademisyenlerden gelen geri bildirimler dikkate alınarak yapılan kapsamlı araştırmalar sonucunda seçilen 340'dan fazla rekabet kriterine dayanmaktadır. Araştırma ve verilerin mevcut olması, küresel ekonominin gelişmesiyle birlikte kriterler düzenli olarak gözden geçirilmekte ve güncellenmektedir. Tablo 3'de 2017 yılında Dünya Rekabetçilik Sıralamasına dahil edilen yeni göstergeler sunulmaktadır.

Tablo 3: Dünya Rekabetçilik Sıralaması - Yeni Kriterler

| Kriter | Soru/Açıklama |
|--|--|
| Cinayet | Kasıtlı cinayet, 100'000 nüfus başına oran |
| Dijital araç ve teknolojilerin kullanımı | a) Şirketler performanslarını iyileştirmek için dijital araçlar ve teknolojiler kullanmakta iyi değil b) Şirketler performanslarını iyileştirmek için dijital araçlar ve teknolojiler kullanmakta çok iyi |
| Şirketlerin çevikliği | a) Şirketler çeviktir. b) Şirketler çevik değil |
| Değişen pazar koşulları | a) Şirketler genellikle değişen piyasa koşullarından haberdar değil b) Şirketler değişen piyasa koşullarından haberdar |
| Fırsatlar ve Tehditler | a) Şirketler, fırsatlara ve tehditlere hızla cevap vermede iyi değil b) Şirketler, fırsatlara ve tehditlere hızla cevap vermede çok iyi |
| Büyük veri ve analitiği kullanımı | a) Şirketler karar vermeyi desteklemek için büyük veri ve analitiği kullanmakta iyi değil b) Şirketler karar vermeyi desteklemek için büyük veri ve analitiği kullanmakta çok iyi |
| İşletmelerde dijital dönüşüm | a) Değil b) Genellikle iyi anlaşılmış |
| Nüfus artışı | Yüzdelerdeki değişimi |
| Partikül kirliliğine maruz kalma | Nüfusun her metreküb başına PM 2.5 mikrograma maruz kalması |
| Çevre ile ilgili teknolojiler | Çevre ile ilgili teknolojilerin geliştirilmesi, dünya genelinde icat yüzdesi (%) |

Kaynak: IMD World Competitiveness Center. (2017). Methodology and Principles of Analysis. s.3.

2.1.4.8.Dünya Ekonomik Forumu'na Göre Uluslararası Rekabet Gücü Göstergeleri ve Ölçümü

Uluslararası Yönetim Geliştirme Merkezi dışında, uluslararası rekabet gücünü ölçen bir diğer kuruluş ise Dünya Ekonomik Forumudur. Merkezi Cenevrede bulunan bu kuruluş her yıl Küresel Rekabet Raporu (Global Competitiveness Report) adı altında bir yıllık rapor yayınlamaktadır. Küresel Rekabetçilik Endeksi'nin sonuçlarını sunan ilgili rapor, kamu ve özel sektörden liderlerin büyümenin ana unsurlarını daha iyi anlamalarına izin veren tarafsız bilgiler sunmaktadır. Endeks yardımıyla ülkelerin sahip oldukları rekabet gücü ve bu yöndeki performansları tahmin edilmektedir. Son yayımlanan rapor Küresel Rekabetçilik Endeks 4.0 ismiyle yayınlanmıştır. Bu raporda 140'a yakın ülkenin rekabet performansı yer almaktadır. Küresel Rekabetçilik Endeks 4.0 rekabet edebilirliğin itici gücü olarak uzun vadeli ekonomik büyüme ve insani kalkınma için neyin önemli olduğuna vurgu yapıyor. Bununla birlikte ülkelerin güçlü ve zayıf yönlerini ortaya koyarak politika koyuculara yol gösteriyor.

Dünya Ekonomik Forum'u Dördüncü Endüstri Devrimi bağlamında, ulusal rekabet edebilirliği ve verimliliği ölçmek için yeni bir metodoloji kullanıyor. Dördüncü Endüstri Devrimi'nin zorlukları ve fırsatlarını daha iyi anlamak için 2018'de yeni ölçüm sütunları getirmiştir. Bunlar aşağıdaki tabloda gösterilmiştir.

Tablo 4: Küresel Rekabet Endeksi 4.0'ın Belirleyicileri



Kaynak: World Economic Forum. (2018). The Global Competitiveness Report 2018- s.12.

Metodoloji, verimliliğin nihayetinde uzun vadede insani gelişmeyi ve refahı artırdığı fikrinden yola çıkıyor. Orijinal 98 göstergeden 34'ü aynı kalmış, 64 yeni gösterge eklenmiştir (Word Economic Form, 2018).



ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

TÜRKİYE’NİN ENDÜSTRİ 4.0’A UYUMU VE REKABET GÜCÜ

3.1. TÜRKİYE’NİN ENDÜSTRİ 4.0’A UYUMU VE REKABET GÜCÜ

Dördüncü Endüstri Devrimi ekonomik büyümeyi ve rekabet gücünü artıran etkenlere etki ederek ekonomik manzarayı yeniden şekillendiriyor. Artık sadece verimlilik ve maliyet azaltarak ekonomik başarıyı yakalamak mümkün değil. Yenilik, esneklik ve değişime uyum daha önemli konular haline geliyor. Değişimi, yeni fikirleri ve yöntemleri hızlı bir şekilde benimseyen ekonomiler diğerlerine göre avantaja sahip olacaklar. Dolayısıyla, fırsatları kucaklamak ve yeniliklerden yararlanmak her ekonominin büyümesini ve gelişmesini hızlandıracak. Peki küresel rekabet gücü neden önemlidir? Çünkü ülkelerin sahip oldukları rekabet gücü daha yüksek yaşam standartına katkıda bulunmakta ve daha geniş toplumsal hedefler için ihtiyaç duyulan kaynakları üretmektedir. Bu nedenle bu bölümde Endüstri 4.0 ile rekabet gücü arasındaki ilişki incelenmekte ve bu bağlamda Türkiye’nin rekabet gücüne değinilmektedir.

3.1.1. Endüstri 4.0 ve Rekabet Gücü İlişkisi

Dördüncü Endüstri Devrimi dijital teknolojileri aktif olarak üretim sürecine dahil ederek üretimi değiştiriyor. Geleneksel üretim araçları ve yöntemleri bu devrimle birlikte yüksek verimlilik ve kişiselleştirilmiş ürün talebinin yarattığı baskıdan dolayı ortadan kaldırılıyor. Firmalar mevcut seri üretim ve maliyet tasarrufu sağlayan üretim şekillerini entelektüel, bilgilendirici, dijital ve otomatik üretim şekliyle değiştirmek mecburiyetindedir. Geleceğin endüstriyel üretiminde akıllı, bağlantılı ve esnek fabrikalar daha baskın olacak. Akıllı üretim sistemleriyle işletmeler büyük verimlilik ve esneklik ile büyük ölçekli kişiselleştirilmiş ürünler üretme kabiliyetine sahip olacaklar. Bu ise ürünleri pazara sunmak için düşük maliyet ve hız sağlar. Aynı zamanda işletmelerin üretim sürecinde belirsizliği asgariye indirmelerini sağlamaktadır (Guoping ve diğerleri, 2017: 633-634).

Endüstri 4.0’da farklı araçlar bulunmaktadır. Bunlardan biri de simülasyondur. Bu araç, imalat şirketlerinin tasarladıkları ürünü üretmeden önce değişikliklerini ve geliştirmelerini sanal olarak test etmelerini mümkün kılmaktadır.

Simülasyonlar ile yenilikçi ürünün icadından, o ürünün piyasaya sunulmasına kadar geçen süre azaltılmaktadır. Bu da şirketlere hız konusunda rakiplerine karşı rekabet avantajı sağlar (Gerdin ve Rifve, 2018). Diğer bir önemli nokta ise ürün yaşam döngüsünün tüm aşamalarında tüketicinin de üretime aktif olarak katılmasıdır. Üretim sürecine tüketicinin katılması katma değer kaynağıdır. Tüketiciler kendi istedikleri ürünü kendileri tasarlayabilir ve üretimin her aşamasında ürünün ne durumda olduğunu aktif olarak takip edebilirler. Bu ise müşterilerin birer co-producer (ortak üretici) olmalarını sağlıyor. Ayrıca tüketicinin yaptığı tercihleri dijital değer zincirinde görselleştirebilmesi tüketicinin tatmin derecesini artırmakla birlikte üreticiye olan güveni de sarsmamaktadır. Tüketicinin ürün yaşam döngüsünün her aşamasına dahil edilmesi pazarlama araştırması ve ürün tanıtımını geliştirmek için harcanan zaman, kaynak ve maliyetleri de azaltarak firmalara katma değer sağlıyor. Bunun yanısıra fiyat, kalite, satış ve satış sonrası hizmetlerdeki rekabeti de ortadan kaldırıyor.

Endüstri 4.0, bütün değer zincirini birbirine entegre ederek döngüsel ekonomik modelinin kurulmasını sağlıyor. Döngüsel ekonomi, atık üretmeyen bunun yerine doğal kaynakların tekrar tekrar kullanıldığı endüstriyel süreçtir. Özünde rekabet gücü ile ilgilidir. Bu endüstriyel süreçte firmalar kaynak tüketimini azaltmak için ürünleri geri dönüştürerek kaynakları yeniden kullanmaktadır. Sürdürülebilir ürün ve süreç tasarımları döngüsel ekonominin önemli parçasıdır. Bu ekonomik sistemde şirketler tüketicilere ürün satmak yerine, fiziksel ürünlerin sahipliğini elinde tutabilir ve tüketiciler yalnızca bunları kullandıkları için ödeme yaparlar. Bu ise firmaların varlık envanterlerinin mümkün olduğunca anlaşılabilir ve basit hale getirir. Endüstri 4.0 israfı en aza indirmekle kaynakların geri kazanılmasını sağlayarak endüstriyel rekabet edebilirliği artırmaktadır. Mal sahipliğinin müşteriye aktarılmadığı döngüsel ekonomi modeli, tüm malzemelerin geri kazanılmasını garanti ettiği en karlı iş modelidir (Anbumozhi ve Kimura, 2018: 7).

Endüstri 4.0, son derece otomatik üretim süreçlerinin kullanılmasıyla düşük üretim maliyetlerinin nispeten yüksek bir ürün farklılaştırılması ile birleştirmenin bir yoludur. Bu Porter'ın rekabet avantajı konusundaki görüşüyle çelişmektedir. Porter bir üreticinin rakiplerine kıyasla hem daha düşük maliyetli hemde farklılaştırılmış ürün üretmesinin imkansız olmadığını, ancak maliyetli olduğunu söylemektedir. Ona göre firmaların sahip olacağı iki temel rekabet avantajı vardır: düşük maliyet ve ya farklılaştırma. Eğer firma rekabet avantajı sağlamak istiyorsa bu iki stratejiden birini

seçmek zorundadır. En kötü strateji hatası, eşzamanlı olarak bütün stratejileri takip etmeye çalışmaktır. Bu stratejileri aynı anda takip etmek, bir firmanın kendi içindeki çelişkilerinden dolayı bunlardan hiç birine ulaşamayacağı anlamına gelir. Dördüncü Endüstri Devrimi var olan bu teoriye yeni bir boyut kazandırmaktadır. Teknolojik gelişmeler sayesinde düşük maliyetli ve farklılaştırılmış ürün üretmek mümkündür ve bu artık Porter'ın ifade ettiği gibi üretim maliyetlerini artırmamaktadır. Yani, bir firmanın Endüstri 4.0'a geçtiğinde yukarıda bahsi geçen her iki stratejiyi eşzamanlı olarak benimsemesi rekabet gücünü olumsuz bir şekilde etkilemeyecektir (Kesbiç ve Ramizov, 2018: 897).

PwC'nin 26 farklı ülkede 2000'den fazla katılımcı ile gerçekleştirdiği anket çalışmasında elde edilen verilere göre, Endüstri 4.0 rekabet ortamını kısa bir süre içinde değiştirme potansiyeline sahiptir. Eğer beklentilerin yarısı dahi gerçekleşirse bazı şirketlerin rekabet edememe durumu söz konusu olacaktır. Giderek artan rekabetçi ortamda hiçbir sanayi şirketi rakiplerine karşı verimlilikte kaybetmeyi göze almayacağından dolayı takip eden iki ila üç yıl bu şirketler açısından çok önemli olacak (PwC, 2016: 14).

Gelişmiş teknolojiler küresel üretim rekabetçiliğini giderek daha çok desteklemektedir. Öngörücü Bakım, Nesnelerin İnterneti, Akıllı ürünler, Akıllı Fabrikalar ve Endüstri 4.0'ın sahip olduğu diğer ileri teknolojiler gelecekte rekabet gücü için kritik öneme sahip olacaktır. Bu nedenle bu teknolojiler rekabet gücünün belirleyicileri konumundadır (Kesbiç ve Ramizov, 2018: 897).

Tablo 5'deki sıralamadan Almanya'nın ve Amerika'nın Endüstri 4.0 politikalarını uygulayarak nasıl bir iyileşme sağladığını görmemiz mümkündür. 2010 yılında 8. sırada olan Almanya Endüstri 4.0 uygulamalarını takip ederek 2016 yılında üretim endeksi sıralamasında 3. sıraya yükselmiştir (Baldassarre, 2017: 639-640).

