

T.C.

Dicle Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü

İktisat Anabilim Dalı

Yüksek Lisans Tezi

TÜRKİYE'DE ORTA GELİR TUZAĞI SORUNU: ÇIKIŞ YOLU OLARAK SANAYİ 4.0

Yasemin Taşkıran

18921011

Doç. Dr. Mehmet Kaya

Diyarbakır-2021

T.C.

Dicle Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü

İktisat Anabilim Dalı

Yüksek Lisans Tezi

TÜRKİYE'DE ORTA GELİR TUZAĞI SORUNU: ÇIKIŞ YOLU OLARAK SANAYİ 4.0

Yasemin Taşkıran

18921011

Doç. Dr. Mehmet Kaya

Diyarbakır-2021

TAAHHÜTNAME

SOSYAL BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜNE

Dicle Üniversitesi Lisansüstü Eğitim-Öğretim ve Sınav Yönetmeliğine göre hazırlamış olduğum "ORTA GELİR TUZAĞI SORUNU: ÇIKIŞ YOLU OLARAK SANAYİ 4.0" adlı tezin tamamen kendi çalışmam olduğunu ve her alıntıya kaynak gösterdiğimi ve tez yazım kılavuzuna uygun olarak hazırladığımı taahhüt eder, tezimin kağıt ve elektronik kopyalarının Dicle Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü arşivlerinde aşağıda belirttiğim koşullarda saklanmasına izin verdiğimi onaylarım. Lisansüstü Eğitim-Öğretim yönetmeliğinin ilgili maddeleri uyarınca gereğinin yapılmasını arz ederim.

Yasemin TAŞKIRAN

T.C

DİCLE UNİVERSİTESİ

SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜ

DİYARBAKIR

YASEMİN TAŞKIRAN tarafından yapılan "TÜRKİYE'DE ORTA GELİR TUZAĞI SORUNU: ÇIKIŞ YOLU OLARAK SANAYİ 4.0" konulu bu çalışma, jürimiz tarafından İKTİSAT Anabilim Dalında YÜKSEK LİSANS tezi olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyesinin

Ünvanı Adı Soyadı

Başkan:. Doç. Dr. M. Halis ÖZER

Üye :…..Doç. Dr. Mehmet KAYA

Üye :…..Dr. Öğr. Üyesi Murat CİHANGİR (Online katıldı.)

Tez Savunma Sınavı Tarihi: 28/07/2021

Yukarıdaki bilgilerin doğruluğunu onaylarım.

…/…/2021

Prof. Dr. Yılmaz DEMİRHAN

ENSTİTÜ MÜDÜR V.

(MÜHÜR)

ÖNSÖZ

Bu çalışmanın hazırlanmasında bilgisi ve deneyimiyle bana yol gösteren değerli Danışmanım/Hocam Sayın Doç. Dr. Mehmet KAYA'ya teşekkürlerimi ve saygılarımı sunarım.

Ayrıca Dicle Üniversitesi İdari ve Mali İşler Daire Başkanı Sayın Hasan YAVUZ'a, Dicle Üniversitesi İİBF Bölüm Sekreteri Sayın Ümit ERDEM'e ve Arkadaşım Sayın Özgür İNTAŞ'a yardımlarından ve desteklerinden ötürü teşekkürlerimi sunarım.

Ve hayatımın her anında yanımda olduklarını hissettiğim/bildiğim sevgili aileme teşekkürlerimi sunarım. Bu çalışmamı Babam'a ithaf ediyorum.

Yasemin Taşkıran

Diyarbakır/2021

ÖZET

Dördüncü Sanayi Devrimi olarak da bilinen Sanayi 4.0, yeni üretim sistemlerini de beraberinde getirmektedir. Üretimin her safhasında dijitalleşmeyi ön planda tutan bu yeni akıllı üretim anlayışı, büyümenin sınırlarına ulaşan ülkelere yeni bir ufuk açmaktadır. Bu yeni akıllı üretim sistemi; Orta Gelir Tuzağı'na yakalanan Türkiye gibi gelişmekte olan bir ülkenin, yüksek gelirli ülkeler seviyesine erişebilmesinde önemli bir rol üstlenecektir. Orta Gelir Tuzağı'na yakalanan ülkeler yani kişi başına düşen milli gelirleri belli düzeyde kalan ve uzun yıllar bu seviyeyi geçemeyen ülkeler, Orta Gelir Tuzağı'ndan çıkmanın yolunu bu yeni üretim anlayışını içselleştirerek büyümeyi gerçekleştirmekte bulmaktadırlar. Bunun da gerçekleşebilmesi, yenilik ekonomisinin yaşama geçirilmesiyle mümkün olabilmektedir. Yenilik ekonomisi sürecinde ise AR-GE ve eğitimli/nitelikli işgücü arzının önemi, yeni teknolojilerin ekonomiye kazandırılması noktasında önemli bir üstünlük sağlayacaktır. Büyümenin sürdürülebilmesi, yüksek katma değerli ürünlerin ileri teknolojiye dayalı olarak üretildiği yani yenilikler sonucu verimlilik artışının sağlanıp dış ticarette rekabet gücünün elde edilebileceği bir ekonomide söz konusu olabilecektir. Bu çalışmada, Türkiye'nin Sanayi 4.0'ın getirdiği yenilikçi üretim anlayışını benimsemesi durumunda, Orta Gelir Tuzağı sorunu için bir çıkış yolu olup olamayacağı hususu, açıklamalar ve veriler eşliğinde incelenecektir.

Anahtar Sözcükler: Orta Gelir Tuzağı, Endüstri 4.0, Dicle Üniversitesi, Dördüncü Sanayi Devrimi, Sanayi 4.0, Türkiye Ekonomisi, 3B Yazıcı, Yapay Zeka, Akıllı Üretim Sistemi

ABSTRACT

IV. Industry 4.0, also known as the Industrial Revolution, brings with it new production systems. This new smart production approach, which prioritizes digitalization at every stage of production, opens a new horizon for countries that have reached the limits of growth. This new smart production system will play an important role in helping a developing country like Turkey, caught in the Middle Income Trap, reach the level of high-income countries. Countries caught in the Middle Income Trap, that is, countries whose per capita income remains at a certain level and cannot exceed this level for many years, find the way out of the Middle Income Trap by internalizing this new production approach and realizing growth. The realization of this can only be possible with the implementation of the innovation economy. In the innovation economy process, the importance of R&D and educated/qualified labor supply will provide a significant advantage in bringing new technologies into the economy. Sustaining growth will be possible in an economy where high value-added products are produced based on advanced technology, that is, productivity increase can be achieved as a result of innovations and competitiveness can be achieved in foreign trade. In this study, if Turkey adopts the innovative production approach brought by Industry 4.0, whether there will be a way out for the Middle Income Trap problem will be examined with explanations and data.

Keywords: Middle Income Trap, Industry 4.0, Dicle University, Fourth Industrial Revolution, Industry 4.0, Turkish Economy, 3D Printing, Artificial Intelligence, Intelligent Production System

İÇİNDEKİLER

Sayfa No.

ÖNSÖZ ..... **I**
ÖZET ..... **II**
ABSTRACT ..... **III**
TABLOLAR LİSTESİ ..... **VI**
ŞEKİLLER LİSTESİ ..... **VII**
KISALTMALAR ..... **VIII**
GİRİŞ **1**
BİRİNCİ BÖLÜM **2**
1. SANAYİ DEVRİMLERİNE GENEL BAKIŞ **2**
1.1. Birinci Sanayi Devrimi 3
1.2. İkinci Sanayi Devrimi 5
1.3. Üçüncü Sanayi Devrimi 7
1.4. Dördüncü Sanayi Devrimi 9
İKİNCİ BÖLÜM **11**
2. SANAYİ 4.0 KAVRAMI, ÖZELLİKLERİ VE YANSIMALARI **11**
2.1. Sanayi 4.0 Kavramı 11
2.2. Sanayi 4.0'ın Temel Bileşenleri 12
2.2.1. Bulut Bilişim 13
2.2.2. Büyük Veri 13
2.2.3. Üç Boyutlu (3D) Yazıcılar 14
2.2.4. Nesnelerin İnterneti (IoT) 16
2.2.5. Nano Teknoloji 17
2.2.6. Artırılmış Gerçeklik 17
2.2.7. Akıllı Robotlar-Akıllı Fabrikalar-Yapay Zeka 18
2.2.8. Siber Güvenlik 21
2.2.9. Simülasyon 21
2.3. Sanayi 4.0'ın Etkileri 22

2.3.1.Sanayi 4.0'ın Olumlu Etkileri 22
2.3.2. Sanayi 4.0'ın Olumsuz Etkileri 24
2.4. Sanayi 4.0 Sürecinde Eğitimin Önemi 26
2.5. Sanayi 4.0 Sürecinde Neler Yapılmalıdır? 29
ÜÇÜNCÜ BÖLÜM 32
3. ORTA GELİR TUZAĞI KAVRAMI, NEDENLERİ VE TÜRKİYE EKONOMİSİNİN GENEL GÖRÜMÜ 32
3.1. Orta Gelir Tuzağı Kavramı ve Nedenleri 32
3.2. Türkiye'nin Makro Ekonomik Göstergeleri 36
3.3. Yapısal Değişim ve Yapısal Dönüşüm Kavramları 37
3.4. AR-GE ve Yenilik Ekonomisi 38
3.6. Orta Gelir Tuzağı'na Çözüm Önerileri 41
4. SONUÇ VE ÖNERİLER 45
5. KAYNAKÇA 51

TABLOLAR LİSTESİ

Sayfa No.

Tablo 1: Gelir Gruplarına Göre Sınıflandırma(2018)..... 33

Tablo 2: Türkiye'de GSYH İçindeki Gayrisafi Tasarruf Oranları (%)2017-2018
..... 35

Tablo 3: Türkiye'nin Temel Makroekonomik Göstergeleri(2015-2020)..... 36

ŞEKİLLER LİSTESİ

Sayfa No.

Şekil 1: Endüstri Devrimlerinin Tarihsel Süreci 10

Şekil 2: Sanayi 4.0'ın Temel Bileşenleri 12

Şekil 3: Üç Boyutlu Yazıcı 14

Şekil 4: 3D Yazıcı ile İnşa Edilen Ev 15

Şekil 5: 3D Yazıcı İle Üretilen Altıncı Parmak 16

Şekil 6: Hong-Kong Merkezli "Hanson Robotics" Şirketinin 2016 Yılında Geliştirdiği İnsansı Robot "Sophia" 19

Şekil 7: Öğrenen ve Seninle Yaşayan Robot 20

Şekil 8: OECD'nin Düzenlediği PİSA Endeksi(2018) 29

Şekil 9: Küresel Rekabet Gücü Endeksi (2019) 31

Şekil 10: OECD Ülkelerinde AR-GE/GSYİH Oranları(2018) 38

Şekil 11: Türkiye'de AR-GE Harcamalarının GSYH İçindeki Payı(2009-2019) 40

KISALTMALAR

AR-GE: Araştırma Geliştirme

Diğ: Diğerleri

Ed: Editör

ENİAC: Elektronik Sayısal Entegreli Hesaplayıcı

GPS: Küresel Konumlama Sistemi (Global Positioning System)

GSYH: Gayri Safi Yurt İçi Hâsıla

IoT: Nesnelerin İnterneti (İnternet of Things)

OECD: Ekonomik Kalkınma ve İşbirliği Örgütü

OGT: Orta Gelir Tuzağı

PİSA: Uluslararası Öğrenci Değerlendirme Programı

Sanayi 4.0: Endüstri 4.0, Dördüncü Sanayi Devrimi

Syf: Sayfa

TÜBİTAK: Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu

TÜSİAD: Türk Sanayicileri ve İş İnsanları Derneği

3D: Üç Boyutlu (Three Dimensional)

Vb: Ve Benzeri

Vd: Ve Diğerleri

yy.: yüzyıl

WEF: Dünya Ekonomik Forumu

GİRİŞ

Gelişmekte olan ekonomilerde ulusal ve kişi başı gelir artışı sağlamanın yolu, sanayi sektörünün ekonomik faaliyetler içindeki payının artırılmasıyla mümkün olmaktadır. Toplam üretim ve kişi başı gelir artışının sağlanabilmesi, ilave katma değer yaratılmasıyla yani bilgi faktörünün artan oranda üretim süreçlerine dâhil edilebilmesiyle mümkün olmaktadır. AR-GE çalışmaları, yenilik ekonomisi uygulamalarının geliştirilmesi ve sürdürülebilmesi, gelir artışının temel kaynağını oluşturmaktadır. Orta Gelir Tuzağı'nın aşılması çabaları kapsamında nitelikli işgücünün önemi, Sanayi 4.0 sürecinde de karşımıza çıkmış bulunmaktadır. Türkiye'nin nitelikli işgücü sayısının artırılmasına yönelik politika değişiklikleri yapması ve "yenilik ekonomisinin temelini" hazırlaması gerekmektedir. Sanayi 4.0'a uyum sağlayabilmek ve en önemlisi Orta Gelir Tuzağı'nı aşabilmek bu sayede mümkün olabilecektir.

Bu çalışmanın birinci bölümünde sanayi devrimlerine tarihsel süreçler ve olaylar dikkate alınarak yer verilmiştir. İkinci bölümde Sanayi 4.0 kavramına, özelliklerine ve yansımalarına bilimsel kaynaklar eşliğinde yer verilmiştir. Üçüncü bölümde ise Orta Gelir Tuzağı kavramı ve nedenleri, Türkiye'nin makroekonomik göstergeleri dikkate alınarak incelenmiştir. Son bölümde ise tüm veriler eşliğinde Türkiye ekonomisi için Orta Gelir Tuzağı'ndan çıkış politikalarına dair açıklamalara ve önerilere yer verilmiştir.

BİRİNCİ BÖLÜM

1. SANAYİ DEVRİMLERİNE GENEL BAKIŞ

Sanayi Devrimi terimi ilk defa Fransız iktisatçı Auguste Blanqui tarafından ortaya konmuş, bilim literatürüne yerleşmesi ve yaygın olarak kullanımını sağlayan kişi ise Friedrich Engels olmuştur. (Başer, 2011: 276)

Devrim sözcüğü ani ve radikal değişimi çağrıştırır. Tarih boyunca yeni teknolojiler ve dünyayı yeni algılama biçimleri ekonomik sistemlerde ve sosyal yapılarda derin bir değişimi tutuşturduğunda her seferinde devrimler gerçekleşmiştir. (Schwab, 2018: 15)

18.yy.'ın ikinci yarısından günümüze kadar olan dönemde bilim ve teknoloji alanındaki köklü değişimler dikkate alınarak, devrimler dört temel evreye (I. Sanayi Devrimi, II. Sanayi Devrimi, III. Sanayi Devrimi ve IV. Sanayi Devrimi) ayrılmıştır. (Genç ve diğ., 2019: 151)

Birinci Sanayi Devrimi demiryollarının inşası ve buhar makinesinin devreye girmesiyle, İkinci Sanayi Devrimi elektriğin ve montaj hattının sağladığı olanakla seri üretime geçilmesiyle başladı. Üçüncü Sanayi Devrimi ana bilgisayarların, kişisel bilgisayarların, internetin devreye girmesiyle başladı. Dördüncü Sanayi Devrimi ise üçüncü sanayi devriminde ortaya çıkan, merkezinde bilgisayar donanım, yazılım ve ağların bulunduğu daha gelişmiş, daha küçük ve bütünleşik sensörler ve yapay zekânın devreye girmesiyle başlayan ve halen devam eden dijital teknolojilerin yaygın olduğu bir süreçtir.