Tablo 5: Ülkelerin Üretim Gücü Sıralaması

| Sıra | 2010 | 2013 | 2016 | 2020 |
|------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
| 1 | Çin | Çin | Çin | Amerika |
| 2 | Hindistan | Almanya | Amerika | Çin |
| 3 | Kore | Amerika | Almanya | Almanya |
| 4 | Amerika | Hindistan | Japonya | Japonya |
| 5 | Brazilya | Kore | Kore | |
| 6 | Japonya | Taywan | Birleşik Krallık | |
| 7 | Meksika | Kanada | Taywan | |
| 8 | Almanya | Brazilya | Meksika | Birleşik Krallık |
| 9 | Singapur | Singapur | Kanada | |
| 10 | Polonya | Japonya | Singapur | |
| | | | | |
| 15 | | Birleşik Krallık | | |
| 17 | Birleşik Krallık | | | |

Kaynak: Global Manufacturing Competitiveness Index, 2016

Amerika yetenek ve teknolojiye yoğun yatırım yapan gelişmiş ekonomiler arasında liderliğe doğru yükselmekte ve rekabet gücünü artırmaktadır. Amerika bu sıralamada 2010 yılında 4. sırada yer alırken 2013’de 3. sıraya, 2016 da ise 2. sıraya yükselmiştir. 2020 yılına gelindiğinde ise birinci sıraya çıkacağı tahmin edilmektedir (Kesbiç ve Ramizov, 2018: 897).

Yeni endüstri devriminde entellektüel kaynaklar ülkelerin ve firmaların rekabet gücünü etkileyen ana etkenler haline geliyor. Entellektüel sermayenin firmaların performansı üzerindeki etkisini teyit eden çok sayıda ampirik çalışma mevcuttur. Bu bağlamda, geleneksel anlamda rekabete bakış ile Endüstri 4.0 ‘ın rekabet anlayışı arasındaki karşılaştırma Tablo 6’de özetlenmiştir.

Tablo 6: Endüstri 4.0 Kavramı Çerçevesinde Rekabet Gücünün Geleneksel Teorilerle Karşılaştırılması

| Tanım | Şirketlerin rekabet gücüyle ilgili geleneksel teoriler (kaynak tabanlı) | Endüstri 4.0 kavramı çerçevesinde rekabet gücü (bilişsel yöntem) |
|---|---|---|
| Rekabet avantajının temeli | Maddi kaynaklar | İnsan (Entellektüel sermaye) |
| Rekabet gücünü artırmaya yönelik önlemlerin birincil muhatabı | Tüketiciler, tedarikçiler, ortaklar, yatırımcılar | Geniş bağlamda bütün paydaşlar |
| Rekabet uygulamasının seviyesi | Bölgesel, küresel olarak daha az | Ağırlıklı olarak küresel |
| Rekabet gücünü artırmak için faaliyetlerin zaman ufku | Taktik (mevcut rakiplerin önüne geçerek endüstriye erişimde engeller yaratıyor) | Stratejik (uzun vadeli avantajlar yaratmak) |

Tablo 6’da da görüldüğü gibi Endüstri 4.0 rekabet gücüne yeni bir açılım getirmekte, rekabet avantajı sağlamanın geleneksel yolunu bilişsel olanla değiştirmektedir (Romanova ve diğerleri, 2017: 141).

Dünya Ekonomik Forumu tarafından son dönemde yayımlanan Küresel Rekabet Raporu, Dördüncü Endüstri Devrimi'nin ve dijital teknolojinin etkisi ile rekabet ortamının kökten değiştiğinin başka bir kanıtıdır. Dördüncü devrimin tam etkisi anlamak amacıyla yeni metodoloji kullanılıyor. İnsan sermayesi, çeviklik, esneklik, açıklık ve inovasyon gibi giderek daha önemli hale gelen faktörlere değiniliyor. Yeni endeks ekonomilerin rekabet gücünü belirlemek amacıyla 12 sütunda, 98 göstergeyle 140 ekonomiyi ölçmektedir. Bu endeks sıralamasına göre Amerika, Almanya, Japonya ve Birleşik Krallık gibi ülkelerde sadece üretim gücü olarak değil, aynı zamanda küresel rekabet gücü olarak da bir ilerleme görülmektedir. Aşağıdaki tablo bu bilgileri doğrular niteliktedir.

Tablo 7: Ülkelerin Küresel Rekabet Gücü Sıralaması

| Sıra | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 |
|------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|------------------|-------------------------|-------------------------|
| 1 | İsviçre | İsviçre | İsviçre | İsviçre | İsviçre | Amerika |
| 2 | Singapur | Singapur | Singapur | Singapur | Amerika | Singapur |
| 3 | Finlandiya | Amerika | Amerika | Amerika | Singapur | Almanya |
| 4 | Almanya | Finlandiya | Almanya | Hollanda | Hollanda | İsviçre |
| 5 | Amerika | Almanya | Hollanda | Almanya | Almanya | Japonya |
| 6 | İsveç | Japonya | Japonya | İsveç | Hong Kong | Hollanda |
| 7 | Hong Kong | Hong Kong | Hong Kong | Birleşik Krallık | İsveç | Hong Kong |
| 8 | Hollanda | Hollanda | Finlandiya | Japonya | Birleşik Krallık | Birleşik Krallık |
| 9 | Japonya | Birleşik Krallık | İsveç | Hong Kong | Japonya | İsveç |
| 10 | Birleşik Krallık | İsveç | Birleşik Krallık | Finlandiya | Finlandiya | Danimarka |

Kaynak: Global Competitiveness Index

Yıllar itibariyle baktığımızda, Amerika'nın 2013 yılında küresel rekabetçilik endeksinde 5. sırada yer alırken, 2018 yılı son açıklanan verilerde liderliğe doğru yükseldiğini görmekteyiz. Bunu Singapur, Almanya, İsviçre ve Japonya takip etmektedir. Bunun yanısıra 2016 ve 2017 yıllarında 5. sıraya doğru gerileyen Almanya, 2018 yılında küresel rekabette 3. sırada yer alıyor. Dolayısıyla ileri teknolojiye yatırım yapan ve Endüstri 4.0 politikalarını uygulayan Amerika, Almanya, Birleşik Krallık ve Japonya gibi ülkeler küresel rekabette ilerleme kaydediyorlar.

Dördüncü Endüstri Devrimi'nin belirleyici özelliklerinden biri de belirsizliktir. Geleneksel üretim modelinin gelişmiş üretime kıyasla payı zaman içinde değişecek. Ama ne ölçüde ve ne kadar hızlı gerçekleşecek sorusunun yanıtı bilinmemektedir. Ancak tek bilinen bir şey var ki, üretim sistemleri başka bir teknolojik devrimle yeni bir üretim modeline geçecek. Dolayısıyla her ülkenin bu değişime nasıl en iyi şekilde yanıt vereceğine karar vermesi gerekiyor. Bununla

birlikte her ülke gelişimin farklı aşamasında olduğundan dolayı, gelecek için kendi benzersiz stratejilerini oluşturmaları gerekmektedir. Her ülke için ortak yaklaşım yoktur. Dolayısıyla ülkelerin kasıtlı olarak farklı olmayı seçmeleri gerekiyor.

Eğitim, Dördüncü Endüstri Devrimi'nde doğru uygulanabilir bir ilerleme elde etmede en önemli faktörlerden biri haline geliyor. Ancak, eğitimi destekleyecek altyapı olmadan ilerleme kaydetmek pek de mümkün gözükmemektedir. Dolayısıyla eğitime yatırım yapılması büyük önem arz etmektedir. Ancak ne tür bir eğitimin gerekli olduğuna karar vermek çok daha önemlidir. Bilgisayar bilimi ve kodlama dilleri hakkında gittikçe daha fazla bilgi sahibi olmak son derece önemli olacaktır. Etkili iletişim becerileri ve duygusal zeka da, robotların henüz tam olarak başaramadıkları bir şey olduğu için hayati öneme sahiptir (Childers, 2019).

Dünya Ekonomik Formu Dördüncü Endüstri Devrimi'nde rekabet gücünü elinde tutmak isteyen ülkelerin dikkat etmesi gereken bazı noktalara değinmektedir. Bunlar aşağıdaki gibidir:

Gelecekte daha hızlı büyümek, oluşabilecek şoklara karşı daha dayanıklı olmak isteyen tüm ekonomiler mevcut gelir düzeyi ve güçlü olduğu alanlardan bağımsız olarak verimlilik üzerine odaklanmalıdırlar. Rekabet gücü ile gelir düzeyi arasında sıkı bir ilişki olsa da bazı ekonomiler bu konuda iyi performans gösterirken, bazıları rekabet sürecinde geride kalabiliyor. Sahip oldukları gelir seviyelerine göre düşük performans gösteren ekonomiler, rekabet edebilirliklerini artırmadan bu seviyeyi sürdürmekte zorluk çekebilirler. 12 rekabet gücü kriterinden hiçbiri diğerinin yokluğunu karşılamıyor. Sağlam bir finansal sistem zayıf olan fiziksel altyapıyı telafi etmiyor. Bu nedenle ülkelerin 12 adımın hepsini takip etmeleri gerekmektedir.

Ülkenin sosyal anlamda kalkınması ve rekabet edebilirliği birbirini ikame etmemektedir. Bir nüfusun sağlığı, eğitimi ve yetkinlikleri verimliliğin kilit unsurlarındandır. Doğru becerilere sahip çalışanlar sürecin dışında kalmak yerine dijital dönüşümü yönetenler olmalıdır. Dördüncü Endüstri Devrimi'nde büyüme ve esnekliğin temel yapı taşı olan insana yatırım göz ardı edilecek bir konu değildir.

Ekonomilerin açık olması rekabet edebilirlik açısından itici güçtür. Daha açık ekonomiler daha yenilikçi ve piyasaları daha rekabetçidir. Ancak açıklığın tanımı ticaretin ötesinde insanların hareket özgürlüğü ve fikir alışverişini içermelidir. Bunun yanısıra sınırlararası işbirliği ve dinamik inovasyon ekosistemi önemlidir.

İnovasyon, tüm gelişmiş ekonomiler için bir zorunluluk haline gelirken artan sayıda gelişmekte olan ekonomiler için ise bir önceliktir. Bilimsel yayınlar, Ar-Ge harcamaları, patent başvuru sayıları, araştırma kurumları inovasyon kapasitesini artırma konusunda önemli olsa da yeterli değildir. İyi fikirlerin ticarileşme aşamasına geçmesi için manevi faktörlerde aynı derecede önemlidir. Bu manevi faktörler; şirketlerin yıkıcı fikirleri kucaklayabilmesi (ABD'nin lider olduğu konu), girişimcilerin riske yönelik tutumları (İsrail'in lider olduğu konu), işgücündeki çeşitlilik (Kanada'nın lider olduğu konu) şeklinde gösterilebilir.

Güvenlik, mülkiyet hakları, sosyal sermaye, şeffaflık ve etik, kamu sektörü performansı gibi konularda zayıf olan kurumlar birçok ülkede rekabet gücünü ve refahı engellemektedir. İncelenen 140 ekonomiden 117'sinde ülkelerin sahip oldukları kurumların performansı rekabetçiliği negatif olarak etkiliyor. Bu nedenle hükümetler kurumsal çerçevenin güncel ve geleneksel yönlerine dikkat etmelidirler. Örneğin basın özgürlüğü konusunda en iyi notu Norveç alırken, fikri mülkiyetin korunması konusunda Finlandiya başı çekmektedir.

Ekonomileri güçlü kılacak olan bir diğer önemli nokta ise, sürekli değişen dünyada tüm paydaşların (bireyler, hükümetler ve şirketler) uyum içerisinde olması ve dönüşüm yeteneğidir. Özellikle hükümetlerin yasal çerçeveyi dijital iş modellerine uyarlaması, iş yapmak için güvenli ve istikrarlı bir ortam sunması ve uzun vadeli planlara sahip olması gerekmektedir. Geleceğe en hazır ülke olarak Singapur ilk sırada yer alırken, arkasından Lüksemburg ve Amerika gelmektedir. Öte yandan Brezilya, Yunanistan ve Venezuela ise geleceğe hazır olma bakımından en son sıralarda yer alıyor.

İnovasyon, verimlilik artışının ve değer yaratmanın kritik bir tetikleyicisidir. Dördüncü Endüstri Devrimi'nde üzerinde durulması gereken önemli bir konudur. Bir ülkenin yenilik yapma kapasitesi sayısız faktörden oluşan geniş ve karmaşık bir ekosistemin kalitesine bağlıdır. Ar-Ge yatırımı, teknoloji ve finansman gibi geleneksel faktörlerin ötesinde esneklik, fikirlere açıklık, işbirliğine istekli olma ve risk alma gibi somut olmayan unsurlar kritik rol oynamaktadır. İnovasyon sadece bir laboratuvarında değil, her yerde olur ve sonuçları ürünlerden, mal ve hizmetlere, iş dünyasına kadar her şeyi etkiler. Küresel çapta inovasyon yarışması kaçınılmaz olarak artıyor. Yeni rakipler uluslararası pazarlara girmeye çalışıyorlar. Değer yaratma zincirleri gittikçe daha fazla uluslararası ve karmaşık hale geliyor. Rekabet gücünün artırılması için gerekli temeller; iyi eğitim, güçlü temel ve uygulamalı

bilimsel araştırmalar, endüstride ve hizmetlerde yeni başlayanlar için güçlü bir adımdır. Ancak yeni devrimde inovasyonun da anlamı güncellenmelidir. Bir ülkenin yenilikçi olma kapasitesi sadece bilimsel bilgi üreten değil, aynı zamanda hizmet sektörü de dahil olmak üzere tüm endüstrilere ve topluma büyük ölçüde daha esnek, birbirine bağlı, yeni fikirlere ve iş modellerine açık olmasını sağlayan bir ekosistem oluşturmak olarak düşünölmelidir. Gerçekten yenilikçi olmak için bir ülke sadece patentleri yayımlamak, bilim ve teknoloji alanında araştırma ve geliştirmeye destek sağlamakla kalmamalı, aynı zamanda yaratıcılık ve girişimciliği teşvik eden, işbirliğini artıran, açık fikirli bireyleri ödüllendiren ağa bağlı, bağlantılı bir ortam sağlamalıdır. Böyle bir ekosistemde eğitim modelinin de modernleştirilmesi gereklidir. Bahs ettiğimiz eğitim yaşam boyu öyrenim fırsatları sunmalı, öğrencileri eleştirel düşünmeyi, farklı geğmişlere sahip bireylerle işbirliği yapmayı, farklı bakış açlarına ve fikirlere maruz kalmalarını sağlamalıdır (Word Economic Forum, 2018).

3.1.2. Endüstri 4.0 Sürecinde Türkiye'nin Durumu

Türkiye'de genel olarak Endüstri 4.0'a çok büyük ilgi var. Ancak adaptasyon seviyesinin ileri olduğunu söylemek pek mümkün değil. Sürükleyici sektör olarak otomotiv sektörü Endüstri 4.0'a adapte olmada öncülük ediyor. Sanayi sektörü Türkiye'nin GSYİH'sinin yaklaşık % 30'na karşılık gelmektedir. Ayrıca Türkiye farklı sektörlerde yerel üretimi artırmak adına bazı hedefler belirlemektedir. Türkiye'nin Endüstri 4.0'ı yakalamasının ülkenin rekabetçiliği açısından son derece önemli olduğunu fark eden bazı kuruluşlar, Türkiye'nin bu devrime hazırlığı ve olgunluk düzeyine ilişkin değerlendirme çalışmalarını yapmaktadırlar. Bu çalışmalar gösteriyor ki, Türkiye'nin gerçek plan çizmesi ve buna göre hareket etmesi son derece önemlidir. Yakın tarihte (2016 yılında) TÜBİTAK'ın Ar-Ge desteği için başvuran 1.000 şirket ile yaptığı çalışma, Türkiye'deki endüstri düzeyinin Endüstri 2.0 ve 3.0 arasında olduğunu göstermektedir. Ar-Ge'ye yapılan yatırım eksikliği Türkiye'nin Endüstri 4.0'a geç kalmasının nedenlerinden biridir. Araştırma sonucunda endüstriyel olgunluk seviyesinin malzeme, bilgisayar, elektronik ve optik sanayi, otomotiv ve beyaz eşyalarda daha yüksek olduğu görölmüştür. Bu sonuçlara, araştırılan şirketlerin ve onların yatırım planlarının farkındalık derecesine göre değerlendirilerek ulaşılmıştır. Şirketlerin % 22 si tam olarak bilgi sahibi iken, % 59'u genel bilgiye sahip, % 19'u ise hiç bilgi sahibi değil.

Danish Institute of Industry 4.0 tarafından hazırlanan “Küresel Endüstri 4.0 Hazırlık Raporu 2016” 120 ülke arasında bir sıralama yapmaktadır. Sadece yeterli verilere sahip ülkeler bu sıralamaya dahil edilmektedir. Ancak, dünyadaki her bölge raporda bir veya birkaç ülke ile temsil edilmektedir. Endüstri 4.0’a hazırlık toplam 23 bileşenden oluşan 7 ana başlıkta değerlendirilmektedir. Bu rapora göre Türkiye Endüstri 4.0’a hazırlık sıralamasında 55. sırada yer alıyor. Bu sıralamada ilk üçte sırasıyla Singapur, İsviçre ve Finlandiya yer almaktadır (Danish Institute of Industry 4.0, 2017: 10). Türkiye yenilik yeteneğinde 82. sırada, teknolojik gelişmişlik sıralamasında ise 47. sırada konumlanmaktadır.

Türkiye'nin büyüyen ekonomisi, genişleyen orta sınıf, genç nüfus (ortalama yaş: 29), dinamik girişimcilik sınıfı ve Avrupa, Asya ve Afrika arasında köprü olarak avantajlı coğrafi konumu ülkeyi önemli bir üretim ve dağıtım merkezi haline getirmiştir. Gelişmiş üretim teknolojileri Türkiye genelinde giderek daha fazla uygulama alanı buluyor. En çok gelecek vaat eden endüstriler otomotiv ve havacılık endüstrileridir. Buna ek olarak dayanıklı tüketim malları, elektronik, kimyasallar, makineler, çelik, inşaat, tekstil, enerji ve madencilik endüstrileri küresel ileri üretim trendlerini benimsemeye en aktif olanlardır (U.S. Commercial Service, 2018: 24).

3.1.3. Endüstri 4.0 Sürecinde Türkiye'nin Rekabet Gücü

Dünya Ekonomik Forum'u tarafından 2018 yılında yayımlanan “Üretimin Geleceğine Hazırlık” isimli rapor gelecekte üretimin değişen doğasını şekillendirmek ve bunlardan yararlanmak için, ülkelerin bu gün ne kadar iyi hazırlanmış olduklarını analiz ediyor. Bu rapora göre üretim sistemlerinin küresel dönüşümü zor olacak. Ayrıca gelecekte üretim giderek kutuplaşmaya başlayabilir. Ülkelerin gelecekteki üretime ne kadar hazır olduklarını belirlemek amacıyla Küresel Üretim Katma Değerinin ve genel Gayri Safi Yurtiçi Hasıla'nın % 96'sını oluşturan 100 ülke ve ekonomisi değerlendirilmiştir. Değerlendirme iki ana bileşenden oluşmaktadır: üretim yapısı veya bir ülkenin mevcut üretim temeli ve bir ülkeyi Endüstri 4.0'dan faydalanacak şekilde konumlandırın kilit unsurlar. Değerlendirme bugünkü performanstan ziyade geleceğe hazırlığı ölçmektedir. Rapor sadece bir ülkede en yüksek performans gösteren alanları değil, tüm ülkeyi ortalama olarak değerlendiriyor. Değerlendirmeye dahil olan 100 ülkeden Avrupa, Kuzey Amerika ve Doğu Asya'dan sadece 25 ülke lider ülkeler sıralamasında veya üretimin değişen

doğasından yararlanmak için en iyi konumdadır. Bu 25 ülke hâlihazırda Küresel Üretim Katma Değerinin % 75'inden fazlasını oluşturuyor.

Tablo 8: Üretimin Geleceğine Hazırlık Değerlendirmesi Sonuçları, 2018

| Ülkeler | Üretim Yapısı | | Üretim Etkenleri | |
|---|---------------|-----------|------------------|-----------|
| | Puan | Sıra | Puan | Sıra |
| Öncü Ülkeler | | | | |
| Avusturya | 7.46 | 9 | 6.79 | 18 |
| Belçika | 6.51 | 24 | 6.80 | 17 |
| Kanada | 5.81 | 33 | 7.54 | 7 |
| Çin | 8.25 | 5 | 6.14 | 25 |
| Çek Cumhuriyeti | 7.94 | 6 | 6.01 | 26 |
| Danimarka | 6.29 | 27 | 7.20 | 10 |
| Estonya | 5.75 | 34 | 6.00 | 27 |
| Finlandiya | 7.00 | 14 | 7.16 | 11 |
| Fransa | 6.87 | 18 | 6.89 | 14 |
| Almanya | 8.68 | 3 | 7.56 | 6 |
| İrlanda | 7.34 | 10 | 6.85 | 15 |
| İsrail | 6.43 | 25 | 6.24 | 23 |
| İtalya | 6.99 | 15 | 5.90 | 30 |
| Japonya | 8.99 | 1 | 6.82 | 16 |
| Kore Cumhuriyeti | 8.85 | 2 | 6.51 | 21 |
| Malezya | 6.81 | 20 | 6.51 | 22 |
| Hollanda | 6.32 | 26 | 7.75 | 5 |
| Polonya | 6.83 | 19 | 5.83 | 31 |
| Singapur | 7.28 | 11 | 7.96 | 2 |
| Slovenya | 6.80 | 21 | 5.71 | 32 |
| İspanya | 6.05 | 29 | 6.23 | 24 |
| İsveç | 7.46 | 8 | 7.40 | 9 |
| İsviçre | 8.39 | 4 | 7.92 | 3 |
| İngiltere | 7.05 | 13 | 7.84 | 4 |
| ABD | 7.78 | 7 | 8.16 | 1 |
| Mevcut Üretim Tabanı Güçlü Ancak Gelecek İçin Riskli Ülkeler (Legacy Grup) | | | | |
| Macaristan | 6.96 | 17 | 5.30 | 42 |
| Hindistan | 5.99 | 30 | 5.24 | 44 |
| Litvanya | 5.92 | 31 | 5.42 | 37 |
| Meksika | 6.74 | 22 | 5.04 | 46 |
| Filipinler | 6.12 | 28 | 4.51 | 66 |
| Romanya | 6.61 | 23 | 4.93 | 52 |
| Rusya | 5.71 | 35 | 5.30 | 43 |
| Slovak cumhuriyeti | 6.98 | 16 | 5.33 | 40 |
| Tayland | 7.13 | 12 | 5.45 | 35 |
| Türkiye | 5.87 | 32 | 4.90 | 57 |

Kaynak: World Economic Forum. Readiness for the Future of Production Report 2018

Tablo 8'de görüldüğü gibi Türkiye'nin de içinde bulunduğu ülke grubu, 10 ülkeden oluşmaktadır. Bu ülkeler küresel Üretim Katma Değerinin yaklaşık olarak % 10'nu oluşturmaktadır. Söz konusu ülkeler şu anda güçlü bir üretim yapısına sahip olmakla, birlikte üretim güçleri gelecek üretim için düşük hazırlık düzeyi

sergilemektedir. Üretimi artıracak olan etkenlere (Drivers of production) yetersiz yatırım yapan legacy grup ülkeleri gelecekteki gelişmiş üretim yapısını yakalamak anlamında risk taşıyorlar. Eğer bu risker doğru bir şekilde yönetilemezse, Türkiye'nin de içinde bulunduğu bu ülkeler sanayisizleşmeyle karşılaşabilirler (Word Economic Forum, 2018).

Tablo 9: Türkiye'nin Gelecekteki Üretime Hazırlığı

| Üretim Etkenleri 4.9 | | | |
|-----------------------------|---------|------|---------|
| | Ağırlık | Sıra | Puan/10 |
| Teknoloji ve İnovasyon | 20% | 54 | 4.2 |
| İnsan Kaynağı | 20% | 72 | 4.5 |
| Küresel Ticaret ve Yatırım | 20% | 57 | 5.1 |
| Kurumsal çerçeve | 20% | 64 | 4.8 |
| Sürdürülebilir Kaynaklar | 5% | 51 | 6.3 |
| Talep Ortamı | 15% | 26 | 5.8 |
| Üretim Yapısı 5.87 | | | |
| Karmaşıklık | 60% | 42 | 5.9 |
| Ölçek | 40% | 18 | 5.8 |

Kaynak: Word Economic Forum. Readiness for the Future of Production Report 2018.

Türkiye üretim yapısı bileşeninde 5.87/10 puanla dünya sıralamasında 32. sırada yer alırken, üretime etki edenler etkenler sıralamasında 4.9/10 puanla 57. sırada yer alıyor.