I. Sanayi Devrimi'ne İngiltere'nin çok büyük katkısı olmuş ve bu endüstrileşme dönemi "İngiliz Sanayi Devrimi" olarak da adlandırılmıştır. (Deane, 1979: 5) II. Sanayi Devrimi tamamen olmasa bile Amerika ve Almanya'da birbirinden bağımsız gerçekleşmiştir. Fakat III. Sanayi Devrimi, ilk iki endüstrileşme dönemi evresine göre birbirinden haberdar olan ve karşılıklı etkileşim içerisinde bulunan çok sayıda ülke tarafından gerçekleştirilmiştir. Bunun en önemli nedeni yoğun teknolojik

ilerlemenin iletişim alanına yaptığı olağanüstü katkıdır. Böylece bilginin aktarımı hızlanmış ve dünyanın farklı bölgelerinin, bilgiye eş zamanlı olarak ulaşması olanaklı hale gelmiştir. (Rifkin, 2014: 14)

1.1. Birinci Sanayi Devrimi

İngiltere'de 18.yy.'da başlayan ve 19.yy. boyunca devam eden Birinci Sanayi Devrimi; makineleşmeyi, sermaye birikiminin artmasını ve ekonomilerin büyümesini sağlayan ve sanayi toplumuna geçişin ön aşamasını ifade eden ilk sanayi devrimidir. Birinci Sanayi Devrimi için dönüm noktası olan gelişme ise 1765 yılında James Watt tarafından geliştirilen buhar motorunun bulunmasıdır.

Birinci Sanayi Devrimi'nin temel noktası, İngiltere'de buhar makinesinin icat edilmesi ile birlikte su gücünden faydalanılmaya başlanmasıdır. James Watt tarafından icat edilen buhar motoru sanayi toplumuna geçişin ilk adımı olmaktadır. Buhar makinesinin icadı ile kas gücüne dayalı basit iş tezgâhlarındaki üretim, makineler aracılığıyla yapılmaya başlanmıştır. Makineleşme ile birlikte Sanayi Devrimi'nin başlangıç sektörü olan tekstil endüstrisinde çok önemli ilerlemeler yaşanmış, daha kısa zaman dilimlerinde daha yüksek miktarlarda ürünler elde edilmiştir. Tekstil sektörünün yanı sıra madencilik, demir-çelik, ormancılık, karayolu, demiryolu ve gemi taşımacılığı endüstrileri de bu değişimlerden olumlu yönde etkilenmiştir. Gelişen ulaşım sayesinde taşıma maliyetleri düşmüş, ürünlerin ülke içerisinde veya dış ülkelere taşınması kolaylaşmıştır. Ulaşımın daha kolay yapılabilmesi ve ulaşım maliyetlerinin düşmesi ile ülkeler arası ticari hayat zenginleşmiştir. Gelişen ve ilerleyen ekonomik hayat ile doğru orantılı olarak insanların satın alma güçleri artmış ve toplumun genelinde bir refah artışı yaşanmıştır. (Genç ve diğ., 2019: 152)

Başlangıçta su kuyularında ve metal eritmede kullanılan buhar motoru zaman içerisinde geliştirilerek dokuma ve kömür sanayinde yoğun olarak kullanılmıştır. Buhar motoru kömür madenlerinde yaşanan su baskınlarının önlenmesine yardımcı olmuştur. (Toybee, 1956: 89)

Gelişmiş makinelerin insan gücünün yerini almaya başlamasıyla işlerin daha kısa sürede tamamlanmasını sağlanırken, yaşamını bu alandan sağlayan ve özellikle kırsalda yaşayan birçok kişinin de işsiz kalmasına sebep olmuştur. Sanayi devrimi ile birlikte başlayan bu süreç; kötü çalışma koşulları, düşük ücret, kadın ve çocuk işçilerin varlığı, yoğun iş saatleri gibi problemler yüzünden eleştirilere uğramıştır. (Hobsbawn, 2016: 59)

Buhar gücünün makinelerde kullanılmaya başlanması insan gücü ile ulaşılamayacak bir üretim kapasitesinin elde edilmesine olanak sağlamıştır. O dönemin yüksek teknolojisi olan bu makineler onlarca işçinin üretemeyeceği gücü üretebildiği gibi, aynı zamanda yorulmuyor, acıkmıyor, paydos etmiyor ve kesintisiz olarak çalışabiliyordu. Bu da gösteriyor ki, Birinci Sanayi Devriminin en belirleyici gelişmesi buhar gücünün bulunmasıdır. Buhar gücünün kontrol altına alınarak makinelerde kullanılması, beraberinde bu gücün imalathanelerde makineleri çalıştıracak enerji kaynağı olarak kullanılmasının yanı sıra ulaşımda da demiryolu araçlarında kullanılmaya başlanmıştır. Her iki alanda gözlemlenen bu dönüşüm söz konusu dönemin en önemli paradigmaları haline gelmiştir. Buhar gücünün imalathanelerde kullanılmaya başlanmasıyla birlikte bu tür üretim yerlerinin yapısal özellikleri de değişmeye başladı. Geçmişte insan gücüne bağlı olarak faaliyet gösteren atölye ve imalathaneler ekonomik ve fiziksel açıdan giderek büyüyerek fabrika haline gelmişlerdir. (Görçün, 2017: 16)

İşgücü ihtiyacının makineleşme sonucunda azalması, işsizliğin büyük ölçüde artış göstermesine yol açmıştır. Ekonomik yavaşlamayla da birlikte Avrupa'da işçi sınıfı toplumsal bir hareket başlatmış ve Avrupa'nın birçok bölgesinde devrimci hareketler meydana gelmiştir. Birinci Sanayi Devrimi, ortaya çıktığı coğrafyalarda sosyoekonomik ve sosyokültürel sonuçlar doğurmuştur.

Birinci Sanayi Devrimi sürecinde buhar motorunun bulunması ve makineleşmenin gelişme göstermesiyle birlikte hem demiryolu taşımacılığı hem de deniz yolu taşımacılığı gelişme göstermiştir. Bu sayede uluslararası ticaret de ivme kazanmıştır.

Uluslararası ticaretin uzak coğrafyalara ulaşabilecek şekilde genişlemesi, Avrupa'da kayda değer bir sermaye birikimi ve refah artışına neden olmuştur. Avrupa'da tanınmayan birçok hammadde ve ürün dış ticaret sayesinde Avrupa'ya getirilmiş ve yüksek kârlarla satılmıştır. Hammaddelerin farklı coğrafyalarda daha ucuz ve daha kolay elde edilebilmesi, kölelik olgusunun ortaya çıkmasına neden olmuştur. Avrupalı sanayiciler; ulaştıkları uzak coğrafyalarda yaşayan yerli halkları, günlük yiyecekleri karşılığında neredeyse tüm gün, hammaddenin elde edilmesi ya da işlenmesi gibi işlerde hizmet etmeye zorladılar. Böylece kapitalist sınıf, sermaye birikimini gerçekleştirirken, işçi sınıfı üzerinde de sömürü sistemini hayata geçirmiş oldu.

1.2. İkinci Sanayi Devrimi

"Teknoloji Devrimi" olarak da nitelendirilen İkinci Sanayi Devrimi 1860 ile 1920'lerin sonlarına kadar olan dönemi kapsar. "Amerikan Sanayi Devrimi" olarak da adlandırılan bu devrim, Birinci Sanayi Devrimi ve öncesindeki bilgi birikiminin bir sonucu olarak ortaya çıkmıştır.

İkinci Sanayi Devrimi dönemi boyunca iletişim araçları kısıtlıydı. 1876 yılında, Alexander Graham Bell tarafından icat edilen telefonun da son derece sınırlı bir kullanımı vardı. Sadece devlet, ordu ve birkaç burjuva aile tarafından kullanılabilen bir araç durumundaydı. (Fülberth, 2008) İletişim alanındaki buluşlar ile toplumlar gelişmelerden haberdar olmaya başladı ve bilginin aktarılması kolaylaştı. Bu sayede bilimsel ve endüstriyel gelişmeler hız kazanmıştır.

II. Sanayi Devrimi'nin altyapısını oluşturan etmenler, fizik ve kimya endüstrisindeki ilerlemelerdir. Elektrik ile çalışan makinelerin icat edilmesi seri üretimin ortaya çıkmasını sağladı.

Elektriğin endüstride kullanılmaya başlanmasının önemi, I. Sanayi Devrimi'ndeki basit mekanik özelliklere sahip makinelerin yerinin daha hızlı ve seri üretim yapabilen makinelerin almasıdır. Bu dönemde çelik endüstrisindeki gelişmelere

bağlı olarak demiryolları ulaşımı hızlı şekilde ilerlemiş, ulaşımın gelişmesi ile yeni dağıtım olanakları ortaya çıkmış ve ticari hayat yeni bir ivme kazanmıştır. Elektriğin yanı sıra içten patlamalı motorlar, radyo ve telgraf gibi iletişim araçları bu sanayi döneminde insan hayatına girmiştir. İçten patlamalı motorlar, otomotiv endüstrisinin kuruluşu ve temelidir. Otomotiv endüstrisinin gelişimi ile fosil yakıtlar ve özellikle petrol dönemin en önemli enerji kaynağına dönüşmüştür. (Genç ve diğ.,2019: 152)

Petrol uzun yıllar boyunca bilinen bir madde olmasına rağmen enerji kaynağı olarak kömür yaygın olarak kullanılıyordu. Kömür ise endüstrilerin gereksinimlerine cevap verebilir düzeyde değildi. Petrolün sanayide kullanılmaya başlanması, petrol ile çalışan motor ve makinelerin geliştirilmesini de sağladı.

1892 yılında Alman mühendis Rudolf Diesel patentini almış olduğu içten yanmalı motor ile önemli bir başarı elde etmiştir. Endüstrilerin yanı sıra neredeyse tüm ulaşım alanlarında bu motorlar büyük bir hızla benimsendi. (Görçün, 2017: 54)

İkinci Sanayi Devrimi petrol, elektrik, çelik ve kimyasal tekniklerdeki gelişmelere dayalı olarak gerçekleşmiştir. İngiltere'de başlayan Birinci Sanayi Devrimi, kısa sürede ABD ve Avrupa ülkelerine yayıldı. Bu süreçte özellikle ABD ve Almanya çok öne çıkmışlar ve sanayi üretiminde liderliği ele geçirmişlerdir.

Thomas Edison'un 1882'de elektrik ampulünü icat etmesi, fabrikalarda ve kentlerde konut aydınlatılmasında elektriğin kullanılmasını başlatmış oldu. Elektrik, makinelere aktarıldı ve böylece fabrikalarda seri üretime geçildi. İş bölümü ve uzmanlaşmanın sağlanması, teknik buluşları destekleyerek üretimin artmasını ve üretimde verimliliğin yükselmesini sağladı.

İkinci Sanayi Devrimi'nin en çarpıcı ve simgesel gelişmelerinden biri ABD'de, 1913'te Henry Ford'un, otomobil üretiminde ilk standardizasyonu ve ilk seri üretimi gerçekleştirmesiydi.

Fordist Üretim sistemi, İkinci Sanayi Devrimi ile özdeşleşti. Üretim sürecinde işlerin parçalara bölünmesine ve yapılış sırasına göre bir hat üzerinde dizilmesine dayanmaktadır. Böylece, işçilerin üretim sırasında işi gereği parça almak ya da alet/makine almak için geliş gidişleri, dolayısıyla zaman kayıpları önlenmektedir.

Fordist sistemde, işin nesnesinin, üretim sürecinin gerekli kıldığı işlem sırasına göre sıralanmış makinalar ve iş istasyonları boyunca hareket etmesi sağlanmaktadır. Fordist üretim hattı olarak adlandırılan bu işleyiş akar-band sistemdir. Fordist üretim sisteminin temel katkısı verimliliği yükseltmesidir. Diğer taraftan, bu yöntemin içerdiği standardizasyonla birlikte kaliteyi de yükselttiği açıktır. İkinci Sanayi Devriminin bilimsel ilkelere dayalı olarak üretimi artırması ve verimliliği yükseltmesi durumu Fordist yapıda gözlemlenebilir. (Genç ve diğ., 2019: 130)

1950'li yıllarda askeri ihtiyaçları karşılamak üzere geliştirilen ve günümüzde kullandığımız çiplerin atası olarak değerlendirebileceğimiz elektron tüplerinin ve Ram Belleklerin kullanıldığı ENIAC adlı bilgisayarlar kullanılmaya başlanmıştır. Bir takım faydalar yaratsa da ENIAC'ın endüstrilerde ve kişisel olarak kullanımı mümkün değildi. Boyutları ve enerji tüketim değerleri ticari bir niteliğe sahip olmasını engelliyordu. (Görçün, 2017: 88)

İlerleyen yıllarda, bilgisayarlar, çip teknolojisinin ve internetin gelişme göstermesiyle beraber kayda değer ilerlemelere neden olacak ve yeni bir çağın kapısını aralayacaktı.

1.3. Üçüncü Sanayi Devrimi

"Dijital Devrim" olarak da nitelendirilen III. Sanayi Devrimi, 20.yy'ın ilk yarısından itibaren başlayıp yine aynı yüzyılın sonuna kadar devam eden dönemi kapsamaktadır.