Tablo 10: Üretimin Geleceğine Hazırlık: Türkiye'nin Alt Endekslerinin Değerlendirmesi

| Endeks Bileşeni | Sıra/100 |
|--|-----------|
| 1. Üretim yapısı | 32 |
| Üretim Yapısı Alt Bileşenleri | |
| Ekonomik karmaşıklık | 55 |
| Ölçek | 50 |
| İmalat katma değeri (%GSYİH) | 29 |
| 2. Üretim Etkenleri | 57 |
| Üretim Etkenleri Alt Bileşenleri | |
| Bileşen 1: Teknoloji ve Yenilik | 54 |
| İnternet Kullanıcıları (% nüfus) | 62 |
| Doğrudan yabancı yatırımlar ve teknoloji transferi | 54 |
| BİT'lerin yeni hizmetler ve ürünler üzerindeki etkisi | 48 |
| Yıkıcı fikirleri benimseyen şirketler | 92 |
| Çok paydaşlı işbirliği | 67 |
| Ar-Ge Harcamalarının GSYİH içindeki payı | 58 |
| Patent başvuruları (başvuru sayısı/ milyon nüfus) | 47 |
| Risk sermayesi anlaşma hacmi | 35 |
| Bileşen 2: İnsan Kaynağı | 72 |
| Mevcut İnsan Kaynağı | 74 |
| İmalat istihdamı (% çalışan nüfus) | 10 |
| Bilgi yoğun istihdam (% çalışan nüfus) | 64 |
| Kadınların işgücüne katılımı (oran) | 84 |
| Bilim insanı ve mühendis sayısı | 45 |
| Gelecek İşgücü | 57 |
| Üniversitelerin kalitesi | 18 |
| Matematik ve fen eğitiminin kalitesi | 80 |
| Mesleki eğitimin kalitesi | 97 |
| Öğretimde eleştirel düşünme | 100 |
| İşbaşı eğitimi | 79 |
| Bileşen 3: Küresel Ticaret ve Yatırım | 72 |
| Ticaret (%GSYİH) | 78 |
| Lojistik performans | 34 |
| Yatırım | 28 |
| Greenfield yatırımları (ABD doları) | 19 |
| Doğrudan yabancı yatırım girişleri (ABD doları) | 22 |
| Özel sektöre yurtiçi kredi (%GSYİH) | 41 |
| Altyapı | 44 |
| Taşıma Altyapısı | 24 |
| Elektrik Altyapısı | 73 |
| Bileşen 4: Kurumsal Çerçeve | 64 |
| Yolsuzlukla Mücadele | 54 |
| Hukukun üstünlüğü | 64 |
| Bileşen 5: Sürdürülebilir Kaynaklar | 51 |
| Sürdürülebilirlik | 51 |
| Alternatif ve nükleer enerji kullanımı (% toplam enerji kullanımı) | 72 |
| Atık su arıtma | 49 |
| Bileşen 6: Talep Ortamı | 26 |
| İç ve Dış talep | 14 |
| Pazar büyüklüğü | 14 |
| Pazar hakimiyetinin kapsamı | 49 |

Kaynak: World Economic Forum. Readiness for the Future of Production Report 2018

Yukarıdaki tablodan da görüldüğü gibi Türkiye talep ortamı bileşeninde 26. sırada yer alıyor. Bu durum Türkiye'nin güçlü bir talep yapısına sahip olduğunu gösteriyor. Ayrıca güçlü bir üretim yapısına da sahip. Ancak bazı problemler var. Örneğin, Türkiye yeni nesile eleştirel düşüncüyü aktarmada 100. sırada yer alıyor. Üniversitelerin kalitesinde 18. Sıradayken, matematik ve fen eğitimi kalitesinde 80, mesleki eğitim kalitesinde ise 97. sırada konumlanmış durumda. Ayrıca, üretimi tetikleyen etkenler konusunda da kötü performans sergilediği görülüyor.

Bu raporun sonuçlarına göre gelecekte tüm ülkeler ileri üretim sistemlerini benimsemeyebilir. Düşük maliyetli işgücüne sahip bazı ülkeler, kısa vadede sahip oldukları halen mevcut olan paradigma çerçevesinde geleneksel üretim yöntemlerinden yararlanabilirler. Diğer ülkeler ikili bir yaklaşım izleyebilir. Bazı alanlarda gelişmiş üretim, bazı alanlarda ise geleneksel üretime devam edebilirler. Gelişmiş ülkeler ise öncelikle ileri üretime odaklanabilirler. Her ülkenin kendisini farklılaştırması ve rekabet avantajı sağlamak için kendi benzersiz stratejisini oluşturması gerekiyor. Türkiye'nin de içinde bulunduğu legacy grup ülkelerinin, daha gelişmiş üretim sağlayabilen öncülükler ile daha düşük maliyetli işgücü sunabilen nascent (mevcut taban zayıf gelecek için risk altında) ülkeleri arasında sıkışmaktan kaçınmaları gerekir. Bunun için ise kurumsal çerçevenin iyileştirilmesi, insan sermayesine yatırım yapılması, teknoloji platformlarının ve inovasyon kapasitesinin artırılması ile başlanabilir. Çünkü bu grup ülkeler ortalama olarak bu üç alanda kötü performans göstermektedir. Ayrıca, rapor kamu-özel işbirliğinin dönüşümü hızlandırması açısından birlikte çalışmasını önermektedir. Her ülke sadece kamu ve ya özel sektörün tek başına çözemeyeceği zorluklarla karşı karşıyadır (World Economic Forum, 2018).

Türkiye'nin Endüstri 4.0'a uyum sağlayamaması riski düşük maliyetli bir dış kaynak ülkesi olarak kalmak ve orta teknolojiden daha ileriye gidememektir. Dış ticaret açığı üzerinde büyük etkisi olan yüksek katma değerli ürünleri ithal etme, düşük maliyetli ürünleri ise ihraç etme riskiyle karşı karşıyadır. Ayrıca, Türkiye gelişmiş ekonomiler yerine gelişmekte olan ve daha az gelişmiş ülkelere ihracat yapma problemiyle de karşılaşabilir. Bu dönüşümü gerçekleştirebilmek için Türkiye'nin gerekli yüksek vasıflı işgücü, yüksek teknoloji ürünlerinin düşük ihracat payı gibi eksikliklerinin ve zorluklarının farkında olması gerekmektedir. Bu zorluklarla yüzleşmek ve endüstriyel gelişimi hızlandırmak için Türkiye'nin zaman ve para yatırımı yapması gerekiyor. Türkiye küresel ekonomide sahip olduğu rolü

değiştirecek dev bir dönüşüm gerçekleştirme fırsatına ve büyüyen işgücüne sahip genç bir ülkedir. Tüm paydaşların, Türk endüstrisini önde gelen ülkeler arasına taşıyacak ve Türkiye'nin rekabet gücünü artırmak için son derece önemli bir fırsat olan Endüstri 4.0'a odaklanmaları ve bu doğrultuda çalışmaları gereklilik olmakla birlikte, bir o kadar da aciliyet gerektirmektedir (Advantis Consulting Turquie ve Swiss Business Hub Turkey, 2017: 35-38).

Küresel dünyada rekabetin artmasının yanısıra, bazı gereksinimlerde artmaktadır. Bir yandan yeni ileri teknoloji malzemeleri, daha düşük üretim maliyetleri, daha kısa inovasyon döngüsü diğer yandan daha fazla ürün çeşitliği, kaynak ve çevre dostu üretim süreçleri, lojistik ve daha birçok yönü. Bütün bunlar ve daha fazlası yenilikçi çözümler gerektiriyor. Bu zorlukların üstesinden gelebilmek için Türkiye'nin yapması gereken bazı şeyler var. Türkiye bir inovasyon merkezi haline gelebilmek için ileri teknoloji ürün üretimine daha fazla önem vermek zorundadır. İleri teknoloji ürünlerin imalat sanayisinde en yüksek katma değere sahip ürünler olduğundan dolayı, rekabet gücünü önemli ölçüde artırmaktadır. Türkiye'de yüksek teknoloji yüksek katma değer yaratmasına rağmen, yüksek teknoloji ihracatına pek fazla yansımamaktadır. Bunun en önemli sebebi, ileri teknoloji ürünlerinin üretilmesinde kullanılan yerli girdi payının az olmasıdır. Bu da yaratılan katma değer Türkiye'de kalmayıp dışarı çıkması anlamına geliyor. Diğer bir konu ise yüksek teknolojide kullanılan hammaddenin normalden daha pahalı olmasıdır ki, bu da ithalat hacmini artırmaktadır. Bu durum Türkiye'nin ileri teknoloji ihracatı ile dünya toplam ileri teknoloji ihracatından aldığı payı azaltmaktadır. Peki yüksek teknolojiyi nasıl artırabiliriz ve ya yüksek teknolojiyi belirleyen temel etkenler nelerdir? Dünya Bankası'nın tanımına göre yüksek teknoloji ihracatçı sektörler, havacılık, bilgisayar, ilaç, bilimsel aletler ve elektrikli makineler gibi yüksek Ar-Ge yoğunluğuna sahip sektörlerdir. Burada yüksek teknolojiyi belirleyen önemli bileşenler üzerinde durulacaktır. Bunlardan biri, Ar-Ge harcamalarının miktarıdır. Ar-Ge harcamalarının GSYİH'ya oranı ülkedeki Ar-Ge harcamalarının yoğunluğunu göstermektedir. Dünyada Ar-Ge yoğunluğunun rakamları incelendiğinde Kore, İsrail, Japonya, Danimarka ve İsviçre gibi ülkelerin yüzde 3 ile 4.5 arasında ilk başı çektiği görülmektedir. Bu sıralamayı ABD, Birleşik Krallık ve Almanya gibi ülkeler takip etmektedirler. Türkiye'de ise bu oran yüzde 1 seviyesindedir. Ar-Ge harcamalarının artırılması ileri teknoloji ihracatını olumlu bir şekilde etkilemektedir. Bir diğer konu ise teknoloji-yenilik üretme ölçüsü olarak

bilinen patent sayılarıdır. Patent başvuruları yenilikçi fikirlerin ticatileşmesini yansıtmaktadır ve ülkenin yenilik ekosistemini ne kadar benimsediğini gösteren temel referans noktasıdır. Patent başvuru ve tescil sayıları karşılaştırmalı olarak analiz edildiğinde, Türkiye'nin gelişmiş ekonomilere göre geride kaldığı görülmektedir. Ayrıca Türk Patent Enstitüsü verilerine göre ABD ve Almanya Türkiye'de, Türkiye'den çok daha fazla tescil başvurusunda bulunmaktadır (Türkiye Bilişim Derneği, 2018: 23). Patent konusu diğer taraftan Ar-Ge harcamalarına da etki etmektedir. Çünkü yeni bir buluş veya üretim tekniğinin patentin sahibi olan firmaların izni olmadan kullanmak mümkün değildir. Dolayısıyla buda Ar-Ge'ye yapılan yatırımları engellenmektedir. Son yıllarda patent başvurularının ileri teknoloji alanlarında artış gösterdiği gözlemlenmektedir. Bunun sebebi daha fazla kar oranının olmasıdır ki, bu da firmaların ve ülkelerin rekabet gücünü artırmaktadır.

Endüstri 4.0'ın rekabet gücünden bahs ederken, gelişmiş ülkeler ve gelişmekte olan ülkeler açısından farklı değerlendirme yapmak ve bu ülkelerin sahip olduğu avantajlara ve dezavantajlara değinmekte fayda vardır. Gelişmekte olan ekonomiye sahip ülkelerin gelişmiş ekonomiye sahip ülkeler ligine çıkarak orada rekabet edebilmeleri, söz konusu ülkelerin ekonomik büyüme oranını ve kalitesini artıracak derin dönüşümler yapması ile mümkündür. Bunun nedeni gelişmiş ekonomik sistemlerin lider olmalarına olanak tanıyan, yüksek katma değere sahip ileri teknoloji ve yenilikçi mal ve hizmet üretmeleridir. Dolayısıyla, bu ülkelerin Endüstri 4.0'ı sahiplenmesi ilgili ülkelerin aktif bir büyüme gerçekleştirmesi ve küresel rekabette seviye atlamaları için bir fırsattır. Gelişmiş ülkeler açısından Endüstri 4.0, gittikçe artan rekabet ortamında sahip oldukları rekabetçi pozisyonu korumak olmaktadır. Gelişmekte olan ülkeler ise Endüstri 4.0'ı, var olan rekabetçi ortama girebilme fırsatı olarak görmektedirler. Bu nedenle bu devrim diğerlerinden farklı olarak rekabet ortamını değiştirmekle kalmayıp, ülkelerin rekabet sıralamasını da derinden etkilemektedir. Nitekim bunu Küresel Rekabetçilik Endeks 4.0 da görmekteyiz. Endüstri 4.0 politikalarını uygulayan ülkeler rekabet gücü sıralamasında üst sıralara doğru gitmektedirler. Peki bu bilgi transferinin yoğun olduğu ve bazı sektörlerin hızlı bir şekilde yıkılarak yenilerinin inşa edildiği bu çağda, gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerin sahip oldukları avantaj ve dezavantajlar nelerdir?

Gelişmekte olan birçok ülke şu anda yeterli üretim kapasitesine sahip değil ve onlar yabancı yatırımcıları çekebilmek için ucuz işgücüne güvenmektedirler. Bunun

yanısıra Endüstri 4.0'ın ortaya çıkmasıyla, bir çok üretim tesisinin gelişmekte olan ülkelerden çıkararak, kendi ülkelerine geri gitmesi söz konusudur. Bu nedenle söz konusu ülkelerin, var olan bu yıkıcı değişikliklere hazırlanması gerekiyor. Bunun yanısıra, içinde Türkiye'nin de bulunduğu gelişmekte olan ülkelerin bir avantajı genç nüfusa sahip olmasıdır. Burada kritik nokta sahip olunan bu insan kaynağının iyi eğitilmesidir. Gelişmiş ülkelerin ise en büyük dezavantajı, sahip oldukları nüfusun yaşlı olması ve giderek daha hızlı bir şekilde yaşlanmasıdır. Gerçekleşen yıkıcı değişimlere genç nüfus daha hızlı adapte olurken, yaşlı nüfusun adapte olması çok zordur.

Rekabet gücü açısından değerlendirecek olursak, bu dijital dönüşüm gelişmekte olan ülkeler için büyük bir fırsat olarak görülmektedir. Endüstri 4.0'a hızlı bir biçimde adapte olacak herhangi bir gelişmekte olan ülke, kendini gelişmiş ülke statüsüne taşıyarak, küresel pazarda sahip olduğu payı artırabilir. Bu fırsat Türkiye içinde geçerlidir. Türkiye eğer bu dönüşüme uyum sağlayabilirse, küresel değer zincirinde sahip olduğu yerini daha da güçlü hale getirebilir. TÜSİAD tarafından yayımlanan rapora göre, Türkiye'nin rekabet gücü yüksek olan ekonomiler arasında arasına girebilmesi için küresel düzeyde yeni gelişmeleri takip etmesi ve Endüstri 4.0'ı uygulayan öncü ekonomiler arasında yer alması gerekmektedir. Daha önce de belirtildiği gibi, bu devrimle birlikte rekabet gücünü belirleyen etkenler de değişiklik ve çeşitlilik göstermektedir. Dolayısıyla türk sanayisinin, rekabetçilikte temel faktörleri olan işgücü ve lojistik avantajının bu dönemde kaçınılmaz baskılara maruz kalacağı görülmektedir (Tüsiad, 2016: 13).

Dünya Ekonomik Forum'na göre Türkiye, rekabet gücü sıralamasında Kolombiya'dan sonra 61. sırada yer alıyor. İlk sıraları Amerika, Singapur, Almanya, İsviçre ve Japonya gibi zengin ve refah toplumu ülkeler paylaşıyor. Refah, inovasyon ve şeffaflık gibi diğer alt endekslere baktığımızda ise, üst sıralarda aynı ülkelerin olduğunu görmekteyiz. Bu ülkeleri zengin ve refah toplumu haline getiren şeyin teknoloji olduğu konusunda hemfikiriz.

Tablo 11: Ülkelerin 2018 Yılı Rekabet Gücü Sıralaması

| Ülke | Rekabet Sıralaması | Yüksek Teknoloji/İhracat |
|----------|--------------------|--------------------------|
| Amerika | 1 | 20% |
| Singapur | 2 | 49% |
| Almanya | 3 | 17% |
| İsviçre | 4 | 27% |
| Japonya | 5 | 16% |
| Türkiye | 61 | 2% |

Kaynak: Dünya Bankası, Word Economic Forum 2018

Katma değeri artırmanın ve yüksek teknolojik ürün üretmenin yolunun teknolojik ilerlemeden, yenilikten, tasarımdan ve yazılımdan geçtiği bu dönemde, Türkiye ve benzeri ülkeler daha çok düşük-orta teknoloji ürünler üretmektedirler. Türkiye'nin imalat sanayisine baktığımızda, düşük ve orta düşük teknoloji ürünlerin daha çok ağırlıklı olduğunu görmekteyiz. Endüstri 4.0'ın ortaya çıkmasıyla birlikte Türkiye'nin daha çok katma değerli ürünler üretmesi ve bunları ihraç etmesi ihtiyacı doğmaktadır.

Tablo 12: Türkiye'nin 2010-2017 Yılları Arasında Teknoloji Düzeyine Göre İhracat ve İthalat Miktarları

| Yıllar | Düşük Teknoloji | | Orta-Düşük Teknoloji | | Orta Yüksek Teknoloji | | İleri teknoloji | |
|--------|-----------------|---------|----------------------|---------|-----------------------|---------|-----------------|---------|
| | İhracat | İthalat | İhracat | İthalat | İhracat | İthalat | İhracat | İthalat |
| 2010 | 34.397 | 20.428 | 33.537 | 41.598 | 33.933 | 62.226 | 3.600 | 21.115 |
| 2011 | 40.747 | 24.883 | 40.969 | 55.925 | 40.315 | 79.450 | 3.931 | 23.673 |
| 2012 | 43.497 | 23.291 | 54.225 | 56.598 | 40.745 | 73.774 | 4.799 | 22.571 |
| 2013 | 46.700 | 25.049 | 43.329 | 66.504 | 44.540 | 81.012 | 4.789 | 24.258 |
| 2014 | 52.607 | 25.344 | 42.934 | 56.914 | 44.503 | 79.120 | 5.015 | 26.364 |
| 2015 | 47.070 | 22.456 | 39.696 | 44.215 | 42.725 | 73.904 | 4.899 | 26.246 |
| 2016 | 46.832 | 21.014 | 37.864 | 42.841 | 44.219 | 75.029 | 4.681 | 28.360 |
| 2017 | 48.986 | 21.346 | 41.597 | 62.145 | 50.873 | 78.431 | 5.709 | 28.823 |

Kaynak: TÜİK

Tablodan da görüldüğü gibi ileri teknoloji ihtalatında önemli derecede artış yaşanırken, söz konusu artış ihracat kaleminde çok daha azdır. 2017 yılı itibariyle ihracatın teknoloji düzeyine göre dağılımında ise ileri teknoloji ürünlerin payı yaklaşık % 3 seviyesindedir. Endüstri 4.0 ile birlikte Türkiye ileri teknoloji ihracatını

artırarak gelişmiş ve refah toplumu ülkeler liginde rekabet etmeyi ve pazar payını artırmayı hedeflemektedir. Eğer geç kalırsa ülkenin pazar olma ihtimali yüksektir.

Endüstri 4.0 terimi analog, fiziksel üretim dünyasının dijital veri işleme dünyası ile birleştirilmesi anlamına geliyor. Bu nedenle ülkelerin endüstriyel yeterliliklerinden yararlanabilmeleri için öncelikle sanayi ve bilgi iletişim teknolojileri sektörünün bu dönüşüme iyi hazırlanması gerekmektedir. Sanayi ve Bilgi iletişim sektörünün yarattığı katma değer, bu sektörlerle ayrılan Ar-Ge miktarı ve ilgili sektörlerin ihracat payı önem arz etmektedir. Dolayısıyla, bu sektörlerde yapılan iyileştirmeler ülkenin Endüstri 4.0 bağlamında rekabet gücünü artırmaktadır.

IMD Dünya Dijital Rekabetçilik (WDC) sıralaması ülkelerin devlet uygulamalarında, iş modellerinde ve genel olarak toplumda dönüşüme yol açan dijital teknolojileri benimseme yeteneklerini analiz ederek sıralar. Dijital rekabetçilik gücü bilgi, teknoloji ve geleceğe hazırlık gibi üç ana faktör temel alınarak belirlenmektedir. Bilgi: Yeni teknolojileri keşfetmek, anlamak ve inşa etmek için gerekli bilgi birikimi, teknoloji: dijital teknolojilerin geliştirilmesini sağlayan genel içerik, geleceğe hazırlık: dijital dönüşümü gerçekleştirmek için ülkenin hazırlık düzeyini ifade eder.

Tablo 13: Dijital Rekabet Sıralaması

| Ülkeler | 2018 |
|----------------|-----------|
| Amerika | 1 |
| Singapur | 2 |
| İsveç | 3 |
| Danimarka | 4 |
| İsviçre | 5 |
| Türkiye | 52 |

Kaynak: IMD Digital Competitiveness Ranking 2018

Dijital rekabet sıralamasında Türkiye 52. sırada yer alıyor. Bu sıralama aynı zamanda ülkelerin Endüstri 4.0'a ne kadar hızlı bir şekilde uyum sağlayabileceğini de yansıtmaktadır. Ayrıca bu raporda Türkiye 2014 yılında sahip olduğu sıralamaya sahip. 2016 yılında 2 kademe yükselmesine rağmen, 2018'de yine 52. sıraya gerilemiştir. Bilgi, teknoloji ve geleceğe hazırlık gibi üç temel bileşen sıralamasında Türkiye yeni teknolojileri keşfetmek, anlamak ve inşa etmek için gerekli bilgi birikiminde 59. sırada, teknolojiye 45 ve geleceğe hazırlık sıralamasında ise 42. sırada yer alıyor.

**Tablo 14: Dünya Ekonomik Forumu Küresel Rekabetçilik Endeksi 4.0: 2018
Türkiye**

| | | Sıra/140 | Puan |
|----------------------|--|----------|------|
| Etkinleştirici Ortam | 1. Kurumlar | 71 | 52.9 |
| | 2. Altyapı | 50 | 72.6 |
| | 3. Bilgi İletişim Teknolojilerine Adaptasyon | 71 | 53.5 |
| | 4. Makroekonomik İstikrar | 116 | 67.4 |
| İnsan Kaynağı | 5. Sağlık | 48 | 86.2 |
| | 6. Beceriler | 77 | 60.5 |
| Piyasalar | 7. Mal Piyasası | 76 | 55.2 |
| | 8. Emek Piyasası | 111 | 51.2 |
| | 9. Finansal Sistem | 65 | 59.9 |
| | 10. Pazar Büyüklüğü | 13 | 78.5 |
| İnovasyon Ekosistemi | 11. İş Dinamizmi | 76 | 57.2 |
| | 12. İnovasyon Kapasitesi | 47 | 44.0 |

Kaynak: Global Competitiveness Index 4.0

Türkiye Küresel Rekabetçilik Endeksi 4.0 'da 61. sırada yer alıyor. Bununla birlikte altyapıda (72.6), halk sağlığında (82.6) ve inovasyon ekosisteminde (50.6) göreceli olarak daha güçlü. Çift haneli enflasyon ve negatif borç dinamikleri ile boğuşan Türkiye'nin makroekonomik sorunları, ABD'nin kurduğu ve daha yüksek enflasyon ve para krizini tetikleyen ticaret yaptırımlarıyla yoğunlaşmış durumda. Türkiye 67.3 puanla, makroekonomik istikrar sütununda 116. sırada yer almaktadır. Türkiye'de bir işe başlamak nispeten maliyetlidir (93.6, 87) ve iş sektörü yıkıcı fikirleri benimseme konusunda tedbirlidir (41.0, 74). Kadınların işgücü piyasasına katılımı çok düşüktür. Her 100 erkeğe karşı, işgücü piyasasında sadece 39 kadın bulunmaktadır (World Economic Forum, 2018).

Tablo 15: 2018 Yılı İnovasyon Sıralaması

| Ülkeler | Puan (0-100) | Derece |
|------------------|--------------|--------|
| İsviçre | 68.40 | 1 |
| Hollanda | 63.32 | 2 |
| İsveç | 63.08 | 3 |
| Birleşik Krallık | 60.13 | 4 |
| Singapur | 59.83 | 5 |
| Amerika | 59.81 | 6 |
| Finlandiya | 59.63 | 7 |
| Danimarka | 58.39 | 8 |
| Almanya | 58.03 | 9 |
| İrlanda | 57.19 | 10 |
| Türkiye | 37.42 | 50 |

Kaynak: Global Innovation Index 2018

Küresel İnovasyon Endeksi 2018'e göre en inovatif ülkeler sıralamasında yine İsviçre en başta gelmektedir. Türkiye ise 126 ülke arasında bir önceki yılda 43. sırada iken 50. sıraya doğru gerilemiştir. İlk onda ise dünyanın en inovatif ülkeleri sırasıyla İsviçre, Hollanda, İsveç, Birleşik Krallık, Singapur, Amerika, Finlandiya, Danimarka, Almanya ve İrlanda yer almaktadır. Japonya bir önceki yıla kıyasla 2 basamak yükselerk 14. sıraya çıkmıştır. En çarpıcı örnek ise Avustralya olmaktadır. 2017 yılında 23. sıradayken 2018 yılı raporlarında 11. sıraya yükselmiştir (Global Innovation Index, 2018).

3.1.4. SWOT Analizi

Güçlü Yönler

- Genç Nüfus: Türkiye nüfusunun neredeyse 1/3'ü (25 milyon kişi) 18 yaşın altında. Gelen yıkıcı dönüşüme genç nüfus daha hızlı adapte olabilir.
- Daha yüksek bir karlılık seviyesi,
- Üretim maliyetlerinin azaltılması,
- Verimlilik artışı,
- Endüstriyel üretim artışı,
- Endüstrilerin artan rekabet gücü (yüksek teknoloji ürünler),
- Enerji tasarrufu,

- Karar verme sürecini merkezsizleştirilmesi.

Zayıf Yönler

- İşsizlik: Geçmişteki otomasyon ve teknolojik gelişmeler kısa vadede de olsa istihdamın azalmasına yol açtığı için tartışmalı bir konudur. Bunun yanısıra farklı becerilerin gerekli olacağı ve bazı düşük vasıflı işçilerin makineler tarafından değiştirileceği ve bunun yanında makine mühendisleri, yazılım geliştiriciler, BT uzmanlarına olan talebin artacağı tahmin edilmektedir.
- İthalata yüksek bağımlılık,
- Toplumdaki farkındalığın yeterli düzeyde olmaması,
- Otomasyon ve bilgi iletişim teknolojilerini bir araya getiren Endüstri 4.0, halihazırda otomasyonun ve BİT kullanımının olgunlaştığı gelişmiş ülkelerde doğmuştur. Bu anlamda içinde Türkiye'nin de bulunduğu gelişmekte olan ülkeler, önceki endüstriyel aşamaların tamamlanmamasından dolayı Endüstri 4.0'ı benimseme konusunda büyük bir boşlukla karşı karşıya kalmaktadırlar. Dijital olgunluk seviyesi bakımından Türkiye Endüstri 2.0 ile 3.0 arasında yer almaktadır. Dolayısıyla yeni üretim sistemini benimseme konusunda emekleme döneminde.

Fırsatlar

- Artırılmış müşteri memnuniyeti: Kişiselleştirilmiş üretim ve ürün çeşitliliği,
- Türkiye'nin üretimde (ve diğer sektörlerde) küresel pazar payını artırmak,
- Türkiye'nin Endüstri 4.0'ı benimseyerek gelişmiş ülkeler liginde mücadele etme fırsatı,
- Coğrafi konumu sayesinde uluslararası düzeyde üretim merkezi olma fırsatı,
- Mal ve hizmetler için yeni lider ve çığır açan pazarların gelişme fırsatı,
- GSYİH büyüme oranlarının artması olasılığı. Bu rakam Türkiye'de ek olarak en az % 1 olarak öngörülmektedir.