III. Sanayi Devrimi, ülkelerin sanayileşme hareketlerinin yaygınlaştığı ve Dünya'nın farklı bölgelerine iletişimde yaşanan gelişmelerle hızlı bir şekilde ulaştığı bir dönemi ifade etmektedir. (Chang, 2009: 41) III. Sanayi Devrimi'nin ortaya çıkmasını ve hızlı bir şekilde yaygınlaşmasını sağlayan önemli unsurlardan bir tanesi bilgi teknolojisindeki gelişmelerdir. Özellikle II. Dünya Savaşı sırasında teknolojik üstünlüğe ve etkin iletişim ağlarına sahip olmanın faydaları daha net bir şekilde anlaşılmıştır. Savaş sonrası birbirlerine üstünlük sağlamak isteyen devletler bilgi

teknolojilerine ve iletişim altyapısına ciddi oranlarda yatırım yapmışlardır. Yapılan yatırım tutarları ile doğru orantılı olarak hem günlük hayatta kullanılan elektronik iletişim araçlarının sayısı artmış hem de firmalar arası rekabetten kaynaklı olarak fiyatlar üzerinde gerilemeler olmuştur. Fiyat düşüşünün en temel sebepleri bilgisayar temelinde bütün bilgi teknolojisi ürünleri (telefon, elektronik ürünler, televizyon vb.) üzerinde çalışan firma sayısının ve Ar-Ge için ayrılan kaynak miktarının artırılmasıdır. (Greenwood, 1999: 3)

İletişim, haberleşme ve bilgi teknolojilerinin gelişmesi, üretim sürecinde insan emeği yerine bilgi gücünden daha fazla faydalanılmaya başlanması, bilgi toplumuna dönüşümün temel noktasıdır. Bilgi toplumu ise ihtiyaç duyulan enerjiyi sadece fiziksel güç veya makine gücü ile sınırlandırmamış, gelişen bilgisayar sistemlerini üretim sürecine entegre ederek yeni bir güç kaynağı elde etmişti: zihinsel güç. Çalışanların fiziksel emeklerinin yanı sıra zihinsel emeklerini de kullanarak üretim zincirini optimum düzeye taşınması amaçlanmıştır. Bilgisayar destekli üretim teknolojileri daha yüksek standartlarda, daha yüksek kalitede, ihtiyaç duyulanı zamanında üretmek gibi avantajlar sağlamıştır. (Genç ve Diğ., 2019: 179)

Bilgisayarlar küçülmeye başladı ve ev ya da ofislerde kullanabileceğimiz küçük elektronik cihazlara dönüştü. Artık bilgisayarlar kişisel olarak da kullanabileceğimiz ticari metalara dönüşmüştü. Bilgisayarlar insan gücü ile yapılabilecek hesapları ve işlemleri çok daha kısa sürede gerçekleştirebiliyordu. DOS olarak kısaltılan Disk İşletim Sistemi (Disk Operating System) siyah ekran olarak kullanılıyordu. DOS komut sistemi o zamanın koşullarına göre işlevsel bir niteliğe sahip olsa da bir bilgisayar kullanım dili bilmeyi gerektiriyordu. Bilgisayar kullanıcıları çeşitli programlama dillerini öğrendikten sonra bilgisayarı kullanmaya başlayabiliyorlardı. Bu durum sıradan insanların bilgisayar kullanmasını kısıtlıyor ve elektronik ürünlerin tüketici kitlesini genişletmesini engelliyordu. Bu problemi aşmak üzere çalışmalar yapan genç bir bilgisayar dâhisi Bill Gates komutlar yerine pencerelerden oluşan, bu nedenle adını Windows olarak koyduğu bir yazılımı kullanıcılarla tanıştırdı. Windows bilgisayar yazılımları açısından bir devrim niteliğindeydi. Bill Gates ve Paul Allen 1985 yılında bu yazılımı bilgisayar kullanıcılarına sundular. “Windows 1.0” olarak adlandırılan bu yazılım kısa zaman

içerisinde tüm dünyayı etkileyecek ve değiştirecekti. İlerleyen süreçlerde üretilen hemen her elektronik aygıt Windows yazılımı ile uyumlu hale gelecek ve Windows tüm dünyada en yaygın kullanılan işletim sistemi haline gelecekti. (Görçün, 2017: 109)

1980'li yılların başında "LAN" olarak adlandırılan Yerel Ağ Bağlantısı'nın ve kişisel bilgisayarların geliştirilmesi ile birlikte internet de büyük bir gelişme göstermiştir. Mühendis Bob Metcalfe'nin, "Ethernet" teknolojisini geliştirmesiyle internet teknoloji evlerimize kadar girmiş oldu.

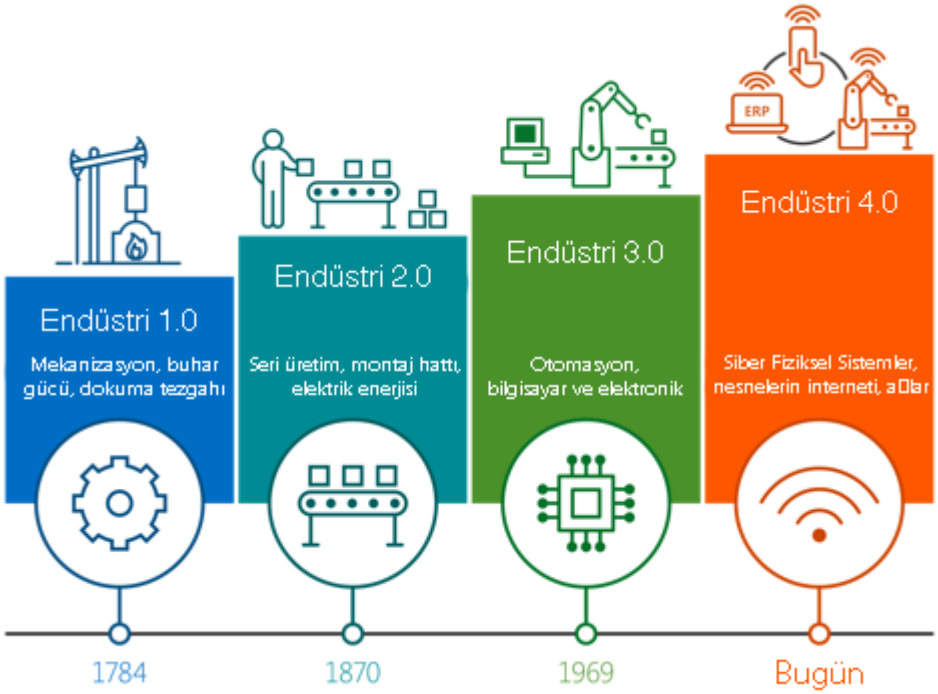
Bilgisayar ve internet teknolojisinin yanı sıra telefon teknolojisinde de büyük gelişmeler yaşandı. Telefon hatlarının yaygınlaşması ve fiber optik kabloların kullanılmasıyla birlikte telefon teknolojisi de büyük bir gelişmeler yaşandı. İlerleyen yıllarda analog telefonların yerini dijital telefonlar aldı, telefonlar daha da küçüldü ve taşınabilir hale geldi.

Haberleşme ve iletişim alanında görülen tüm bu gelişmeler dünyayı olduğu gibi endüstrileri ve tedarik zinciri süreçlerini de ciddi bir ölçüde etkiledi. Üçüncü Sanayi Devrimi sürecinde büyük bir ivme kaydeden e-ticaret sayesinde firmalar, müşterilerine internet üzerinden alışveriş imkânı sağlamaya başladı.

Üçüncü Sanayi Devrimi süreci tüm özellikleri ile birlikte ele alındığında, bu süreci etkileyen temel faktörlerin, bilgi iletişim sistemleri ile iletişim/haberleşme alanında gözlemlenen gelişmeler olduğu söylenebilir.

1.4. Dördüncü Sanayi Devrimi

Bütün endüstri devrimleri birbirlerini destekler; biri diğerinin üzerine kurulmuştur ve bir sonraki adımı ortaya çıkran dinamik ise ihtiyaçlar olmuştur. III. Endüstri Devrimi ile IV. Endüstri Devrimi arasında da çok sıkı bir ilişki mevcuttur. III. Endüstri Devriminin sonlarında en üst düzeye çıkan elektronik, haberleşme, otomasyon, robotik ve akıllı fabrikalar ile ilgili gelişmeler de Sanayi 4.0'ın temelini atmıştır. Nesnelerin internetiyle erişilen sürekli, anlık ve gerçek zamanlı verilerle birbirlerine bağlı kalarak veri ve bilgi paylaşımı ile IV. Sanayi Devrimi başlamıştır. (Özmen, 2019: 200)



Şekil 1: Endüstri Devrimlerinin Tarihsel Süreci

Not: https://www.masplus.com.tr/endustri-4-0-nedir/ Erişim Tarihi: 20.05.2021

"Bilgi Çağı" ya da "Dijital Çağ" olarak nitelendirilen 21. yüzyılda, bilişim teknolojilerinin internet ile birlikte hayatın her alanında yaygınlaşmasıyla başlayan dijitalleşme süreci değişimin de ötesinde bir dönüşüm sürecine temel oluşturmuştur. (Gürbüz, 2018: 71)

Sanayi 4.0, ilk olarak 2011 yılında Almanya'nın Hannover fuarında ortaya atılan bir yaklaşımdır. Bu yaklaşım temelde insan emeğine gereksinim duymayan, otonom olarak faaliyette bulunan makinelere ve üretim sistemlerine odaklanmaktadır. Dördüncü Sanayi Devrimi; makinalar, iş parçaları ve sistemleri, akıllı ağlar ile birbirine bağlanmaktadır ve bu sayede eş zamanlı olarak birbirini kontrol edebilmektedir.

Dördüncü Sanayi Devrimini, sadece dijitalleşme, yapay zeka, 3D yazıcılar, nano teknolojiler gibi kavramlarla sınırlandırmamak gerekir. Dördüncü sanayi devrimi çalışma koşullarından yönetime, yeni mesleklerden istihdama, sosyal güvenlik sisteminden sendikacılığa kadar birçok alanı etkilemektedir. (Öztuna, 2017: 121)

İKİNCİ BÖLÜM

2. SANAYİ 4.0 KAVRAMI, ÖZELLİKLERİ VE YANSIMALARI

2.1. Sanayi 4.0 Kavramı

Sanayi 4.0 ya da Dördüncü Sanayi Devrimi ya da genel anlamda Dijitalleşme olarak nitelendirilen bu teknolojik dönüşüm dalgasını, endüstriyel anlamda "ürün ve üretim süreçlerinde dijitalleşme" olarak tanımlamak mümkündür. (Gökpınar, 2018: 78)

Endüstri 4.0'ın ana hedefi daha önceki süreçlerde gerçekleştirilemeyen birçok ihtiyacın; düşük enerji kullanımı, yüksek hız, doğaya daha az zararlı salınım, düşük maliyet, verimlilik, sürdürülebilirlik ve yüksek düzeyde güvenirlikle çalışan otonom yapılar ve iş süreçleri inşa ederek "parçaların" sinerjisinden yararlanmaktır. (Özmen, 2019: 198)

Sanayi 4.0'ın temel belirleyicileri şunlardır: Hız, Genişlik ve Derinlik, Sistem Etkisi.

Hız: Yaşamakta olduğumuz çok yönlü dünyada sürekli olarak, daha yeni ve daha yetenekli teknolojiler gelişmektedir.

Genişlik ve Derinlik: İş dünyasında, ekonomide ve toplumda her yönden paradigma değişimlerine götüren çeşitli teknolojiler gelişmektedir.

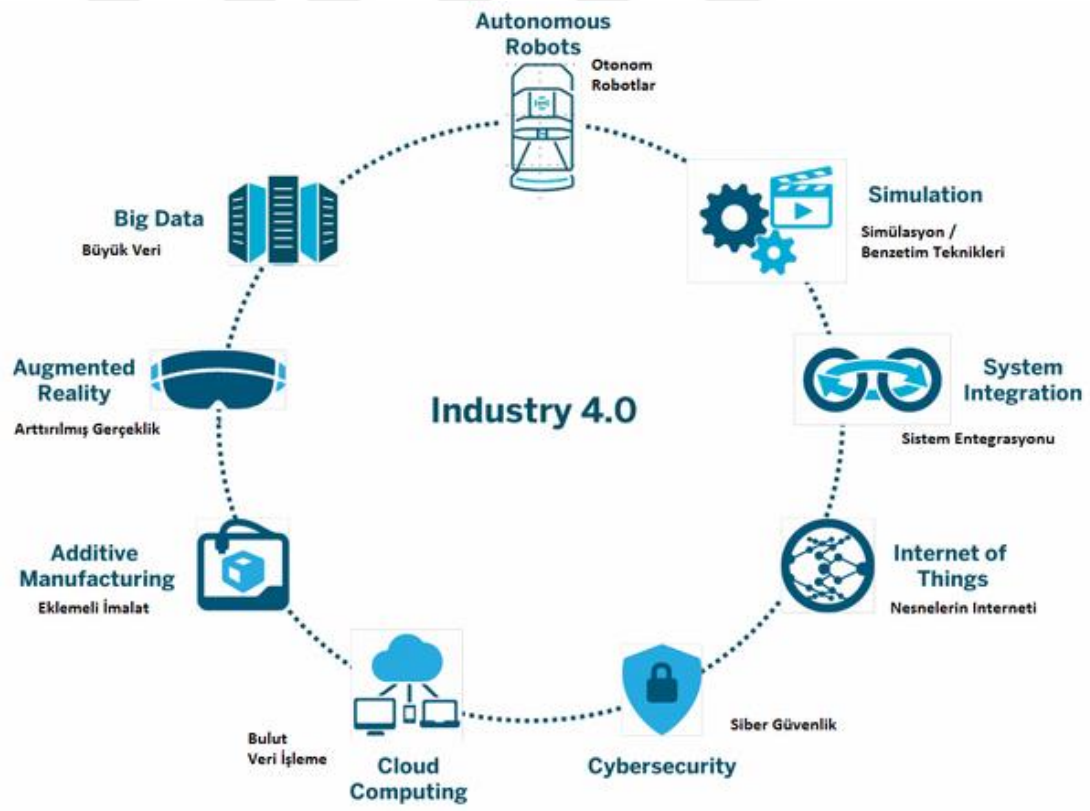
Sistem Etkisi: Sanayi 4.0; ülkeler, şirketler ve sektörler arasında ve bir bütün olarak toplumda sistemlerin bütünsel dönüşümünü içermektedir. (Schwab, 2018: 11)

Sanayi 4.0, tüm sektörleri (telekom, enerji, savunma sanayi, kamu hizmetleri, ulaştırma, bankacılık/finans sağlık, eğitim, otomotiv, üretim tesisleri, eğlence, gıda vb.) etkileyecektir. Etkileme derecesi ve etkinin kısa-orta ya da uzun vadede olup olmayacağı sektörden sektöre farklılık gösterecektir. (H. Çifci, İktisat ve Toplum Dergisi, Sayı:92, 2018: 78)

Dördüncü sanayi devriminin günlük yaşamdan, çalışma yaşamına, işletme yöntemlerinden, istihdama, sendikalara ve hukuka neredeyse her alana etkisinin olacağı öngörülmektedir. Devletlerin, işletmelerin, sivil toplum kuruluşlarının ve sendikaların şimdiden dördüncü sanayi devrimi ile ilgili değişecek yeni düzene hazırlanmaları gerekmektedir. (Öztuna, 2017: 57)

2.2. Sanayi 4.0'ın Temel Bileşenleri

Sanayi 4.0'ın temel bileşenleri şunlardır: Bulut Bilişim, Büyük Veri, 3D Yazıcılar (Eklemeli Üretim), Nesnelerin İnterneti (IoT), Nano Teknoloji, Artırılmış Gerçeklik, Yapay Zeka, Akıllı Robotlar, Siber Güvenlik, Simülasyon.



Şekil 2: Sanayi 4.0'ın Temel Bileşenleri

Not:http://www.sanayicidergisi.com.tr/endustri-40-icin-uretim-ve-yonetimde-farklilasmak-gerekiyor-makale,627.html Erişim Tarihi: 21.05.2021

2.2.1. Bulut Bilişim

Bulut Bilişim sistemi ile internet ağına bağlı büyük sunucu bilgisayarlar aracılığıyla, işlerin ağ üzerinden paylaşılarak yapılması sağlanmaktadır. Büyük sunucu bilgisayarlar vasıtasıyla veri depolama işlevi yerine getirilmektedir ve böylelikle bilgisayar yazılım ve hizmetlerine ilişkin olarak sermaye yatırımı ihtiyacı da ortadan kalkmaktadır.

Bulut bilişimin muhasebe sektörü, tıp dünyası gibi hemen hemen her kesime birçok yönden olumlu etkisi vardır. Örneğin; kalp rahatsızlığı olan hastaların nabız verisinin ölçülmesi ve mesafe engeli olmaksızın bu verinin merkezi bulut sistemi üzerinden doktor ve hastane ile paylaşım yapabilmesini sağlamaktadır. Bu sistem sayesinde, hastanelerdeki kalabalık azalmakta ve hastalar için riskli durumların önüne geçebilme veya erken teşhis imkânı sağlamaktadır. (Eryılmaz ve diğ., 2016: 1-19)

2.2.2. Büyük Veri

Hızla değişim gösteren bir dünyada endüstriler ve işletmeler rekabet edebilmek için benzer biçimde kendilerine akan ve aynı hızla işlemsel bir hale getirilerek, operasyonlarda katma değer yaratmak üzere kullanılacak verilere çok ihtiyaçları vardır. Dolayısıyla verilerin elde edilmesi, sisteme transferi işlenmesi ve kullanımı kabul edilebilir bir hızda olmalıdır. Aksi durumda meydana gelen hızlı değişimlere reaksiyon gösterme konusunda işletmeler yavaş kalabilmekte, rekabette geriye düşebilmektedir. Büyük veri müşterilerden gelen verilerin toplanması ve gerçek zamanlı karar verme süreçlerinde kullanılan stratejik bilgilerdir.

İnternet kullanıcısı herhangi bir internet sitesine girdiğinde bilerek ya da bilmeyerek kendisine ilişkin birçok bilgiyi sistemde bırakmaktadır. Yazdığı herhangi bir yorum, bir alışveriş sitesinde geçirdiği süre, incelediği ürünler, sosyal medya üzerinde bırakmış olduğu bir ifade vb. yaklaşımlar endüstrilere ve işletmelere alacakları stratejik kararlar konusunda ışık tutabilmektedir. İşte büyük verideki bu

bilgiler sayesinde firmalar, üretimlerine karar verebilmektedir. (Görçün, 2017: 166-167)

2.2.3. Üç Boyutlu (3D) Yazıcılar

3D yazıcı dijital bir dosyadan katı ve üç boyutlu nesnelerin yaratılması olarak tanımlanıyor. 3D baskı makineleri günümüzde giderek yaygınlaşıyor ve hatta mağazalardan ve internet ortamından satın alınabiliyorlar. (Rouhıaınen, 2020: 260)



Şekil 3: Üç Boyutlu Yazıcı

Not: https://www.robotzade.com/urun/creality-3d-cp-01-moduler-3d-yazici-lazer-kazima-ve-cnc-isleme Erişim Tarihi: 14.05.2021

Bilgisayar kontrolündeki bu cihaz, malzemesini (plastik, metal, demir vd.) ince katmanlar halinde üst üste sürerek katı bir cisim meydana getirir. En yaygın kullanılan

malzeme plastiktir, ama metal, çok güçlü bileşikler, kauçuk gibi esnek malzemeler, hatta tahta bile basan makineler var artık. En gelişmiş yazıcılar onlarca farklı malzeme içeren ürünler basabiliyorlar. İşin belki de en çarpıcı kısmı, bu makinelerin iç içe geçen veya hareket eden parçalar içeren tasarımları da tek bir birimmiş gibi basabilmeleri. Böylece montaja da gerek kalmıyor. (Ford, 2019: 208)



Şekil 4: 3D Yazıcı ile İnşa Edilen Ev

Not: https://tr.euronews.com/2020/07/08/belcika-da-insaat-ustas-na-ihtiyac-olmadan-3d-yaz-c-ile-iki-katl-ev-insa-edildi Erişim Tarihi: 15.05.2021

Belçika'nın Westerlo kentinde bir firma üç boyutlu (3D) yazıcı ile 15 günde iki katlı modern bir ev inşa etti. 90 metre karelik yaşam alanı olan, 8 metre yüksekliğindeki bu evin yapımında neredeyse hiç ustaya gerek duyulmadı. Dev 3D yazıcı, bilgisayarda programlanmış bir şekilde bir rota üzerinden katmanlar halinde beton püskürtü. Malzeme olarak beton dışında, cam, ahşap ve metal kullanıldı.



Şekil 5: 3D Yazıcı İle Üretilen Altıncı Parmak

Not: https://www.ntv.com.tr/galeri/teknoloji/bir-elinizde-artik-6-parmak-olacak,IMCy2ZBiw060k2_hGTZqRw/MDPUQUhwCkmeTIOtivQeaA Erişim Tarihi: 17.05.2021

Yeni Zelandalı tasarımcı Dani Clode gündelik işleri daha hızlı yapabilmemizi sağlayan altıncı parmağı geliştirdi. Parmak iki motorlu çekmeli kablo sistemi ile çalışıyor. Sensörler kullanıcının hareketlerini algılıyor ve altıncı parmağı harekete geçiriyor. Sensör, sinyali kablosuz yolla yapay altıncı parmağa iletiyor.

2.2.4. Nesnelerin İnterneti (IoT)

IoT temelde, verinin toplanıp değiş tokuş edilmesine olanak veren sensör, yazılım ve ağ kurma becerilerine sahip olan ve ister taşıtlar, ister binalar ister de başka yerlerde bulunan cihazlar arasında internet üzerinden kurulan bağlantı demektir. (Rouhıaınen, 2020: 260)

Nesnelerin interneti, birçok fabrikanın veya kurumun akıllı okuyucular ile donatılması ve bu binlerce akıllı okuyucunun anlık ürettiği çeşitli verileri, anlık olarak analiz edebilme imkanı sağlayacaktır. (Özdoğan, 2017: 96)

Nesnelerin interneti; akıllı şehirler, e-sağlık, ev otomasyonu, akıllı çevre, güvenlik ve acil durumlar, alışveriş ve lojistik gibi uygulamalarda kullanılmaktadır. Nesnelerin internetiyle elde edilen sensörlerden ilgili veriler toplanmaktadır. Bu veriler Büyük Veri'yi oluşturarak bulut bilişim sistemlerinde depolanmaktadır. (Gökrem ve Bozuklu, 2016: 47-68)

2.2.5. Nano Teknoloji

Nano teknolojinin özü, moleküler seviyede, teker teker atomlarla çalışarak yeni moleküler organizasyona sahip büyük yapılar yaratmaktır. Araştırmaların amacı, atomik, moleküler ve supra-moleküler seviyelerdeki yapıların ve cihazların kontrolünü sağlamak ve bu cihazları verimli bir şekilde üretebilmeyi ve kullanabilmeyi öğrenmektir. (Ford, 2019: 276)

Nano teknolojisi; hastalık mikroplarının ve tümör hücrelerinin yok edilmesinde, zehirli atıkların temizlenmesinde, ucuz ve bol yiyecek kaynaklarının oluşturulmasında, mikroçiplerden roketlere kadar makinelerde kullanımına, hasarlı hücrelerin tamiri ve yaşlanmanın geciktirilmesinde kullanılmaktadır. (Baykara, 2014)

2.2.6. Artırılmış Gerçeklik

Artırılmış gerçeklik; ses, video, grafik veya GPS verileri gibi bilgisayar tarafından üretilip duyusal girdi ile artırılıp canlandırılan elemanların fiziksel ve gerçek dünya ortamıyla birleştirilmesiyle oluşturulan yeni bir algı ortamının görünümüdür. Artırılmış gerçeklik ile insan duyusunu ve hislerini harekete geçirecek

girdiler bilgisayar tarafından modifiye edilip zenginleştirilir ve ortaya çıkan yeni gerçeklik kullanıcının algısına sunulmaktadır. (Kahraman, 2016)

Artırılmış gerçeklikte hedeflenen görüntüye ya da nesneye derinlik hissi verilmektedir. Örneğin, arabayla yolda giderken öndeki araçlarla aradaki mesafe ya da onların hızı ölçülebilmektedir. (Uğur ve Apaydın, 2014: 145)

2.2.7. Akıllı Robotlar-Akıllı Fabrikalar-Yapay Zeka

Sanayi 4.0'a uyum sağlayan ekonomiler, akıllı üretim ekonomisine geçmiş demektir. Dünyada lider olmak isteyen işletmelerde; üretim ve dağıtım süreçlerinde çalışacak akıllı robotlar, hem üretim hem de satış-pazarlama süreçlerinde kullanılacak yapay zekâ sistemleri ile bilgi alışverişini sağlayacak nesnelerin interneti ve bunların hepsini yönetebilecek yazılımcı ve uygulayıcı uzmanlardan oluşan bir ekibin olması gerekmektedir. (Şuman, 2017)

Robotlar tanımlanmış algoritmalar çerçevesinde üretime ilişkin fonksiyonlarını gerçekleştirdikleri için sapma olasılıkları son derece düşük seviyededir. Dolayısıyla üretimde beklenmedik bir hatanın ya da yanlışlığın sonucunda oluşabilecek kayıplara ilişkin olasılıklar son derece düşüktür. Bu durum üretimin hatasız olmasına ve ekstra maliyetlere yol açabilecek olumsuz durumların ortadan kaldırılmasına olanak verebilmektedir. Öte yandan yüksek risklere sahip işler robotlar tarafından yapılarak işyerinde meydana gelebilecek tehlikelerin azaltılması ve işyerinin daha güvenli bir hale getirilmesine zemin hazırlar. (Görçün,2017: 189)

Akıllı fabrikalar Sanayi 4.0 ile gündeme gelen bir diğer endüstriyel gelişmedir ve temel unsurlarından biri de dijitalleşmedir. Dijitalleşme sayesinde üretim süreçleri ve buna ilişkin değişkenler ve meydana gelebilecek problemler bilgisayar ortamlarında gözlemlenebilecektir. Bu da fabrikaların, endüstriyel prototip veya model üretmeye ilişkin maliyetlerini düşürecektir. Akıllı fabrikalarda oluşabilecek en büyük risk ise siber saldırılardır.

Yapay zekâ ise bir bilgisayarın veya bilgisayar kontrolündeki bir robotun çeşitli faaliyetleri zeki canlılara benzer şekilde yerine getirme kabiliyeti olarak tanımlanmaktadır.



Şekil 6: Hong-Kong Merkezli "Hanson Robotics" Şirketinin 2016 Yılında Geliştirdiği İnsansı Robot "Sophia"

Not: https://www.sanayinindijitaldonusumu.com/insansi-robot-sophia-gelecek-icin-neler-vaat-ediyor/ Erişim Tarihi: 29.04.2021

Sophia adlı insansı bu robot Google tarafından geliştirilen ses tanıma teknolojisini kullanıyor. Sophia'nın konuşma sırasındaki mimikleri insan hareketlerine çok benziyor. İnsana en yakın robot özelliğine sahip olan Sophia'ya ek olarak Koronavirüs salgını için geliştirilen Robot "Hemşire Grace" de dünyanın dikkatini üzerini çekmektedir.

Günümüzde yavaş yavaş robotlar ve yapay zekâlar ile ilgili olumlu ve olumsuz öngörüler ortaya çıkmaya başlamıştır. Bill Gates yapay zekâlardan kaygı duyduğunu

açıklamaktadır. Stephen Hawking ise yapay zekânın insanlığın sonunu getirebileceği uyarısında bulunmaktadır. (Öztuna, 2017: 112)

Yapay zekâyı tasarlayanlar, teknolojinin kötüye kullanımını engellemek için daha fazla çaba sarf etmeleri konusunda uyarılmaktadır. Uzmanlara göre, yanlış kişilerin kullanımına sunulan yapay zekâlar beraberinde bazı tehlikeler de getirmektedir. Bunlardan bazıları şunlardır: Füzeye dönüştürülmüş insansız hava araçları, kamuoyunu manipüle eden sahte videolar ve otomatikleştirilmiş bilgisayar korsanlığı.

Ulaşım sektöründen enerji sektörüne, savunma sanayiden sağlık sektörüne kadar her alanda robotik sistemler kullanılmaya başlandı. Özellikle salgın sürecinde insanlar arası mesafeye uyulması gerekliliğinden dolayı, akıllı robot üretimi de artış göstermiştir. Çin merkezli Huawei firması, sağlık sektöründe robotik sisteme geçti. Robotlar ateş ölçmekte ve uygun ilacı hastalara vermektedir.



Şekil 7: Öğrenen ve Seninle Yaşayan Robot

Not:https://www.oggusto.com/teknoloji/gelecege-damga-vuracak-9-teknolojik-gelisme Erişim Tarihi: 22.05.2021

Yeni geliştirilen ve satışa çıkarılan bu tür robotlar, her türlü ev işini yapabiliyor. Önümüzdeki yıllarda; şoförsüz araçlar, işçisiz inşaatlar, berbersiz kuaförler, aşçısız restoranlar gibi benzeri örnekler ve şaşırtıcı teknolojik gelişmeler

gündemimizde önemli bir yer kaplayacaktır. Akıllı robotların gerçekleştireceği tüm bu işler, dünyada önemli bir işsizlik sorununu da beraberinde getirecektir.

2.2.8. Siber Güvenlik

Gelecek nesiller, çok küçük yaşlardan itibaren bilişim teknolojisi ile iç içe oldukları için bilişim dünyasına daha yatkın oldukları görülmektedir. Siber dünyanın getirdiği faydaların günden güne artmasıyla birlikte güvenlik sorunu ve birçok siber tehditler ortaya çıkmıştır. Örneğin, siber terörizm, siber savaş, siber çeteler gibi. (Bıçakcı, 2014: 101)

Dijitalleşmenin ve robotların çalışma dünyasında çok daha fazla yer almasıyla birlikte nesnelerin interneti, yapay zeka, akıllı fabrikalar gibi Sanayi 4.0 teknolojisinin kullanıldığı alanlarda siber riskler ve siber tehditler oluşmaktadır. Özellikle yapay zekâ teknolojisinin savunma sanayi endüstrisinde kullanılmaya başlanması ile birlikte siber tehditler gündeme gelmeye başlamıştır. Bu nedenle devletlerin ve işletmelerin siber güvenliğe yatırım yapmaları gerekmektedir.

2.2.9. Simülasyon

Simülasyon, gerçek dünyada var olan bir fiziksel sisteme ait verilerin sanal bir ortama taşınmasıyla gerçek sisteme ait özelliklerin izlenmesine altyapı oluşturan bir modelleme tekniğidir. (Çelen, 2017)

Simülasyonlar ile oluşturulan sanal gerçeklik sayesinde rekabetin çok yüksek olduğu günümüz koşullarında zamansal kazanımlar sağlanmaktadır. Yeni tasarlanan ürünler bilgisayar ortamında test edilip en uygun özellikler elde edildikten sonra üretim gerçekleştirilebilmektedir.