Tehditler

- Siber güvenlik, fikri mülkiyet ve veri gizliliği,
- Beyin göçü: Endüstri 4.0'ın gelmesiyle birlikte yüksek nitelikli işgücüne olan talep de artmaktadır. Türkiye, sahip olduğu yüksek nitelikli işgücünü istihdam etmekte yeterli koşulları sağlamadığında, ülkede var olan yüksek nitelikli işgücünün gelişmiş ülkelere kayması riskiyle karşı karşıyadır. Bu şartlar kişi başına düşen milli gelirden bir iyileştirme yaparak sağlanabilir. Bunun da yolu yine Endüstri 4.0'da geçmektedir. Bu bahs edilen durum

birbirini besleyen zincirleme döngüdür. Endüstri 4.0'ı benimsemeyenler için çok fazla zorluklar getirirken, benimseyen ülkelerin de sahip oldukları bir çok büyük probleminden üstesinden gelmektedir.

- İş kaybına yönelik güvensizlik ortamı,
- Türkiye'deki işbirliği kültürünün etkin olmaması,
- Türkiye'de Endüstri 4.0 ekosisteminin yetersiz düzeyde olması.

3.2. SONUÇ VE ÖNERİLER

Dünya Üçüncü Endüstri Devrimi'nden, fiziki ve sanal dünyanın birleştiği yeni endüstri devriminin ayrılmaz parçası olan birlikte çalışabilirlik, gelişmiş yapay zeka ve özerkliğe dönüşüyor. Endüstri 4.0 içerisinde bir dizi hızla gelişen teknolojileri barındırıyor. Bunlar 3 Boyutlu Yazıcılar ile üretebileceğimiz şeylerin sınırlarını zorluyor. Bu teknolojiler Büyük Veri Analitiği ile daha zengin bakış açıları sunuyor. Simülasyon teknolojileri ve Artırılmış Gerçekçilik fiziksel ve sanal dünya arasındaki sınırı ortadan kaldırıyor. Yapay zeka otomatik robotlar ile üretim kapasitesini artırıyor. Ama en önemlisi ise, bilişim sistemlerine ve üretim hattına oluşacak siber saldırı tehditlerinin savuşturulmasında siber güvenlik önemli rol oynuyor. Bu teknolojilerin birçoğu birkaç yıldır gelişmekte olan teknolojilerdir. Ancak bir araya getirilmesi sayesinde ortaya çıkan sonuç eşi benzeri görülmemiş bir hız ve etki yaratıyor.

Endüstri 4.0 aynı zamanda üreticilere en iyi ürünü sunma konusunda da yardımcı oluyor. Üreticiler en iyi hizmeti ve ürünü sunmak için uygun verileri toplayarak ve bunları bir araya getirerek müşteri ihtiyaçlarını tahmin edebilmektedirler. Müşterinin ne istediğini bilenler ve tüketici talebini tahmin edenler diğer rakiplerine kıyasla rekabet avantajı sağlayacaklar.

Yeni üretim modelinde tedarik, üretim, bakım, teslimat ve müşteri hizmetleri gibi iş süreçlerinin hepsi Endüstriyel Nesnelerin İnterneti ile birbirine bağlı olacak. Bu son derece esnek değer ağları şirketler arasında hem ulusal hem de küresel olarak yeni işbirliği biçimleri gerektirecektir. Gelecekte işletmeler makinelerini, depolama sistemlerini ve üretim tesislerini içeren küresel ağlar oluşturacaklar. Bu sayede üretim ortamı bağımsız olarak bilgi alışverişinde bulunabilen sistemlerle donatılacak.

Yapay zeka ve otomasyon ekonomik önceliklerde imalattan hizmete doğru bir kayma gerektirecektir. Örnek vermek gerekirse montaj yapan bir fabrika işçisi yerine, bu montajı bir robot yapabilir. İşçi makineyi koruyacak veya insan kaynaklarını denetleyecektir. Otomasyonun gelmesiyle birlikte tam olarak bilmediğimiz şey geleceğin gerçekte nasıl görüldüğüdür. Bunu planlamanın en iyi yolu ise hizmet tabanlı bir ekonomiyi benimsemektir. Bankacılık, yazılım ve danışmanlık gibi alanlar hizmet temelli bir ekonomik modelde muazzam uyum sağlar. Hizmet tabanlı işler yüzyıllardır üretim pozisyonlarının yerini almaktadır ve bu her zaman insanoğlunun başa çıkmayı başardığı bir şeydir. Ancak hizmet temelli bir ekonomiye doğru bu modern değişimin hızı ve ölçeği daha önce görülmemiş bir düzeydedir. Bu değişikliği başarılı bir şekilde gerçekleştirmek için devletin müdahalesinin gerekli olacağı kesindir.

Dördüncü Endüstri Devrimi küresel çapta bir verimlilik sağlıyor. Yeni üretim modeli maliyetleri azaltırken, daha fazla üretimi mümkün kılıyor. Bu da verimliliği artırarak rekabet avantajı sağlıyor. Ayrıca, üreticilerin hızla değişen dünyada daha esnek üretim yapmalarını ve talebe göre üretmelerini mümkün kılıyor. Kişiselleştirilmiş seri üretim ile müşteri ihtiyaçlarını üretim hattını durdurmadan karşılama fırsatı sunuyor. Bütün bu bahsedilenler gittikçe şiddetlenen rekabet ortamında ayakta kalabilmek için çok önemlidir. Dolayısıyla bu değişime ayak uydurmak ve bahsedilen teknolojileri benimsemek ülkeler açısından son derece önemlidir. Endüstri 4.0 üretimi dijitalleştirerek rekabeti yeniden şekillendirmekle birlikte, rekabet ortamını her zamankinden daha acımasız hale getiriyor. Şöyle ki, değişime ayak uyduramayan şirket ve ülkelerin iflas etmesi kaçınılmazdır. Bu nedenle şirketlerin ve ülkelerin Endüstri 4.0'ın getirdiği tüm yenilikleri benimsemeleri gerekmektedir.

Endüstri 4.0 Türkiye için katma değeri yüksek ürün üretmek ve dünya değer zincirinden daha fazla pay almak için fırsat sunmaktadır. Ayrıca bu devrim Türkiye'nin bulunduğu ülke grubundan bir üst seviyeye geçmesine de katkı sağlayacaktır.

Dördüncü Endüstri Devrimi sadece üretimi dönüştürmekle kalmıyor, ekonomileri, devletleri ve toplumları da etkiliyor. Bu nedenle politika oluştururken çok çeşitli politika alanlarının dikkate alınması gerekmektedir. Tüm aktörler (bireyler, firmalar, hükümetler, sendikalar, sivil toplum ve diğer paydaşlar) politika oluşturma sürecine dahil edilmelidir. Dördüncü devrimde ülkelerin rekabette

kalabilmeleri için hükümetler, şirketler, akademi ve sivil toplum kuruluşları hep birlikte bu dönüşüme tepki göstermelidirler. Gelecekteki küresel değer zincirine katılımı kolaylaştırmak için kamu-özel işbirliği önemlidir.

Türkiye ağırlıklı olarak imalat konusunda dünya üretim değer zincirinden daha fazla pay alıyor. Yani, Türkiye üreterek ve ürettiğini uluslararası pazara sunarak rekabet üstünlüğü elde ediyor. Ancak bu durum, Türkiye’de bulunan sanayilerin yeni nesil üretim teknolojilerini yeterince benimsediği anlamına gelmiyor. Dolayısıyla, üretim modelinde meydana gelecek değişimler Türkiye’yi imalat sanayi ekseninde doğrudan ilgilendirmektedir. Eğer değişimi yakalayamazsa pazar payını genişletmek, hatta korumak bile zorlaşacaktır.

Yeni üretim modeli istihdam yapısında da bazı bozulmalara sebep olacak. Kısa vadede işgücü piyasasında olumsuzluklar yaratacak. Uzun vadede ise ortaya çıkan yeni iş kolları ile birlikte yeni yetkinliklere sahip işgücü talebi artacak. Bu nedenle mevcut işgücü yeni üretim sürecini yönetecek şekilde dönüştürülmeli ve gelecekte ihtiyaç duyulacak yetkinliklerin kazandırılması sağlanmalıdır. Nitelikli işgücü konusunda yetersiz olan Türkiye’nin bu konuda yapması gereken gerekli işgücünü yetiştirecek eğitim sistemini kurmasıdır.

Küresel pazarda rekabetçi kalmanın tek yolu hızla değişen dünyada uyum sağlamaktır. Üretimde otomasyonu benimsemek için inovasyona önem verilmelidir. İnovasyonun her seviyede teşvik edildiği ve tüm paydaşların yeni fikirlerin ortaya çıkması sürecine dahil edildiği bir inovasyon ekosistemi oluşturulmalıdır. Ayrıca bu sistem yeni ürün ve hizmetlerin hızlı bir şekilde finanse edilmesine ve ticarileştirilmesine olanak sağlamalıdır. Türkiye tüm sanayi sektörlerini kapsayan artan bir dijital inovasyon dalgası oluşturabilirse uluslararası düzeyde önemli bir rekabet avantajı elde edebilir.

Stratejik coğrafi konumu ve işgücü maliyetlerinin düşük olması Türkiye açısından avantaj olarak değerlendirilmektedir. Ancak Türkiye ithalata yüksek bağımlılık ve düşük katma değerli ürün üretmek gibi dezavantajlara sahiptir. Ayrıca, Endüstri 4.0’ı benimsekle ülkeler işgücündeki maliyetleri azaltarak, Türkiye’nin sahip olduğu işgücü avantajını elinden alabilirler.

Teknolojik hazırlık ve inovasyon sıralamalarına bakıldığında, Türkiye’nin üretimde dijital dönüşümü gerçekleştirme konusunda çok geride olduğu görülmektedir. Nitekim TÜSİAD tarafından hazırlanan rapor da bunu doğrular

niteliktedir. İnovasyon sıralamalarında geride olmak, inovasyon kültürünün zayıf olması ve Ar-Ge'ye yeterince yatırım yapılmamasının bir sonucudur.

Değer zincirinin yeniden tanımlanması bazı ülkelerin bu değer zincirinden daha fazla pay almasına, bazılarının ise sahip oldukları paylarını kaybetmesine neden olacak. Türkiye'nin sahip olduğu payı artırması ve daha rekabetçi bir ekonomiye sahip olması için yukarıda bahsedilenlere önem vermesi gereklidir.



KAYNAKÇA

- Advantis Consulting Turquie ve Swiss Business Hub Turkey. (2017). Market Study Rising Digitalization, Industry4.0, Smart Cities and the Opportunities on the Life Sciences Market in Turkey. Switzerlan Global Enterprise.
- Agarwal, V. (2016). 10 Real Life Examples of Internet of Things. <https://circuitdigest.com/ten-examples-of-internet-of-things-iot>, (09.10.2018).
- Aiginer, K. (2001). Europe's Position in Quality Competition. Austrian Institute of Economic Research WIFO. Enterprise Papers No 4.
- Akat, A. S. ve Yazgan, E. (2012). Döviz Kuru İhracat Fiyatlarını Yansıyor Mu?. *İktisat ve Toplum*. 26: 6-14.
- Aktan, C. C. (2010). Türkiyede Üretim ve İstihdama Yönelik Uulusal Rekabet Gücü Politikası. *Ekonomi Bilimleri Dergisi*. 2(2): 166-197.
- Aktan, C. C. ve Vural, Y. İ. (2004). *Rekabet Gücü ve Rekabet Stratejileri*. *Rekabet Dizisi: 3*. Türkiye İşveren Sendikaları Konfederasyonu.
- Albaladejo, M. (2001). Determinants and Policies to Foster the Competitiveness of SME Clusters: Evidence from Latin America. *QEH Working Paper Series, No: 71*.
- Al-Rodhan, N. (2015). The Moral Code How To Teach Robots Right and Wrong. <https://www.foreignaffairs.com/articles/2015-08-12/moral-code>, (08.10.2018).
- Altomonte, C., Aquilante, T. ve Ottaviano, G. I.P. (2012). The triggers of competitiveness The EFIGE cross-country report. The Bruegel Blueprint Series, Bruegel, Brussels.
- Anbumozhi, V. ve Kimura, F. (2018). Industry 4.0: What Does It Mean for theCircular Economy in ASEAN?. http://www.eria.org/uploads/media/ERIA-Books-2018-Industry4.0-Circular_Economy.pdf, (09.04.2019).
- Assembly Line – History. (2018). <http://science.jrank.org/pages/558/Assembly-Line-History.html>, (28.08.2018).
- Atik, H. (2005). *Yenilik ve Ulusal Rekabet Gücü*. Ankara: Detay yayıncılık.
- Ayaş, N. (2002). Bölgesel Rekabet Gücünün Geliştirilmesinde Verimliliğin Rolü. *Muğla Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*. (9): 1-24.
- Baldassarre, F., Ricciardi, F. ve Campo, R. (2017). The Advent of Industry 4.0 in Manufacturing Industry: Literature Review and Growth Opportunities. *Microeconomics*.

Bloem, J., Doorn, M., Duivestijn, S., Excoffier, D., Maas, R. ve Ommeren, E. (2014). The Fourth Industrial Revolution Things to Tighten the Link Between IT and OT.

Bonciu, F.(2017). Evaluation Of The Impact Of The 4th Industrial Revolution On The Labor Market. *Romanian Economic Business Review*. 12(2): 7-16.

Brown, S. (2014). *The Industrial revolution*. <https://www.khanacademy.org/partner-content/big-history-project/acceleration/bhp-acceleration/a/the-industrial-revolution>, (16.06.2018).