2.3. Sanayi 4.0'ın Etkileri

Büyük değişimlerin gerçekleşme süresinin gittikçe azaldığı günümüzde, geleceğe hazırlanmak ve geleceği şekillendirebilmek için değişim ve dönüşümü iyi anlayarak hareket etmek gereklidir. Verim ve üretimi artırarak rekabet gücü elde etmek için çalışma saatlerini artırmak artık yeterli olmamaktadır. Rekabet gücü ancak inovasyon ve yaratıcılık, öğrenme ve eğitim alanlarında etkili bilgi yönetimi sayesinde arttırılabilecektir. (Gürbüz, 2011: 423)

Türkiye'yi Sanayi 4.0'a taşıyacak beşeri sermaye/bilgi birikiminin eğitilmesi ile işgücünün niteliğinin artırılması, özellikle temel bilimlere yönelik uygun araştırma ortamlarının kurulması ve gereken maddi desteklerin verilmesi önemlidir. Bu beşeri sermayenin yaratılması için ilkokul seviyesinden üniversitelerdeki doktora programlarına kadar ciddi, kararlı ve yenilikçi bir eğitim müfredatının ivedilikle gerekli olduğu görülmektedir. Bu bakış açısına ilave olarak orta vadede Ar-Ge, yenilik ve patent üretimi sayısı artırılarak, imalat sanayi gibi üretken ve katma değeri yüksek sektörlerdeki yatırım oranlarının teknolojiyi de kapsayıcı yükseltilerek merkezinde bilim ve teknoloji politikalarının olduğu yeni bir sanayileşme stratejisi acil çıkış yolu olarak ele alınmalıdır. Bu politika stratejisi, son 30 yıldır giderek finansallaşan, özellikle son yıllarda inşaat ve konut rantına teslim olmuş bir ekonominin yarattığı periyodik krizler ve dışa bağımlı bir ekonomik yapı için son çıkış yolu olarak değerlendirilmelidir. Aksi halde, Sanayi 4.0 ile gelişmekte olan ekonomiler ile olan makas önemli derecede açılacaktır. (Türkcan ve Akseki, 2019: 162)

2.3.1.Sanayi 4.0'ın Olumlu Etkileri

Sanayi 4.0, küresel rekabetin getirdiği zorluklara çözümler sunmayı hedeflemektedir. Esneklik ve verimlilik konusunda hataları sıfıra yaklaştırıp, üretim sürecinde tam bir kontrolü sağlamayı amaçlamaktadır. Üretim süreçlerini anlık takip etmek, kişiselleştirilmiş ürün üretimini ara vermeden gerçekleştirmek ve dağıtım

zincirinin izlenmesini geri bildirimleri ile takip edebilmeyi olanaklı hale getirmek, Sanayi 4.0'ın olumlu etkilerindendir. Sanayi 4.0, yalnızca ürün kalitesini artırmakla yetinmeyecek, hizmette kaliteyi müşteri odaklılık ekseninde yürütmesi sayesinde, müşterinin "güven duygusunun" artmasına ve ürün marka değerinin de yükselmesini sağlayacaktır.

Nesnelerin interneti, büyük veri, bulut bilişim, veri analizi gibi gelişmekte olan bilgi teknolojileri ve yapay zekâ uygulamaları sayesinde akıllı fabrika uygulamaları geliştirilecektir. Endüstriyel ağ, akıllı nesnelerden büyük miktarda veri toplayarak Bulut'a aktaracak ve bu sayede sistem genelinde geri bildirim ve eşgüdüm sağlanmış olacaktır.

Endüstri 4.0'ın avantajlarını şu başlıklar altında sıralamak mümkündür:

- Sistemin izlenmesinin ve arıza teşhisinin kolaylaştırılması
- Sistemlerin ve bileşenlerin öz farkındalık kazanması
- Sistemin çevre dostu ve kaynak tasarrufu davranışlarıyla sürdürülebilir olması
- Daha yüksek verimliliğin sağlanması
- Üretimde esnekliğin arttırılması
- Maliyetlerin azaltılması
- Yeni hizmet ve iş modellerinin geliştirilmesi
- Zaman ve mekândan bağımsız üretim
- İnsan unsuruna bağlı hataların sıfıra indirgenmesi ve ürün kalitesinin arttırılması
- İsrafın ortadan kaldırılması
- Verimliliğin arttırılması
- Üretimin tüm aşamalarında oluşan verilerin kayıt altına alınması ve depolanması (bunlar ileriye dönük karar almaya kaynak oluşturacaktır.)
- Çoklu 'düşünme ve karar alma' yeteneğinin geliştirilmesi (bir anlamda makinelerin beyin fırtınası) vb. (Özmen, 2019: 214)

2020 yılında yaşanan bazı önemli ve faydalı teknolojik gelişmelerden bazıları şunlardır: Dijital tıp, mikro iğneler ile ağrısız enjeksiyon, elektrikli hava araçları, kimyada güneş enerjisi, hidrojen yakıtı, düşük karbonlu çimento, sanal tedavi, gelişmiş genom sentezi, bilgi işlemde uzamsal yöntem, kuantum sensörler.

2.3.2. Sanayi 4.0'ın Olumsuz Etkileri

Sanayi 4.0'ın olumsuz etkilerinin en başında, Sanayi 4.0'ı desteklemeyen sanayi ve iş kollarının atıl kalmasıyla birlikte oluşacak işsizlik sorunu yer almaktadır.

Teknoloji nedeniyle işsiz kalacak bireyler, yeni uygulamalara karşı kısa sürede eğitilemeyeceğinden toplumsal huzursuzluk ve gelir eşitsizliği ortaya çıkma ihtimali artacaktır. (Kasriel, 2017)

Çalışma dünyasında insan gücü yerine robotların alacağı bir ortamda işçi sendikalarının gücü işverenlere karşı azalacaktır. İşverenlerin işçilere verdiği maaş, sosyal güvenlik primleri, kıdem tazminatı gibi giderleri robot çalışanlara veremeyeceği için gelirin büyük bir bölümü işveren kesimine kalacağından sınıflar arası gelir eşitsizliğini daha da artıracağı öngörülmektedir. (Öztuna, 2017:105)

Gelişmiş yapay zekânın ve moleküler imalatın gerçeğe dönüştürülmesi için çok büyük araştırma-geliştirme yatırımları gerekecektir. Fakat bu gelişmiş teknolojiler gerçeğe dönüşmeden çok daha önce diğer özel yapay zekâ ve robot teknolojileri her türden işi tehdit edecektir. (Ford, 2019: 281)

Endüstri 4.0 ne tür olumsuzluklar doğurabilir?

- İş yaşamında kontrolün makinelere geçmesi
- İstihdamın azalması sonucu işsizliğin artması
- Sosyokültürel ve sosyoekonomik yapıların değişebilmesi
- Güvenlik açıklarının artması

- Özel yaşamın kısmen ortadan kalkabilmesi
- Sosyal yaşamda insan ilişkilerinin yeni düzenlemelere maruz kalabilmesi
- Sosyal ilişkilerin zayıflayabilmesi
- İnsanın yalnızlaştırılması
- Hayal etmeyi ve düşünmeyi unutmak vb. (Özmen, 2019: 216)

Sanayi 4.0 ülkemizde fırsat ve tehditleri bir arada getirecektir. Akıllı nesnelerin(ev, araba, ev eşyaları vb.) kullanımının yaygınlaşması, robotik ve otonom sistemlerin sosyal hayata nüfuz etmesi, çevrimiçi eğitim ve öğretim faaliyetlerinin artması, daha rahat bir iş ve ofis ortamına geçiş, hayatı kolaylaştıran çözümlerin varlığı, büyük veri, yapay zeka, otonom ve robotik sistemlere, siber fiziksel sistemlere yönelik Ar-Ge ve inovasyon imkanları, siber-fiziksel sistemlere yönelik yeni patent ve ürün geliştirme fırsatları, yeni ürün ve sistemlerin yeni istihdam alanları yaratması, düşük enerji tüketen ve çevre dostu sistemler, bilişim teknolojilerine, otonom sistemlere, yapay zekaya sahip sistemlere ve robotik sistemlere yönelik çalışmalara devlet desteğinin artması, otomasyona tabi değerlendirme sistemlerinde insana has öznel kararların azalması(kayırma, torpil vb.), Sanayi 4.0'ın doğuracağı fırsatlar arasında sayılabilir. Öte yandan, siber tehditlerin artması ve daha karmaşık hale gelmesi, insani özelliklere sahip olmayan sistemlerin(otonom araçlar, robotlar vb.) hayata dâhil olması ve insani münasebetlerin azalması, söz konusu teknolojilere yatırım yapılmadığı durumda, teknolojiye hâkim güçlerin hem teknoloji hem de pazarda hakimiyetinin devam etmesi, eski teknoloji tezgah ve sistemlerin modernizasyon ihtiyacı, belirli iş pozisyonlarında otomasyona ve akıllı sistemlere geçiş nedeniyle iş kayıpları ve işsizliğin artması ve teknolojinin yasal prosedürlerden daha hızlı gelişmesi ve yasal boşlukların doğması(örneğin; robot hakları, otonom sistemlerin can/mal kayıplarına yol açması, otonom sistemlerin savaşta kullanımı vb.) Sanayi 4.0'ın ülkemize oluşturacağı muhtemel tehditler arasındadır. (Çifci, 2018: 81)

Türkiye Sanayi 4.0'a hazır olmaya çalışırken, ileri teknolojiye sahip gelişmiş ülkeler Sanayi 5.0 (Toplum 5.0)'a geçişin hazırlığına şimdiden başladı. Toplum 5.0, üretimin emeğe bağımlığını azaltacak bir dönemin başlangıcını ifade etmektedir.

2.4. Sanayi 4.0 Sürecinde Eğitimin Önemi

Dünya Ekonomik Forumu araştırması, daha güçlü bir eğitim sistemi için bir dizi öneri sunmaktadır. Bu öneriler;

- Erken yaştaki çocuklar için eğitim erişiminin genişletilmesi,
- Müfredatların geleceğe hazır olmasını sağlamak,
- Profesyonel bir öğretim işgücünün geliştirilmesi ve sürdürülmesine yatırım yapılması,
- Kariyer rehberliği,
- Bilgi iletişim teknolojiliği okuryazarlığı becerilerine yatırım yapmak,
- Saygın ve sağlam bir teknik ve mesleki eğitim vermek,
- Hayat boyu öğrenme kültürü yaratmak,
- Eğitimde yeniliğe açıklıktır. (Öztuna, 2017: 98)

Ülkelerin temel öz kaynaklarından biri sahip oldukları beşeri sermayedir. Yeni geliştirilen teknolojilere hızla adapte olabilecek, bunları üretim süreçlerinde etkin olarak kullanabilecek ve yeni teknolojileri geliştirebilecek donanımlı insan kaynağı anlamına gelen beşeri sermaye, ülkelerin ekonomik büyüme ve gelişme süreçlerinde temel unsurlardan biridir. Eğitimde öğrenci merkezli bir anlayışın benimsenmesi, ezbere dayalı eğitim anlayışından uzaklaşılarak problem çözme odaklı, proje bazlı bir sistemin kurulması, yeni istihdam alanlarına uygun öğrencilerin yetiştirilmesi için gereklidir. Yaşanan dönüşümlere uyum sağlanması açısından algoritma, kodlama, tasarım, yapay zekâ, robot bilimi, büyük veri gibi konuların eğitim sisteminde yer alması gerekmektedir. Aynı zamanda çalışanların yeni iş modellerine uyum sağlamaları için meslek içi eğitim de verilmelidir. (Türkcan ve Akseki, 2019: 340)

Sanayi 4.0 kapsamında yenilik politikaları değerlendirildiğinde eğitimin önemi oldukça öne çıkmaktadır. Zira her ne kadar adı sanayi devrimi olsa da bu devrim yapay zekâ ile temelde bir dijital devrimdir. Bu anlamda daha orta öğretimden dijital kodlamanın öğrencilere verilmesi gerekmektedir. Kodlamanın temel mantığının

anlaşılabilmesi için başta matematik olmak üzere analitik düşünce yeteneğini artırıcı derslerin ve temel bilimlerle ilgili derslerin eğitim sisteminde ağırlıklı olarak yer alması, üniversite eğitiminde de dijital kodlama derslerinin ağırlığının artırılması gerekmektedir. Ayrıca önümüzdeki dönemde yapay zekâ ile robotik yani sermaye ağırlıklı üretime geçileceğinden ülke kaynaklarının bu alana yönlendirilmesi, sermaye birikiminin ve robot geliştirme çalışmalarının artırılması yerinde olacaktır. Dolayısıyla politika yapıcılarının akıllı üretim sistemlerini öne çıkaran yatırımlara teşvik uygulaması, internet ve bilişim alt yapısını geliştiren önlemler alması gerekmektedir. (Gök, 2019: 253)

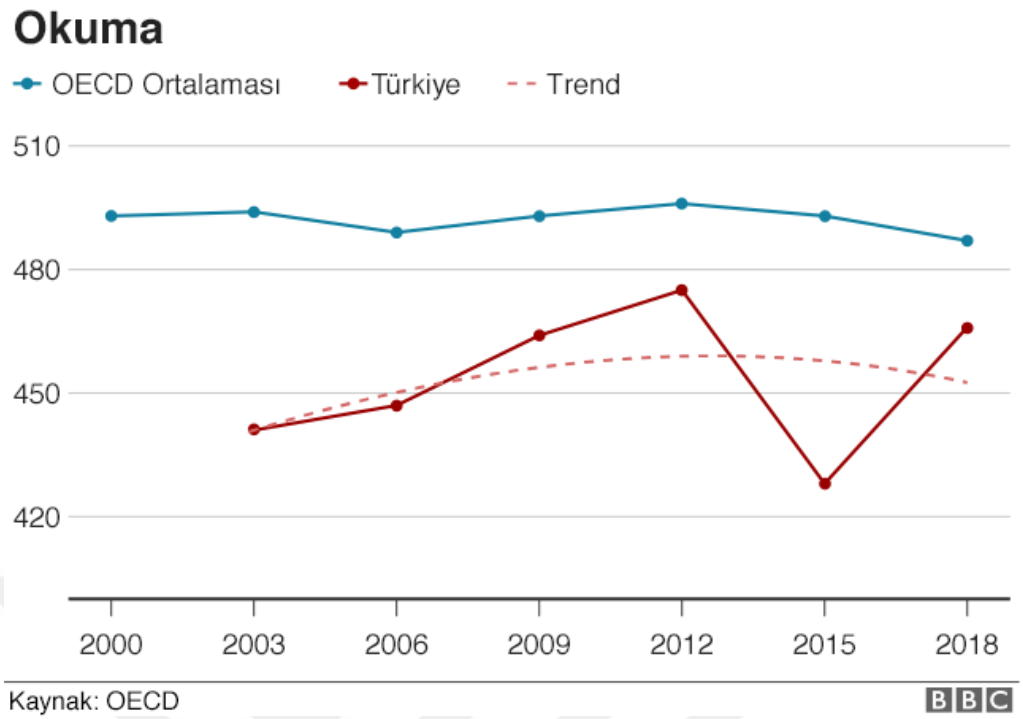
Daha fazla kişiyi üniversiteden mezun etmek, çoğu mezunun gönlündeki profesyonel, teknik ve idari işlerin işgücündeki oranını artırmıyor. Peki, ne oluyor? Diploma enflasyonu. Eskiden lise diploması gerektiren işler artık dört yıllık üniversite diploması gerektiriyor. Yüksek lisans eski lisansa denk geliyor. Seçkin olmayan üniversitelerin diplomalarının değeri düşüyor. Üniversitelere doluşturulan gençler arasından mezun olmayı başaranların bulacakları yüksek vasıf gerektiren işlerin sayısal sınırına dayanıldı artık. Sorun şu ki vasıf merdiveni aslında merdiven değil, piramit. Ve piramidin üstünde ancak belli bir miktar kişiye yer var. Yaratıcılık ve inovasyon gerektiren işleri genelde en tepedeki az sayıda yüksek vasıflı profesyoneller ve girişimciler yapar. (Ford, 2019:286)

Türkiye'nin Sanayi 4.0'a uyum sağlayabilmesi, eğitimde dönüşüm gerçekleştirmesiyle doğru orantılıdır. Beşeri sermayeye gereken önemi vermesi durumunda, büyüme ve kalkınmanın gerektirdiği bilgi toplumunu oluşturabilir. Bilgi toplumunun ihtiyacı olan, yaratıcı ve araştırmacı nitelikteki insan gücüdür. Türkiye gibi gelişmekte olan ülkelerin ekonomik büyüme ve kalkınmalarını sağlayabilmelerinin temel yolu, beşeri sermayesine kaliteli eğitim verebilmesinden geçmektedir. PİSA(Uluslar Arası Öğrenci Değerlendirme Programı) gibi beşeri sermayenin niteliğini ölçmeye yönelik yapılan testler göstermektedir ki Türkiye eğitim konusunda gelişmiş ülkelerin hala gerisindedir. Eğitimde dönüşüm sağlanmadığı sürece Türkiye'nin Orta Gelir Tuzağı'ndan çıkabilmesi ve de Sanayi 4.0'a uyum sağlayabilmesi olanaklı görünmemektedir.