Brynjolfsson, E., McAfee, A. ve Spence, M. (2014). New World Order Labor, Capital, and Ideas in the Power Law Economy. <https://www.foreignaffairs.com/articles/united-states/2014-06-04/new-world-order>. (08.10.2018).

Buckley, P. J., Pass, C. L. ve Prescott, K. (1988). Measures of International Competitiveness: A Critical Survey. *Journal of Marketing Management*. 4(2): 175-200.

Business Reporter. (2018). *How Industry 4.0 is finally getting to grips with big data*. <https://business-reporter.co.uk/2018/02/10/industry-4-0-finally-getting-grips-big-data/#gsc.tab=0>, (05.07.2018).

Business Sweden. (2017). Go Global by Technology How to Leverage Industry 4.0 Internationally. https://www.business-sweden.se/contentassets/db5562a67ae64e2d9361cae5d77fd71d/business-sweden_industry-4.0_march-2017.pdf, (03.07.2018).

Castillo, O. N., Santibáñez, A. L. V. ve Bolívar, H. R. (2011). Technological Determinants of Market Shares of Mexican Manufacturing Exports. *Asian Journal of Latin American Studies* 24(1): 53-81.

Chase, J. (2013). The Evolution of the Internet of Things. Texas Instruments.

Childers, J. (2019). How Economies Can Stay Competitive in Industry 4.0. <https://edgy.app/how-economies-stay-competitive-in-industry-4-0-less-protectionism-more-of-this>, (09.04.2019).

Danish Institute of Industry 4.0. (2017). Global Industry 4.0 Readiness Report 2016: Industry 4.0 Readiness Index.

Davies, R. (2015). Industry 4.0: Digitalisation for productivity and growth. [http://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2015/568337/EPRS_BRI\(2015\)568337_EN.pdf](http://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2015/568337/EPRS_BRI(2015)568337_EN.pdf), (09.10.2018).

- Deo. (2018). *Metal 3D Printing*.
https://cdn2.hubspot.net/hubfs/2470564/The%20Ultimate%20Metal%203D%20Printing%20Guide%202018-1.pdf?t=1529621038348&utm_campaign=Intro%20to%20Metal%20AM&utm_source=hs_automation&utm_medium=email&utm_content=63487598&_hsenc=p2ANqtz-8zVJkFE4Aa4TTdyA6P__CVK26bG-OrQmHrSJexAhIpSHDKNieHntMHAG4APQEGRP1Rkr7nMkppVVQ5wb5gcmAKzPhCTXNLTP-IwHbnsXQWe_rBiTk&_hsmi=63487598, (22.06.2018).
- Dereli, D. D. (2016). Rekabet Gücü ve Türkiye'nin Konumu Üzerine Bir Değerlendirme. 2. Üretim Ekonomi Kongresi.
- Dittrich, P. J. (2016). Reskilling For The Fourth Industrial Revolution. Formulating A European Strategy. <https://institutdelors.eu/wp-content/uploads/2018/01/digitalskill-jdib-nov2016.pdf>, (12.10.2018).
- Emin, Ç. (2001). Rekabet Gücü: Literatür Araştırması. *Yönetim ve Ekonomi Dergisi*. 8(2): 21-38.
- Erkan, B. ve Alakbarov, N. (2018). Azerbaycan'ın İhracatında Uzmanlaşma ve Rekabet Yapısı: Türkiye İle Karşılaştırmalı Analiz. *Yönetim ve Ekonomi*.25(1): 55-73.
- Eroğlu, Ö. ve Özdamar. G. (2006). Türk İmalat Sanayiinin Rekabet Gücü ve Beyaz Eşya Sektörü Üzerine Bir İnceleme. *Akdeniz İ.İ.B.F. Dergisi*.11: 85-104.
- Esa Automation. (2017). Cyber Security as a Prerequisite for The Industry 4.0. <https://www.esa-automation.com/en/cyber-security-as-a-prerequisite-for-the-industry-4-0/>, (13.07.2018).
- Esterhuizen, D. (2006). *An Evaluation of The Competitiveness of The South African Agrribusiness Sector*. (Master Thesis). Pretoria: University of Pretoria.
- Federal Ministry of Education and Research. (2014). The new High-Tech Strategy Innovations for Germany. Berlin: Federal Ministry of Education and Research (BMBF).
- Fischer, S. (1993). The Role of Macroeconomic Factors in Growth. NBER Working Paper Series. Working Paper No. 4565. Nantional Bureau of Economic Research.
- Ford Motor Comapny. (2018). 100 Years of the Moving Assembly Line. <https://corporate.ford.com/innovation/100-years-moving-assembly-line.html>, (28.08.2018).

- Frait, J. ve Komárek, L. (2001). Real exchange rate trends in transitional countries. Warwick Economic Research Paper No: 596. 1-34.
- Frey, C. B. ve Osborne, M. A. (2013). The Future of Employment: How Susceptible Are Jobs To Computerisation?. https://www.oxfordmartin.ox.ac.uk/downloads/academic/The_Future_of_Employment.pdf.
- Frohberg, K. ve Hartmann, M. (1997). Comparing Measures of Competitiveness. Institute of Agricultural Development in Central and Eastern Europe. Discussion Paper No: 2.
- Furness, D. (2018). The “Fourth Industrial Revolution” May Automate 7 Million Jobs in 5 Years. <https://emerj.com/ai-future-outlook/the-fourth-industrial-revolution-to-automate-5-million-jobs-in-5-years/>, (06.01.2019).
- Gabriel, M. ve Pessl, E. (2016). Industry 4.0 and Sustainability Impacts: Critical Discussion of Sustainability Aspects with a Special Focus on Future of Work and Ecological Consequences. *International Journal of Engineering*. 14 (2): 131-136.
- Gaviria, D. G., Sala-i-Martin, X., Geiger, T., Verin, S. ve Marti, G. (2016). The Global Competitiveness Report 2016–2017. World Economic Forum, Geneva.
- Gerdin, E. ve Rifve, R. (2018). *Manufacturing System Improvement with Discrete Event Simulation: A case study with simulation applied to a manual manufacturing system*. (Master’s Thesis). Uppsala University.
- Ghuman, S. S. (2016). Internet of Things- A Review. *International Journal of Computer Science and Mobile Computing*. 5(2): 312-316.
- Gilchrist, A. (2016). *Industry 4.0 The Industrial Internet of Things*. Thailand: Apress.
- Gilmore, H. L. (1990). Continuous Incremental Improvement: An Operations Strategy for Higher Quality, Lower Costs, and Global Competitiveness. *SAM Advanced Management Journal*, Winter, s. 21-25.
- Global Innovation Index.(2018). Global Innovation Index 2018 Energizing the World with Innovation.
- Glockner, H., Jannek, K. Mahn, J., Theis, B. (2014). Augmented Reality in Logistic. DHL Customer Solutions & Innovation.
- Griffith, E. (3 May 2016). What Is Cloud Computing?. <https://www.pcmag.com/article2/0,2817,2372163,00.asp>, (26.06.2018).

- Guoping, L. Yun, H. ve Aizhi, W. (2017). Fourth Industrial Revolution: Technological Drivers, Impacts and Coping Methods. *Chinese Geographical Science*. 27(4): 626–637.
- Hagerty, J. R. (2013). How Many Turns in a Screw? Big Data Knows. <https://www.wsj.com/articles/SB10001424127887324059704578472671425572966>. (11.10.2018).
- Haque, I. U., Bell, M., Dahlman, C., Lall, S. ve Pavitt, K. (1995). Trade, Technology, and International Competitiveness. Washington, D. C.: The World Bank, EDI Development Studies.
- Hawksworth, J., Berriman, R. ve Cameron, E. (2018). Will robots really steal our jobs? An international analysis of the potential long term impact of automation.
- Hecklaue, F., Galeitzkea, M., Flachsa, S. ve Kohl, H. (2016). Holistic Approach for Human Resource Management in Industry 4.0. *Procedia CIRP*. (54): 1-6.
- Hennessey, M. (2017). Industry 4.0 Fuels Lights-Out Manufacturing. <https://ottomotors.com/blog/industry-4-0-fuels-lights-out-manufacturing>, (13.09.2018).
- Herman, M., Pentek, T. and Otto, B. (2015). Design Principles for Industrie 4.0 Scenarios: A Literature Review. Dortmund: Technical university of Dortmund. Working paper.
- History.com. *Industrial Revolution*. <https://www.history.com/topics/industrial-revolution>, (16.06.2018).
- Howaldt, J., Kopp, R. ve Schultze, J. (2017). Why Industrie 4.0 Needs Workplace Innovation A Critical Essay About the German Debate on Advanced Manufacturing. *Workplace Innovation: Theory, Research and Practice*.(pp.45-60). Springer International Publishing AG.
- IMD. (2018). *IMD World Competitiveness Center*. <https://www.imd.org/wcc/world-competitiveness-center-rankings/world-competitiveness-ranking-2018/>, 26.08.2018).
- Industry 4.0 Platform. (2018).*The background to Plattform Industrie 4.0*. <https://www.plattform-i40.de/I40/Navigation/EN/ThePlatform/PlattformIndustrie40/plattform-industrie-40.html>, (14.06.2018).
- International Controller Association. (2015). *Industrie 4.0: Controlling in the Age of Intelligent Networks*. <https://www.icv->

controlling.com/fileadmin/Assets/Content/AK/Ideenwerkstatt/Files/Dream_Car_Industrie_4.0_EN.pdf, (01.07.2018).

Jain, P., ve Mondal, T. (2017). HfS Blueprint Guide: Industry 4.0 Services: Excerpt for Accenture. HfS Research.

KasperskyLab ICS CERT. (2017). *Threat Landscape for Industrial Automation Systems, H2 2016*. <https://securelist.com/threat-landscape-for-industrial-automation-systems-h2-2016/77842/>, (13.07.2018).

Kotan, Z. (2002). Uluslararası Rekabet Gücü Göstergeleri: Türkiye Örneği. Türkiye Cumhuriyeti Merkez Bankası Araştırma Genel Müdürlüğü.

Krugman, P. (1994). Competitiveness: A Dangerous Obsession. *Foreign Affairs*. 73(2): 28-44.

Krugman, P. A. (1991). Myths and Realities of U.S. Competitiveness. *American Association for the Advancement of Science*. 254(5033): 811-815.

Kumar, R. ve Chadee, D. (2002). International Competitiveness of Asian Firms: An Analytical Framework. ERD Working Paper Series, No. 4. Asian Development Bank (ADB), Manila.

Kesbiç, C.Y. ve Ramizov, H. (2018). Endüstri 4.0 Bağlamında Rekabet Gücü. I. Uluslararası Sosyal Bilimlerde Kritik Tartışmalar Kongresi (ICCDSS'18). 890-901.http://www.iccdss.org/ICCDSS_TAM_METIN_KITABI.pdf.

Lall, S. (2000). Turkish Performance in Exporting Manufactures: A Comparative Structural Analysis. QEH Working Paper Series QEHWPS47. Working Paper Number 47.

Lall, S. (2001). Comparing National Competitive Performance: An Economic Analysis of World Economic Forum's Competitiveness Index. QEH Working Paper – QEHWPS61.

Levy, K. (2014). A Chinese Company 3-D Printed 10 Houses In A Day. <http://www.businessinsider.com/a-chinese-company-3d-printed-10-houses-in-a-day-2014-4>, (09.03.2019).

Liesner, H. H. (1958). The European Common Market and British Industry. *The Economic Journal*. 68(270): 302-316.

Lobo, F. A. (2019). Industry 4.0: Manufacturing and the future of medical things. <https://www.asianhbm.com/technology-equipment/industry-manufacturing-future-medical-things>, (28.08.2018).

Lohr, S. (2016). IBM Is Counting on Its Bet on Watson, and Paying Big Money for It. <https://www.nytimes.com/2016/10/17/technology/ibm-is-counting-on-its-bet-on-watson-and-paying-big-money-for-it.html>, (10.10.2018).

Lorenz, M., Rüßmann, M., Strack, R., Lueth, K. L., ve Bolle, M. (2015). Man and Machine in Industry 4.0 How Will Technology Transform the Industrial Workforce Through 2025?. The Boston Consulting Group.http://englishbulletin.adapt.it/wp-content/uploads/2015/10/BCG_Man_and_Machine_in_Industry_4_0_Sep_2015_tcm80-197250.pdf.

Marr, B. (2015). How Is Big Data Used In Practice? 10 Use Cases Everyone Must Read. <https://www.bernardmarr.com/default.asp?contentID=1076>, (10.10.2018).

Marshall, A. (1920). Principles of Economics. London: Macmillan.

Martin, L. (16 Ocak 2017). *Industry 4.0: Definition, Design Principle, Challenges, and the Future of Employment*. <https://www.cleverism.com/industry-4-0/>, (18.06.2018).

Martínez, J. A. S., Lara, M. P., Saucedo, J. A. M., Fierro, T. E. S. ve Vasant. P. (2017). Industry 4.0 framework for management and operations: a review. *Journal of Ambient Intelligence and Humanized Computing*. 9(3): 789–801.

Matthews, K. (2017). What is big data's role in the fourth industrial revolution?. <http://bigdata-madesimple.com/big-datas-role-fourth-industrial-revolution/>, (10.10.2018).

McFetridge, D. G. (1995). Competitiveness: Concepts and Measures. Industry Canada. Occasional Paper Number: 5.

McKinsey Global Institute. (2010). *How to compete and grow: A sector guide to policy*. https://www.mckinsey.com/~media/McKinsey/Business%20Functions/Economic%20Studies%20TEMP/Our%20Insights/How%20to%20compete%20and%20grow/MGI_How_to_compete_and_grow%20A_sector_guide_to_policy_Full_Report.ashx, (09.07.2018).

Medium. (2019). Examples of Industry 4.0 Use Cases. <https://medium.com/@viarbox/examples-of-industry-4-0-use-cases-728938147570>, (11.10.2018).

Meldrum, N. (2017). Factories of the future: Meeting the challenge of Industry 4.0. <https://cloudblogs.microsoft.com/industry-blog/industry/manufacturing/the-factory-of-the-future-meeting-the-challenge-of-industry-4-0/>, (10.10.2018).

Metz, C. (2016). Spotify Moves Itself onto Google's Cloud – Lucky for Google. <https://www.wired.com/2016/02/spotify-moves-itself-onto-googles-cloud-lucky-for-google/>, (12.09.2018).

Momaya, K. (1998). Evaluating International Competitiveness at the Industry Level. *Vikalpa*. 23(2): 39-46.

Mourtzis, D. ve Vlachou, E. (2018). A cloud-based cyber-physical system for adaptive shop-floor scheduling and condition-based maintenance. *Journal of Manufacturing Systems*. 47: 179-198.

Mühlemeyer, P. ve Clarke, M. (1997). The competitive factor: training and development as a strategic management task. 9(1): 4-11.

Netland, T. (2015). Industry 4.0: Where does it leave lean?, https://better-operations.com/wp-content/uploads/2015/04/Lean-in-industry-4.0_LMJ-april-2015.pdf, (03.07.2018).

Pelleg, E. (2018) Why Trump must get ready for Industry 4.0. https://www.tefen.com/insights/industries/High_Tech/why_trump_must_get_ready_f_or_industry_40, (22.09.2018).

Pereira, A. C., Romero, F. (2017). A review of the meanings and the implications of the Industry 4.0 concept. *Procedia Manufacturing*. 13(2017): 1206-1214.

Peters, T. (1988). Restoring American Competitiveness: Looking for New Models of Organizations. *The Academy of Management Executive*. 2(2): 103-109.

Plc Tutor. (2013). *A Very Brief History of the PLC*. <http://www.plctutor.com/plc-history.html>, (28.08.2018).

Plessis, C. (2017). *A framework for implementing Industrie 4.0 in learning factories*. (Master Thesis). Stellenbosch: Stellenbosch University.

Porter, M. E. (1990a). The Competitive Advantage of Nations. Harvard Business Review.

Porter, M. E. (1990b). *The competitive Advantage of Nations*. A division of Macmillan, Inc. New York: The Free Press.

Porter, M. E. (1998). Clusters and The New Economics of Competition. *Harvard Business Review*. 76(6): 77-90.

Porter, M. E. (2004). *Building the Microeconomic Foundations of Prosperity: Findings from the Microeconomic Competitiveness Index*. <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.194.4526&rep=rep1&type=pdf>, (09.08.2018).

- Prahalad, C. K. ve Hamel. G. (1990). The core competence of the corporation. *Harvard Business Review*. 1-15.
- PwC. (2016). Industry 4.0: Building the digital enterprise 2016 Global Industry 4.0 Survey. <https://www.pwc.com/gx/en/industries/industries-4.0/landing-page/industry-4.0-building-your-digital-enterprise-april-2016.pdf>, (14.08.2018).
- Ranier K. (2016). Additive Manufacturing: 4. Industrial Revolution. Swiss Federal Laboratories for Materials Science and Technology. Working paper.
- Rapoza, R. (2016). Volvo and Microsoft Create Augmented-Reality Goggles for the Automotive World. <https://www.autoinfluence.com/volvo-microsoft-create-augmented-reality-goggles-automotive-world/>, (10.10.2018).
- Razali, N. T. M. (2018). Industry 4.0: The Enabling Technologies and Its Applications. <http://www.myforesight.my/2018/02/26/industry-4-0-the-enabling-technologies-and-its-applications/>, (12.09.2018).
- Road2CPS. (2016). *Guide to Cyber-Physical Systems Engineering*. <https://www.anysolution.eu/wp-content/uploads/2015/02/Guide-to-Cyber-Physical-Systems-Engineering.pdf>, (02.07.2018).
- Roland Berger Strategy Consultant. (2014). Industry 4.0 The new industrial revolution How Europe will succeed. International Conference The Next Industrial Revolution Manufacturing and Society in the XXI Century, Turin.
- Roland Berger. (2016). The Industrie 4.0 transition quantified. How the fourth industrial revolution is reshuffling the economic, social and industrial model. Roland Berger GMBH.
- Romanova, O. A., Berg, D. B. ve Matveeva, Y. A. Creating Competitive Strategies of Industrial Enterprises from the Standpoint of Corporate Social Responsibility. *Economic and Social Changes: Facts, Trends, Forecast*. 10(6): 138- 152.
- Rüßmann, M., ve diğerleri (2015). Industry 4.0 The Future of Productivity and Growth in Manufacturing Industries. TheBostonConsultingGroup.
- Sampller, J. (1998). Redefining Industry Structure for the Information Age. *Strategic Management Journal*. 19(4): 343-355.
- Schlötzer, F. (2015). *Industry 4.0: The World of Smart Factories*. (Master Thesis). Copenhagen: Copenhagen Business School.
- Schwab, K. (2015). *The Fourth Industrial Revolution: What It Means and How to Respond*. <https://www.foreignaffairs.com/articles/2015-12-12/fourth-industrial-revolution>, (01.07.2018).

Schwab, K. (2017). *The Global Competitiveness Report 2017-2018*. World Economic Forum.

Schwab, K. (2018). *The Global Competitiveness Report 2017-2018*. World Economic Forum.

Scuratia W. G., Gattullo M., Fiorentino M., Ferrisea F., Bordegoni M. ve Uva A.E. (2108). Converting maintenance actions into standard symbols for Augmented Reality applications in Industry 4.0. *Computers in Industry* 98(2018): 68–79.

Sentryo. (2017). *The 4 Industrial Revolutions*. <https://www.sentryo.net/the-4-industrial-revolutions/>, (17.06.2018)

Shafaeddin, M. (2000). What did Frederick List Actually Say? Some Clarifications on the Infant Industry Argument. UNCTAD Discussion Papers No: 149.

Siemens AG. (2017). *Autonomous Robotics*. <https://www.siemens.com/content/dam/webassetpool/mam/tag-siemens-com/smdb/regions/china/events&fairs/innovation-day/docs/autonomous-robotics-en.pdf>, (25.06.2018).

Sishi, M. N. ve Telukdarie, A. (2017). Implementation of industry 4.0 technologies in the mining industry: A case study. 2017 IEEE International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management (IEEM). 201-205.

Skwirik Online. *The Second Industrial Revolution*. http://www.skwirik.com/p-c_s-56_u-424_t-1100_c-4258/SA/7/The-Second-Industrial-Revolution/The-impact-of-the-Industrial-Revolution/Industrial-revolution/SOSE-History/, (16.06.2018).

Smart Industry.(2018). *Smart Industry roadmap: Onderzoeksagenda voor HTSM en ICT en routekaart voor de NWA. Smart Industry fit fort the future*.

Stankovic,M., Gupta, R.. ve Figueroa, J. E. (2017). *Industry 4.0 Opportunities Behind the Challenge: Background Paper*. https://www.unido.org/sites/default/files/files/2017-11/UNIDO%20Background%20Paper%20on%20Industry%204.0_27112017.pdf.

Swisslog. (2018). *How Industry 4.0 Design Principles Are Shaping the Future of Intralogistics*. Ebook.

Thames, L. ve Schaefer, D. (2017). *Cybersecurity for Industry 4.0 Analysis for Design and Manufacturing*. USA: Springer International Publishing.

Thuc, P. C.(2017). Challenges and Opportunities for Vet-Sector in The 4th Industrial Revolution Era.*Journal of Vocational Education and Training*. 51(2017).

Thuemmler, C. and Bai, C. (2017). Health 4.0: Application of Industry 4.0 Design Principles in Future Asthma Management. *Health 4.0: How Virtualization and Big Data are Revolutionizing Healthcare*. (pp. 23-37). Switzerland :Springer International Publishing.

Torres, I., Pastor, I. (2017). Advanced manufacturing, beyond Industry 4.0 Agility and efficiency to speed up Industry 4.0. Minsait by Indra.

Trailhead. (2018). *Meet the Three Industrial Revolutions*. <https://trailhead.salesforce.com/en/modules/learn-about-the-fourth-industrial-revolution/units/meet-the-three-industrial-revolutions#>, (17.06.2018).

Trailhead. Understand the Impact of the Fourth Industrial Revolution on Society and Individuals. <https://trailhead.salesforce.com/en/modules/impacts-of-the-fourth-industrial-revolution/units/understand-the-impact-of-the-fourth-industrial-revolution-on-society-and-individuals>, (01.10.2018).

TroopTravel. (2018). The impact of the 4th Industrial Revolution on jobs. <https://www.trooptravel.com/impact-of-the-4th-industrial-revolution-on-jobs/>, (28.09.2018).

Tuğlu, M. E. (2017). *Endüstri 4.0'in Bir Aliminyum Döküm Fabrikasında Uygulanması*. (Yüksek Lisans Tezi). İstanbul: Maltepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

Türkiye Bilişim Derneği. (2018). Değerlendirme Raporu.

Türk Dil Kurumu. (2018). http://www.tdk.gov.tr/index.php?option=com_gts&arama=gts&guid=TDK.GTS.5b420dcd380b30.48113701, (08.07.2018).

Tüsiad. (2017). Türkiye'nin Küresel Rekabetçiliği İçin Bir Gereklik Olarak Sanayi 4.0: Gelişmekte Olan Ekonomi Perspektifi. <http://www.tusiad.org/indir/2016/sanayi-40.pdf>.

U.S. Commercial Service. (2018). Advanced Manufacturing Opportunities in Europe Market Resource Guide 2018.

Uglovskaja, E. (2017). *The New Industrial Era. Industry 4.0 & Bobst company case study*. (Bachelor's Thesis). Finland: South Eastern Finland University of Applied Sciences.

Utkulu, U. ve Seymen, D. (2004). Revealed Comparative Advantage and Competitiveness: Evidence for Turkey vis-à-vis the EU/15. Paper presented at the European Trade Study Group 6th Annual Conference, Nottingham.

- Uysal, D. (1999). Teknolojik Gelişim ve Global Rekabet Üzerine Etkisi. *Selçuk Üniversitesi. Sosyal Bilimler Meslek Yüksek Okulu Dergisi*, Sayı 6.
- Vale, R. (21 Temmuz 2016). *Second Industrial Revolution*. <http://richmondvale.org/second-industrial-revolution/>, (16.06.2018).
- Vergil, H. ve Yıldırım, E. (2006). AB-Türkiye Gümrük Birliğinin Türkiye'nin Rekabet Gücü Üzerindeki Etkileri. *Erciyes Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*. 1-21.
- Vural, İ. Y. (2006). *Uluslararası Rekabet Gücünün Tesviğinde Devletin Rolü*. Kamu Ekonomisi ve Kamu Politikası. Seçkin Yayıncılık.
- Wakefield, J. (2015). Intelligent Machines: The jobs robots will steal first. <https://www.bbc.com/news/technology-33327659>, (23.09.2018).
- Wang, S., Wan, J., Li, D., ve Zhang, C. (2016). Implementing Smart Factory of Industrie 4.0: An Outlook. *International Journal of Distributed Sensor Networks*. 1-10.
- Wheeler, A. (2015). Lights-Out Manufacturing: Future Fantasy or Good Business?. <https://www.autodesk.com/redshift/lights-out-manufacturing/>, (10.10.2018).
- Wint, A. G. (1998). The Role of Government in Enhancing the Competitiveness of Developing Economies: Selective Functional Intervention in the Caribbean. *International Journal of Public Sector Management*. 11(4):281-299.
- Wisskirchen, G., Biacabe, B. T., Bormann, U., Muntz, A., Niehaus, G., Soler, G. J. ve Brauchitsch, B. (2017). Artificial Intelligence and Robotics and Their Impact on the Workplace. IBA Global Employment Institute.
- Witkowski, K. (2017). Internet of Things, Big Data, Industry 4.0 – Innovative Solutions in Logistics and Supply Chains Management. *Procedia Engineering*. 182(2017): 763-769.
- Woodhead, R. (2017). 4IR: The Next Industrial Revolution. Digital Catapult, 101 Euston Road, London, NW1 2RA.
- World Economic Forum. (2018). The Global Competitiveness Report 2017-2018.
- World Economic Forum. (2017). The Global Competitiveness Report 2017.
- World Economic Forum.(2018). Readiness for the Future of Production Report 2018.
- World Economic Forum. (2018). The Global Competitiveness Report 2018.
- World Economic Forum. (2018). The Global Risks Report 2018 13th Edition.
- Wysokińska, Z. (2003). Competitiveness and Its Relationships with Productivity and Sustainable Development. *FIBRES & TEXTILES in Eastern Europe*. 11(3): 11-14.

Xu,L.D., Xu, L.E. ve Li, L. (2018). Industry 4.0: state of the art and future trends. *International Journal of Production Research*. 56(8): 2941–2962.

Yousif, M. (2016). *Manufacturing and the Cloud*. IEEE Computer Society.