Münih üniversitesinden Prof. Dr. Dietmar Theis, iyi ve başarılı araştırma kurumları ve enstitüler aslında birkaç parlak bilim insanı sayesinde o konuma kavuşuyor. Theis, ülkelerin başarı için önce o parlak insanları ve fikirlerini bulması gerektiğini söylüyor. Sonra bu insanların etrafını güzel ofislerle, düzgün araştırma çevresiyle, doğru öğrencilerle ve fonlarla çevrelenmesi gerektiğini ve böylece bilim ortamının hazırlanmış olacağını ifade ediyor.

Prof. Dr. Theis'e göre

- ✓ Her kesimden insanın görüş bildirdiği demokratik bir anlayışın varlığı,
- ✓ Kurumlar arası ağı sağlayan doğal yapıların mevcudiyeti (araştırma enstitülerinin üniversitelerin yanında konuşlanması, hem üniversite hem sanayi tecrübesine sahip insan kaynağı olması, büyün oyuncuların katıldığı düzenli toplantıların varlığı vb.), ülkelerin ulusal Bilim-Teknoloji-Sanayi politikalarında başarılı olmasının altında yatan iki temel faktördür. (Kara, Meydanlı ve Ekmekçi, 2018: 96)



Şekil 8: OECD'nin Düzenlediği PİSA Endeksi

Not: https://www.bbc.com/turkce/haberler-turkiye-50639723 Erişim Tarihi: 19.05.2021

OECD tarafından üç yılda bir düzenlenen PİSA endeksine göre Türkiye 79 ülke arasında 40. sırada yer aldı. Türkiye'nin 2015 yılına göre ortalama puanı yükselmiş olsa da sıralamada OECD ülke ortalamalarının altında olduğu görülmektedir.

2.5. Sanayi 4.0 Sürecinde Neler Yapılmalıdır?

Yenilikçi faaliyetleri yaratan ana birimler; üniversiteler, Ar-Ge kurumları, teknoloji odaklı firmalar ile kamu kurum ve kuruluşları olarak sıralanabilir. Tüm bu birimlerin koordineli çalışmasını sağlayacak olan ise ülkelerin, Ulusal Yenilik Sistem'leridir. Uluslararası alanda rekabetçi çıktılar üretme hedefine sahip Türkiye gibi gelişmekte olan ülkelerin en önemli sorunu kendi öz kaynaklarıyla ileri teknolojili ürün ve sistemler üretememesi ve ithal girdi bağımlılığı tuzağına düşmesidir.

TUSİAD'ın 2017 yılı rapor sonucuna göre; kamunun üzerine düşen görev, Türkiye için odaklanılması gereken teknolojileri belirleyerek şirketleri ve yatırımları bu alanlara yönlendirmek için gerekli teşvik mekanizmalarını oluşturmaktır. Bu sayede güçlenen yerli firmalar küresel rekabetçiliğini de artırarak bir marka olma potansiyellerini artıracaktır. Yerli tedarikçiler ile Teknoloji kullanıcısı şirketler bir araya getirilebilecek bir aracı mekanizma sayesinde kopukluklar giderilerek sistem akışı hızlandırılmalıdır. Risk sermayesi sektöründe yapılacak düzenlemelerle Türkiye'de gerekli finansmana erişimin artırılması, teknoloji tedarikçilerinin gelişim hızlarını artıracaktır. Akademi ile sanayinin arasında bir köprü görevi görebilecek, dijital dönüşüm konusunda ilerlemiş ülkelerde başarılı örnekleri bulunan bir ileri teknoloji enstitüsünün kurulması, sürdürülebilir bir inovasyon ekosisteminin yaratılmasını mümkün kılacaktır. Teknoloji kullanıcısı ana sanayi şirketlerine hem tedarik sanayiyi hem de teknoloji tedarikçilerini geliştirmeleri konusunda önemli görevler düşmektedir. Küçük ölçekli şirketlerin dijital dönüşüm yetkinliklerinin geliştirilmesi büyük ölçekli şirketlerin de yararına olacaktır. Ana sanayi şirketlerinin standartları belirleyerek tedarik sanayiyi dönüşüme teşvik etmesi, tedarik sanayinin dijital dönüşüm uygulama seviyelerinin artmasını sağlayabilir. (Erdil, 2018: 60)

Rekabet gücü yüksek ülkeler arasında yer almayı hedefleyen Türkiye'nin, küresel düzeyde etki alanı olan Sanayi 4.0 gibi gelişmeleri yakından takip etmesi gerekir. Sanayi 4.0, uluslararası dış rekabette, kendi ekonomisini yaratan, yüksek katma değerli ürünler üreten ve en önemlisi nitelikli işgücünü oluşturabilmiş ekonomiler için önemli bir fırsat olacaktır. Türkiye'nin Sanayi 4.0 sürecinde; yatırım, verimlilik, istihdam ve büyüme gibi makroekonomik göstergelerde iyileşme göstermesi gerekmektedir.



Şekil 9: Küresel Rekabet Gücü Endeksi (2019)

Not: https://dogruveri.com/kuresel-rekabet-endeksi-2019/ Erişim Tarihi: 15.05.2021

Ülkelerin uluslararası pazardaki rekabet edebilirlik gücünü ölçmek için kullanılan küresel rekabet gücü endeksi incelendiğinde, küresel rekabet gücü en yüksek ülke Singapur olmuştur. Sonrasında ABD ve Hong Kong gelmektedir. Türkiye ise 61.sıradadır ve düşük rekabet gücü endeksine sahiptir. Uluslararası piyasada söz sahibi olmak isteyen ülkeler, rekabet ortamında inovasyona gereken önemi vererek ekonomilerinin dünya piyasalarında rekabet üstünlüğü sağlamasına olanak tanıyabilir.

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

3. ORTA GELİR TUZAĞI KAVRAMI, NEDENLERİ VE TÜRKİYE EKONOMİSİNİN GENEL GÖRÜMÜ

3.1. Orta Gelir Tuzağı Kavramı ve Nedenleri

İktisat biliminde yeni bir kavram olan "Orta Gelir Tuzağı" (OGT) kavramı ilk kez, Dünya Bankası'nın 2007 yılında düzenlediği ve Dünya Bankası'nın iki uzmanı olan Indermit Gill ve Homi Khras tarafından "Bir Doğu Asya Rönesansı: Ekonomik Büyüme için Fikirler" adlı raporunda yer almıştır. Raporda OGT kavramı; kişi başına düşen milli gelirin belli bir düzeyde sıkışıp kalmasıyla açıklanmaktadır.

OGT; yüksek nitelikli beşeri sermayeye sahip ülkeler arasına girme ya da düşük ücretli niteliksiz beşeri sermayeye sahip olma arasındaki ince çizgiye işaret etmektedir. (Kharas ve Kohli, 2011:280).

Dünya Banka raporunun ardından Eichengreen, Park ve Shin 2011 ve 2013 yılları arasında Orta Gelir Tuzağı ile ilgili kapsamlı değerlendirmelerde bulundular. Kaliforniya Üniversitesi, Berkeley Ekonomi Profesörü Barry Eichengreen ve arkadaşları (2011) tarafından yapılan çalışmada ise Orta Gelir Tuzağı aşağıdaki ölçütlere göre değerlendirilmektedir:

a) Kişi başına gelir düzeyinin 16.000 dolara bulması,

b) ABD kişi başına gelir düzeyinin %58' ine erişmiş olunması,

c) Ülkelerin imalat sanayinin ulusal gelirdeki payının yaklaşık %23 düzeyinde olmasıdır.

Dünya Bankası, ülkeleri, kişi başına düşen milli gelirlerini baz alarak gruplara ayırmıştır. Ülkeler birbirinden farklı gelir gruplarında yer almakta, başlangıçta düşük gelir düzeyinde bulunmakta, daha sonra alt-orta gelir, üst-orta gelir ve yüksek gelir düzeyine doğru bir büyüme sergilemektedir. Ülkelerin bu düzeylerde kalma süreleri

de farklılık göstermektedir. Bazıları orta gelir düzeyinde uzun yıllar kalırken, bazıları ise düşük gelirli ve orta gelirli ülke düzeyinden kısa sürede çıkarak yüksek gelirli ekonomiler arasında yer almaktadır.

Dünya Bankası'nın sunduğu rapora göre ülkeler, kişi başına gelir düzeylerine göre aşağıdaki gibi sınıflandırılmıştır.

Tablo 1: Gelir Gruplarına Göre Sınıflandırma (2018)

Gelir Grupları	***Kişi Başına Düşen Milli Gelir***
Düşük Gelir Grubu	996 $
Orta Gelir Grubu	996 $ - 12.055 $
-Alt Orta Gelir Grubu	996 $ - 3.895 $
-Üst Orta Gelir Grubu	3.896 $ - 12.055 $
Yüksek Gelir Grubu	12.055 $ ve üstü

Kaynak: 2018 Dünya Bankası

Dünya Bankasının 2018 yılı gelir gruplarına göre değerlendirmesi şu şekilde olmuştur: Kişi başına düşen milli geliri 996 $ altı olan ülkeler düşük gelir grubunu, 996$ - 12.055$ aralığında olan ülkeler orta gelir grubunu, 12.055$ ve üzeri geliri olan ülkeler ise yüksek gelir grubunu oluşturmaktadır.

Günümüzde Orta Gelir Tuzağı içinde yer alan birçok ülke tasarruf açığı dolayısıyla cari açık sorunu ile karşı karşıyadır. Az gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerin tasarruf açığı sorunu, öncelikle yatırımların finansmanı, sonrasında ise artan cari açık ile sürdürülebilir ekonomik büyüme güçlüğüne neden olmaktadır. (Alptekin ve Kasa, 2019: 72)

Orta gelir seviyesinden daha yüksek gelir seviyesine geçmeyi başaran ülkeler, AR-GE temelli üretim ve insan sermayesi geliştirmede başarılı olmuş yenilikçi büyüme anlayışına sahip ülkelerdir. İnovasyona, teknolojik dönüşüme, eğitime, beşeri sermayeye gereken önemi veren ülkeler tasarruf açığı sorununu aşarak yüksek gelirli ülkeler arasında yer alabilmektedir.

Düşük insan sermayesi ve yetersiz yapısal dönüşüm, OGT'nin arkasında yatan temel nedenlerdir. Gelişmekte olan ülkeler, emek yoğun mallarda karşılaştırmalı üstünlüklere sahiptir. Gelişmiş ülkeler ise AR-GE ve inovasyona dayalı teknolojik ürünlerde yani sermaye yoğun mallarda karşılaştırmalı üstünlüğe sahiptir. Bu nedenle gelişmekte olan ülkeler, gelişmiş ülkelerle uluslararası arenada rekabet edememektedir. Gelişmekte olan ülkeler, gelişmiş ülkelerdeki yüksek vasıflı üreticilerle rekabet edemedikleri için, büyüme oranları durgunlaşmakta ve orta gelir tuzağında sıkışıp kalmaktadırlar.

Düşük beşeri sermaye donanımı, düşük üretkenliği ve olumsuz yapısal dönüşümü tetiklemektedir. Elverişsiz yapısal dönüşüm ise beşeri sermaye birikimini sınırlandırmaktadır. Bu iki faktör birbirini beslemekte ve ekonomide kısır döngüye sebebiyet vermektedir. Kısır döngüden kurtulabilmek için öncelikle beşeri sermayeye yatırım yapılmalıdır. Ekonominin gelişim yoluna uygun, iyi tasarlanmış bir eğitim sistemi, ekonomide hem "yüksek yetenekli insan sermayesi" ve hem de "yenilikçi ve rekabetçi üretim kapasitesi" yaratır.

Felipe (2012) 'ye göre, üretimde Orta Gelir Tuzağı'ndan kaçınmak isteyen ülkeler, nispeten daha zengin ülkeler tarafından ihraç edilen yani, son derece sofistike ürünlere odaklanmalıdır. Dünya Bankası göstergelerine göre, sofistike teknoloji ihracatı; havacılık, bilgisayar, ilaç, bilimsel robotik ürünler ve elektrikli makineler gibi yüksek AR-GE yoğunluğuna sahip ürünlerdir.

Kharas ve Kohli'nin (2011) daha önceki bir çalışması, orta gelirli ülkelerin, OGT'ye maruz kalmaktan kaçınmak için sermaye ve beceri yoğun üretim ve yüksek üretken hizmet sektörünün payını artırmaya odaklanmaları gerektiğini savunuyor.

Tablo 2: Türkiye'de GSYH İçindeki Gayrisafi Tasarruf Oranları(%) 2017-2018

	Toplam Ekonomi	*Genel Devlet*	*Hanehalkı*	*Gayrisafi Tasarruf oranı*	*Gayrisafi Yatırım oranı*
2017	25,5	2,0	10,5	15,1	12,8
2018	27,0	1,6	9,2	13,9	12,7

Kaynak: TÜİK

Tasarrufları negatif yönde etkileyen faktörler; tüketim harcamaları, işsizlik, ithalata bağımlılık vb. gibi etmenlerdir. Ekonomik büyüme yurtiçi tasarrufları artıracaktır. Yurt içi tasarruflar da yatırımları tetikleyecektir. Ancak Türkiye ekonomisi ürettiğinden daha fazla tüketmeye devam ettiği sürece tasarruf oranlarını artırması mümkün olmayacaktır. Enerji yönünden ithalata bağlı olan Türkiye ekonomisi; tasarruflarla yatırımları destekleyerek, yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelerek ve yenilik ekonomisi altyapısını gerçekleştirerek Orta Gelir Tuzağı sorununa çözüm bulabilecektir.

Tasarrufların yatırım harcamaları yoluyla ekonomik büyümeye önemli bir katkısı bulunmaktadır. Dolayısıyla sürdürülebilir ekonomik büyüme ve kalkınma için tasarrufların arttırılması gerektiği konusunda iktisatçılar arasında genel bir fikir birliği vardır. Orta Gelir Tuzağı'ndan çıkabilme yolunda, oluşabilecek cari açık sorununa yurtiçi tasarrufların artırılması ile çözüm bulunacaktır. Ancak yüksek tasarruflar tek başına büyümede yeterli olmamaktadır. Büyüme, tasarruflarla sağlanan verimlilik artışıyla gerçekleşmektedir. Bir ekonomideki verimlilik ise yine beşeri sermayeye verilen önemle doğru orantılıdır. Tasarrufların verimli kaynaklara aktarılıp aktarılmaması da kamu kurumlarının kalitesiyle ilgilidir. Nihayetinde büyüme ve kalkınma, hem beşeri sermayenin hem de kamu maliyesinin verimliliğiyle

gerçekleşmekte ve Orta Gelir Tuzağı sorunundan bu verimliliğin sağlanmasıyla çıkılabilmektedir.

3.2. Türkiye'nin Makro Ekonomik Göstergeleri

Ekonomik büyümeyi gerçekleştirmek ve Orta Gelir Tuzağı'ndan çıkabilmek için temel makroekonomik göstergelerde istikrarın sağlanması gerekmektedir.

Tablo 3: Türkiye'nin Temel Makroekonomik Göstergeleri (2015-2020)

Yıllar	*Büyüme Oranı(%)*	*Kişi Başı GSYH $*	*İşsizlik Oranı(%)*
2015	4,0	11.014	10,3
2016	2,9	10.807	10,9
2017	7,4	10.602	10,2
2018	2,6	9.693	13,5
2019	0,9	9.127	13,7
2020	1,8	8.599	13,2

Kaynak: TÜİK

Tabloya bakılarak Türkiye'nin kişi başına ortalama gelirinin 10 bin $ düzeyinin altında kaldığı ve Orta Gelir Tuzağı'na yakalandığı görülmektedir. Orta gelirli ekonomi düzeyinden yüksek gelirli ekonomi düzeyine çıkabilmek için kişi başına düşen GSYH'nin 12 bin $'ı aşması gerekmektedir. Tüm dünyayı etkisi altına alan Covid-19 salgınının, Türkiye'nin ekonomik büyümesini daha da yavaşlattığı ve işsizlik oranını artırdığı söylenebilir.

3.3. Yapısal Değişim ve Yapısal Dönüşüm Kavramları

Yapısal değişim denildiğinde GSYH içindeki üretim kesimlerinin katkılarındaki değişim anlaşılır. Bir ekonomide yapısal değişim o ekonomideki üretim ağırlığının önce tarımdan sanayi kesimine ve sanayi kesiminden de hizmetler kesimine doğru kaymasıdır. Yapısal dönüşüm ise daha çok bir yönetim sorunudur, kurumsal reformları kapsar ve ülkelerin gelişmesinin arkasında yatan en önemli faktörlerden biridir. Ülkeler yapısal bir dönüşüm temelinde geliştikleri sürece sağlıklı bir büyüme gerçekleştirirler. Aksi takdirde Orta Gelir Tuzağı'na yakalanmaktan kurtulamazlar. Orta Gelir Tuzağı'na yakalanan ülkelerin büyüme hızlarında yavaşlama görülür. Bu çıkmazdan kurtulabilmek için ise yapısal bir dönüşüme ihtiyaç duyarlar.

Günümüzde bu dönüşüm yalnızca imalat sanayinin büyümesi ve gelişmesiyle yeterli olmamaktadır. İmalat ve diğer sektörlerin üretim teknolojisinin gelişmesi, bütünsel bir gelişmeye bağlıdır. Gelişme göstermesi gereken göstergeler; istihdamın ve beşeri sermayenin gelişmesi, gelir bölüşümü eşitsizliklerinin azaltılması, üretilen mal ve hizmetlerin niteliği, eğitim ve sağlık alanındaki gelişmeler, bölgesel gelişme dengesizliklerinin törpülenmesi, kadının işgücüne katılma süreci, doğal çevrenin korunması, kurumlaşma, sosyal koruma ağı, saydam demokratik süreçlerin işletilmesiyle topluma hesap veren bir kamu yönetimi, hak ve özgürlüklerin güçlenmesi vb. (Kepenek, 2012: 495)

Türkiye ekonomisinin gelişimi dikkate alındığında, imalat sanayindeki 'taklitçi' özelliği sayesinde, gelişmiş ülkelerle arasındaki makasın açılmasını önlediği fakat buna rağmen bu farkı da kapatamadığı görülmektedir. Türkiye'nin, dünya ekonomisindeki ithalata bağlı konumunu değiştirmeye yönelik yapısal politikaları uygulama iradesi gösterememesi de önemli bir sosyoekonomik problemdir. Bu sebeple Türkiye ekonomisinin başta imalat sanayi olmak üzere ekonominin tüm sektörlerindeki üretim aşamasında, teknolojiyi etkin bir şekilde kullanabilmesi, en başta son on yıldır Orta Gelir Tuzağı'na saplanmış bir ekonomiden kurtulması ve

gelişmiş ülke kategorisinde yer alabilmesi için AR-GE ve yenilik ekonomisine geçme çabası önemlidir. (Yıldırım, 2019: 162)

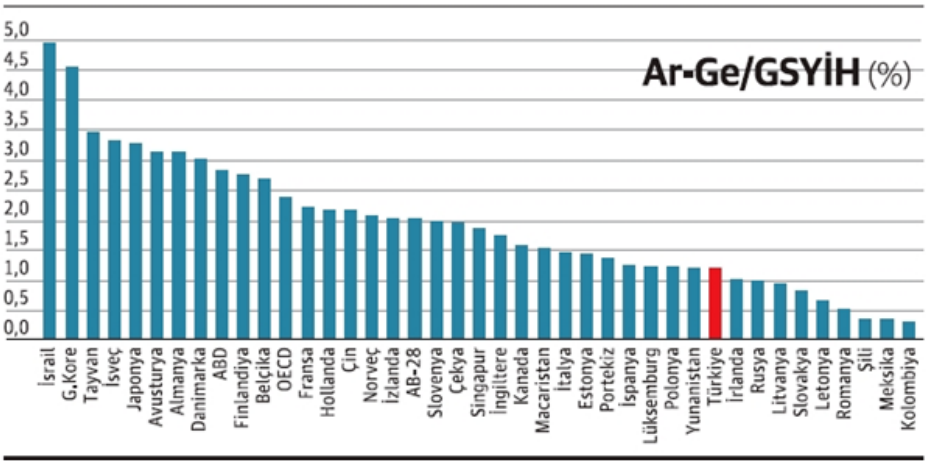
3.4. AR-GE ve Yenilik Ekonomisi

Araştırma ve deneysel geliştirme (AR-GE), insan, kültür ve toplumun bilgisinden oluşan bilgi dağarcığının arttırılması ve bu dağarcığın yeni uygulamalar tasarlamak üzere kullanılması için sistematik bir temelde yürütülen yaratıcı çalışmalardır.

AR-GE, yenilik ve ekonomik büyüme ilişkisini makro düzeyde (gerek ülke gerekse bölge) inceleyen çalışmalarda, değişkenler arasında genellikle pozitif bir ilişki bulunmuştur.

Bilginin temel girdi olarak üretim faaliyetlerinde yer alması ve bunun insan varlığı tarafından yerine getirilmesi; vasıflı işgücünü, AR-GE ve yenilik ekonomisinin temel ve sürükleyici kaynağı yapar. Bu nedenle, vasıflı işgücünün gelişimi, çoğalmasının teşviki yenilik ekonomisine geçişte önemli bir ön koşuldur. Yenilik ekonomisinin sürdürülebilirliği bakımından, bu kaynağın en etkin biçimde kullanılması gereği ön plana çıkar. (Akçomak ve Kalaycı, 2016: 561)

Bir ekonomide bilgi sermayesinin ulaştığı düzey, o ekonominin yenilik ekonomisi uygulamalarında dünyadaki yerini göstermesi açısından önemlidir. AR-GE harcamalarının toplam yurtiçi üretim değerine (GSYH) oranı yenilik ekonomisinin ölçülmesinde dikkate alınan göstergelerden biridir.



Şekil 10: OECD Ülkelerinde AR-GE/GSYİH Oranları (2018)

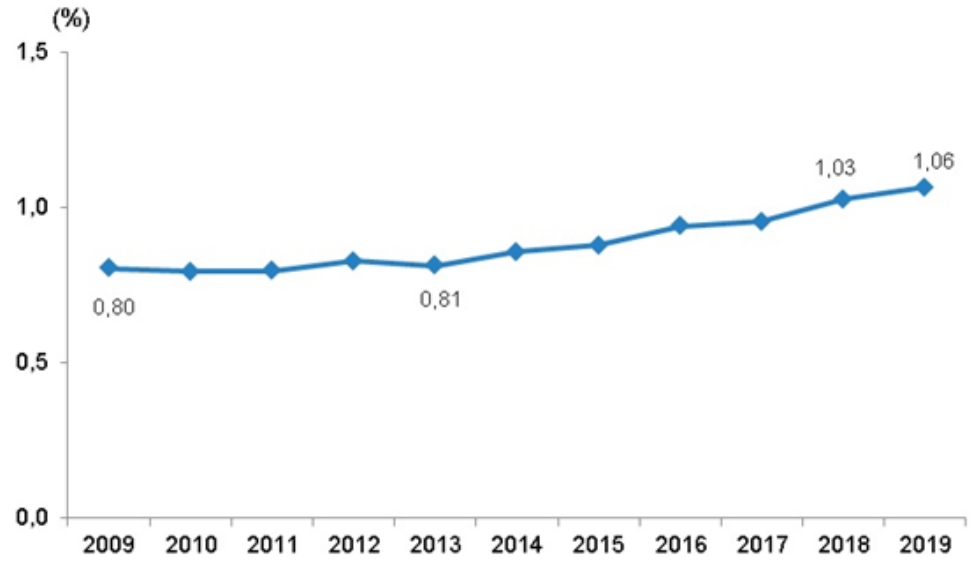
Not: http://taxia.com.tr/2020-126-turkiyede-ve-dunyada-ar-ge-faaliyetleri/ Erişim Tarihi: 20.05.2021

AR-GE'nin ekonomiye olan etkileri şunlardır:

- AR-GE harcamaları arttığında yüksek teknolojili ürün imalatı ve ihracatı artar
- İhracattan elde edilen katma değer artar, nihayetinde GSYH artar ve ekonomik büyüme gerçekleşir.
- AR-GE, teknolojik ilerlemeyi ve teknolojik gelişmeleri desteklemektedir.
- AR-GE faaliyetleri, ülkenin ekonomik kalkınmasında ve uluslararası arenada rekabet edebilmesinde önemli bir paya sahiptir. (Biçen, 2018)

Gelişmekte olan ülkelerin AR-GE ve yenilik faaliyetlerini geliştirmek suretiyle, gelişmiş ülkelerle aralarındaki mevcut teknoloji farkını kapatarak, sürdürülebilir ekonomik büyüme sürecine girebilmeleri için gereken koşullar vardır. Bu koşullar; temel bilimler (fizik, kimya, biyoteknoloji, matematik vb.) ve mühendislik bilimleri alanında nitelikli insan varlığının artırılması, mesleki lise/yüksekokul ve üniversite eğitim düzeylerinin yükseltilmesi, bilgi ve iletişim

teknolojileri sektörleri üretiminin geliştirilmesi ve bu teknolojilerin kullanımının artırılması gibi hususları kapsayan 'yenilik ekonomisi alt yapılarını' hızla geliştirilmesidir. (Kurtoğlu, 2019: 26)



Şekil 11: Türkiye'de AR-GE Harcamalarının GSYH İçindeki Payı (2009-2019)

Not: http://taxia.com.tr/2020-126-turkiyede-ve-dunyada-ar-ge-faaliyetleri/ Erişim Tarihi: 21.05.2021

Eğitim harcamaları ve AR-GE harcamalarının GSYH içindeki payının yüksekliği, yenilik ekonomisinin en önemli göstergeleri arasında yer almaktadır. Bu oranlar gelişmiş ülkelerde sırasıyla, yüzde 5-6 ve yüzde 2,5-3 düzeylerindedir. (Yıldırım ve Kaya, 2019)

Şekilden de görüleceği üzere, Türkiye'de 2019 yılı AR-GE harcamalarının GSYH içindeki payı önceki yıllara göre artmış olmasına rağmen %2 seviyesinin üzerine çıkamamıştır.

Ulusal Bilim-Teknoloji-Sanayi (BTS) politikaları açısından temel olarak aşağıdaki konuların ele alınması önerilmektedir:

- **Enstitüler:** Gerek üniversitelerin yanında özelleşmiş alanlarda gerekse uygulamalı araştırma için kurulmuş enstitüler, Türkiye KOBİ ve büyük ölçekli sanayi kuruluşlarının araştırmalarına destek olmalıdır.
- **Kümelenme:** Kaynakların daha odaklı ve stratejik hedefler doğrultusunda kullanılması amacıyla, kuruluşlar arası ortak alanların/kabiliyetlerin tespit edilmesini sağlayan ve bütün oyunculara bu bilgiyi ulaştıran ülke çapında platformların kurulmasıdır.
- **Arayüz:** BTS ekosistemindeki bütün kuruluşlar arasındaki bilgi akışını sağlayan aktif platformların kurulması.
- **Politika:** BTS ekosistemindeki aktivitelerin belirlenmeden önce üniversitelerden özel sektör kuruluşların kadar bütün oyuncuların düzenli olarak fikir beyan edip, politika hazırlanmasında rol alabilecekleri platformların kurulması.
- **Bilim Ataşeliği:** Türkiye'nin artan beyin göçü göz önüne alındığında, yurt dışındaki bilgi birikimi ve tecrübeleri(kabiliyetleri) tespit edip değerlendirecek ve bunu düzenli olarak raporlayacak, politika yapıcılara öneriler sunacak platformların kurulması.
- **Mühendislik Hizmeti:** Türkiye'de her kuruluşa en iyi alt yapıya sahip olacak şekilde yatırımlar yapmak yerine, oyuncuların ihtiyaçlarına tek elden yanıt verebilecek, az sayıda olan kabiliyetlerden maksimum düzeyde yararlanılmasını sağlayacak özellikle 'Mühendislik' odaklı hizmet veren platformların kurulması. (Kara, Meydanlı ve Ekmekçi, İktisat ve Toplum Dergisi, Sayı:92, 2018: 97)

3.6. Orta Gelir Tuzağı'na Çözüm Önerileri

Türkiye, Orta Gelir Tuzağı'ndan çıkmak ve üst gelir grubuna geçiş sağlamak için yatırım finansmanı olarak tasarruf yapma yolunu seçmelidir. Sanayi alanında ürün çeşitliliğini yakalamış olan Türkiye'nin, imalat sanayi katma değerinde düşüş gözlenmiştir. Ayrıca emek yoğun çalışılan sektörlerde piyasa koşullarında

iyileştirmeler yapılmalıdır. Bunların yanı sıra kayıt dışı ekonomi ile de mücadele yoluna gidilmelidir. (Eğilmez, 2012) Ayrıca bütçe dengesinin bozulmasına sebep olan harcamalar etkin şekilde takip ve tespit edilerek ortadan kaldırılmalıdır. Öncelikli olarak ülke gelirini artıracak önlemler alındıktan sonra yurtiçi tasarruflar teşvik edilmelidir. Örneğin, ihracat yapılan ülkelerle deniz yolu taşımacılığı geliştirilerek ulaşım maliyetlerinin düşürülmesi sağlanmalıdır.

Yurtiçi tasarruf oranları artırılması ile yatırımların finansmanı yurtiçi kaynaklarla sağlanmış olacaktır. Böylece istikrarlı, kırılganlıkların en aza indiği bir ekonomik ortam ve etkin bir finansal sistem oluşturulabilir. Yurtiçi tasarruf oranlarının artırılması, Türkiye için kronik hale gelen cari açık probleminin çözümüne de katkı sağlayacaktır.

OGT'den sakınmak için ülke içindeki bölgesel gelişmişlik farklılıklarının azaltılması gerekmektedir. Büyümenin sürdürülebilirliği ve rekabetçi bir ekonominin oluşturulması için, bölgesel eşitsizlikleri azaltmaya yönelik kamu politikalarının uygulanması gerekmektedir.

Makroekonomik istikrar iş dünyası için önemli olduğu kadar ülkenin uluslararası piyasadaki rekabetçiliği açısından da önemlidir. Makroekonomik istikrarın sağlanamaması ekonomik büyümeyi olumsuz etkilemekte ve ekonomide sürdürebilir büyüme sağlanamamaktadır.

Beşeri sermaye, emeğin niteliğini yükselterek yüksek verimliliğin olduğu üretim alanlarına hareket etmesini sağlayacaktır. Yüksek verimliliğin olduğu üretim alanlarında yüksek teknolojili ürün üretimi ekonomik büyümenin sürekliliğinin sağlanmasına yol açacaktır (Eichengreen, vd., 2013, 13). Sadece eğitim süresinin ve eğitime ulaşmanın yüksek olması Orta Gelir Tuzağı'ndan çıkmak için yeterli değildir, eğitim kalitesinin de yüksek olması gerekmektedir. Yüksek eğitim, imitasyon odaklı büyümeden inovasyon odaklı büyümeye ve düşük katma değerli endüstrilerden bilgi teknoloji temelinde yüksek katma değerli endüstrilere geçmede önemli rol oynamaktadır (Otsuka, Yuki ve Tetsushi, 2017: 7).

Yüksek teknolojiye dayalı üretimin ve AR-GE harcamalarının gerçekleştirilmesinin maliyeti yüksektir. Bu maliyeti karşılayabilmek için ise finans piyasalarının gelişmiş ve finansal yeterliliğin sağlanmış olması gerekmektedir. Mülkiyet haklarının özellikle patent hakları gibi fikri mülkiyet haklarının da geliştirilmesi gerekmektedir.

Orta Gelir Tuzağı'ndan çıkış noktasında Türkiye'de iş gücü ve mal piyasasının etkinliği de oldukça önemlidir. Mal piyasasının etkinliğini sağlayan ülkeler, stratejik ve doğru ürün grubunu üretmeyi seçmekte ve bu ürün grubuna özel arz ve talep koşullarını hazırlamakta oldukça başarılıdırlar. İş verimini artırmak ve piyasa etkinliğini ileriye taşımak, başarılı bir piyasa açısından önem arz etmektedir. Büyümenin istikrarı ise piyasa tarafından talep edilen ve o ülke için doğru ürünleri üreten en etkin firmaların varlığına bağlıdır. Emek piyasasının esnekliği ve etkinliği ise emek piyasasındaki işçilerin en verimli oldukları alanlara yönlendirmek ve istihdam etmek açısından önemlidir. Başarılı bir işgücü piyasası da personelin yeteneklerine uygun alanlarda çalıştırılmasına, işçi-işverenin uyumlu ve tam bilgi içinde çalışmasına bağlıdır.

Türkiye ekonomisinin Orta Gelir Tuzağı'ndan kurtulan ülkeler düzeyine erişmesini sağlayacak en önemli faktörlerden birisi beşerî sermayedir. Bu nedenle Türkiye Orta Gelir Tuzağı'ndan çıkış için, bilgiye dayalı büyüme yolunu seçmelidir. Bunun sağlanması ise, eğitim ve beşeri sermaye kalitesinin arttırılmasına bağlı olmaktadır. Eğitim seviyesi yüksek bireylerden oluşan işgücü, yeterli sayıda istihdam edilmeli, çalışma şartları esnek hale getirilmelidir. Bu koşulların sağlanması ile beraber, hukukun üstünlüğü esas alınarak bireylerin aynı zamanda hukuki hakları da korunmalıdır.

Yüksek teknoloji üniversiteleri kurularak sanayi kesimine AR-GE hizmetlerinin verilmesi devlet politikası haline getirilmelidir. Yüksek katma değer yaratacak sektörler öncelikli olarak desteklenmelidir. Türkiye tarafından geliştirilen ürün ve hizmetlerin patentleri uluslararası düzeyde alınarak taklit edilmesi engellenmeli ve inovasyon temel eğitime kadar inerek özendirici olmalıdır.

İnternet bant genişliğinin artırılarak firmaların yeni teknolojiye uyumu verilen eğitimlerle artırılmalıdır. Yüksek hızda internet erişimi sağlayacak teknolojiler, üniversitelere ve firmalara öncelikli olarak tanıtılmalı ve sunulmalıdır.

Hem Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı hem de TÜBİTAK gibi bilimsel kurumlarda gerekli olan tespitler yapılarak, strateji ve plan ortaya konulmuştur. Ancak bu strateji ve planların titizlikle uygulanma sürecinin yanı sıra etkili ve verimli olabilmesi önemlidir. Bunun için geçmiş ülke deneyimlerini kendisine örnek alması gereken Türkiye ekonomisinde, böylesi altyapı yatırımlarının yanı sıra, teknolojik gelişmeye bağlı üretime, AR-GE faaliyetlerinin ortaya çıkması için rekabetçi bir ortama ve şeffaf ve kapsayıcı kurumlara, hukuki düzenlemelere şiddetle ihtiyaç duyulmaktadır. (Yıldırım, 2019: 162) Hukuk sisteminde adil yargılamanın gerçekleştirilmesi ve yapılan devlet ihalelerinde kamu kurumlarının şeffaf davranması sağlanmalıdır.

Büyümenin sağlanması açısından, kaynakların etkin kullanımı son derece önemlidir. Kamunun kaynakları kullanma noktasında, rant ekonomisinden uzaklaşması ve serbest rekabet koşullarını gözetmesi gerekmektedir.

Yenilik sisteminin merkezinde nitelikli insan gücü yer almaktadır. Bu nedenle özellikle ilk ve orta öğretimden başlayarak eğitimin kalitesinin artırılması, temel bilimlere daha çok önem verilmesi, AR-GE merkezlerindeki çalışanların ve üniversitelerdeki öğretim üyelerinin sayısının artırılarak daha nitelikli hale getirilmesi ivedilikle yapılması gerekenler arasındadır. Yenilik oluşturulmasında bilginin, öğrenmenin, karşılıklı güvenin önemi büyüktür. Yüz yüze kurulan ilişkiler sayesinde karşılıklı güvenin tesisinin, örtük bilginin ve yaparak öğrenmenin daha kolay gerçekleşeceği açıktır. (Gök, 2019: 253)

4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışma, Türkiye'nin içinde bulunduğu Orta Gelir Tuzağı'ndan çıkış için gerekenlerle, Sanayi 4.0'a uyum için gerekenlerin benzer olduğu sonucuna ulaşmıştır. Yapılan literatür incelemesi ve ulaşılan bilgilere dayanarak Orta Gelir Tuzağı'ndan çıkışın, Sanayi 4.0'a uyum noktasında gereken dönüşüm ve gelişmelerin benimsenmesi yoluyla sağlanacağı neticesi elde edilmiştir.

Endüstri 4.0'nın avantaj ve dezavantajları incelendiğinde; Sanayi 4.0 süreci ile birlikte üretim maliyetlerinin azalmasının, üretimde kalite, esneklik ve müşteri memnuniyetinin artmasının, eskiye göre daha yüksek bir verimlilik sağlanmasının devrimin avantajları olduğu; teknolojik değişimlere bağlılığın, uygulama ve geliştirme maliyetlerin yükselmesinin, yetenekli iş gücüne duyulan ihtiyacın, AR-GE faaliyetlerine teşvikte yaşanan sıkıntıların ise devrimin dezavantajları olduğu tespit edilmiştir.

Çalışma kapsamında Endüstri 4.0'ın, yeni teknolojiler sayesinde vasıflı iş gücünde istihdam artışı, yeni iş sahalarının yaratılması, üretimde maliyetlerin azalması, online olarak iş yapabilme ve iş süreçlerinde verimlilik artışı gibi pozitif etkilerin yanında; devrim teknolojilerinin siber saldırı ve güvenlik risklerini barındırması, yapay zeka ve robot teknolojisi sayesinde özellikle hizmetler sektöründe büyük iş kayıplarının beklenmesi, online çalışmanın kolaylığı yanında mahremiyet konusunda da endişelerin ortaya çıkması gibi tehditleri de barındırdığı anlaşılmıştır.

Dördüncü Sanayi Devrimi teknolojilerinin gereksinimlerini çok iyi düzeyde algılayabilecek ve bu teknolojileri aktif uygulama sürecine geçirebilecek bireylerin sürekli eğitimi yadsınamaz bir zaruriyettir. Bu sebepten dolayı bahse konu devrim sürecinde eğitim kurumları "yaşam boyu öğrenme" kavramını misyon edineceklerdir. Bu devrimin gereksinimlerini kavrayabilecek bireylerin eleştirel, yaratıcı, bilimsel ve analitik düşünme becerilerine sahip olması gerekmektedir. Çalışmada yapılan incelemeye göre, teknolojik devrimin gereklerini özümseyebilecek bireylerin eğitiminin, okul öncesinden itibaren ilk öğretimi, orta öğretimi, yüksek öğretimi ve

yaşam boyu öğretimi de içerecek şekilde çok kapsamlı bir alanda birbirleriyle bütünleşik ve etkileşim hâlinde olacak şekilde düşünülmesinin, planlanmasının, tasarlanmasının ve uygulanmasının büyük önem taşıdığı anlaşılmıştır. (Arslan, 2020: 76)

Sanayi 4.0 üretimde verimlilik, kişiye özel ürün, düşük maliyet, hayatı kolaylaştıran yeni işlevsel ürün ve hizmetler, yeni iş fırsatları, insana bağlı hataların sıfıra indirildiği ve birbirleriyle bağlantılı bütünleşik yeni sistemler, israfın önlendiği enerji tasarrufunun sağlandığı yeni teknolojik ürünler gibi birçok olumlu yansımaları beraberinde getirmiştir.

Sanayi 4.0, sosyoekonomik ve sosyokültürel anlamda bazı sorunları da beraberinde getirmektedir. Özellikle yapay zekâ ve akıllı robotların iş hayatında kullanılmasından kaynaklı işsizliklerin artması, toplumda gelir dağılımında eşitsizliğe neden olacaktır. Makineleşme ile birlikte, sosyal ilişkilerin zayıflaması, özel hayatın siber saldırılarla tehdit edilmesi ve yalnızlaşma gibi toplumsal sorunlar da oluşabilecektir. Akıllı fabrikaların ve yeni teknolojik ürünlerin; üretim, bilişim ve savunma sanayi alanında kullanılmaya başlanması ile birlikte siber tehditler gibi, ülkelerin her sektörünü derinden etkileyecek bir siber güvenlik açığı sorunu oluşacaktır. Türkiye siber güvenlik açığı sorunu ya da veri güvenliği konusunda, gerek hukuksal gerekse uygulama alanında çalışmalar yapmalı ve bunları uygulamaya geçirmelidir.

Çalışmada Dördüncü Sanayi Devriminin, olumlu ve olumsuz yansımalarının neler olacağı açıklanmış, yaşanan tüm bu değişimlere uyum sağlanması açısından neler yapılması gerektiği sorusuna yanıt aranmıştır. Bu yanıt yine eğitimden geçmektedir ve ülkelerin eğitimde ne durumda olduklarını gösteren PİSA endeksi sonuçlarına göre Türkiye, eğitim alanında, OECD ortalamasının altında kalmaktadır. Türkiye'yi Sanayi 4.0 seviyesine taşıyacak doğru hamle, eğitimle ilgili sorunların çözümüdür.

Beşeri sermayenin eğitilmesi ile işgücünün niteliğinin artırılması, özellikle temel bilimlere yönelik uygun araştırma ortamlarının kurulması ve gereken maddi desteklerin verilmesi önemlidir. Beşeri sermayenin yaratılması için ilkokul

seviyesinden üniversitelerdeki doktora programlarına kadar ciddi, kararlı ve yenilikçi bir eğitim müfredatı gereklidir.

Kodlama, tasarım, yapay zekâ, robot bilimi, büyük veri gibi konuların eğitim sisteminde yer alması gerekmektedir. Aynı zamanda çalışanların yeni iş modellerine uyum sağlayabilmeleri için meslek içi eğitim verilmesi gerekmektedir ve eğitimin alanında büyük bir dönüşüm gerçekleştirilmelidir. Türkiye veri güvenliği konusunda da gereken hukuksal düzenlemeleri hayata geçirmeli siber güvenlikle ilgili çalışmaları artırmalıdır.

Yapay zekânın ve moleküler imalatın hayata geçirilmesi için çok büyük AR-GE yatırımları ve yapısal bir dönüşüm gerekecektir. Sanayi 4.0'a uyum sağlanması için her sektöre gereken destek ve bilgi verilmelidir. Sanayi 4.0'a uyumda gecikme olması durumunda yapay zeka ve robot teknolojileri her türden işi tehdit edecektir. İç tasarruf yetersizliği yaşayan, eğitimde sorunları olan, enerji sektöründe de dışa bağlı bir Türkiye ekonomisi için gereken önlemler alınmadığında ve dönüşüme yönelik ekonomi politikaları hızlıca uygulamaya geçilmediğinde, Türkiye ekonomisi bu süreçte çok büyük zorluklar yaşayacaktır. Bilgi ve iletişim teknolojileri Endüstri 4.0'ın alt yapısını oluşturmaktadır. Dijitalleşme için bilgi ve iletişim teknolojilerindeki potansiyelin belirlenmesi ve geliştirilmesi gerekmektedir.

Henüz ulusal inovasyon sistemimizin birtakım yapısal ve yapışkan sorunlarını tam olarak çözememişken, dijital dönüşüme uyum sağlayabilmek için çok daha hazırlıklı olmak gerekmektedir. Bu yapısal sorunların ötesinde, yüksek nitelikli bir iş gücü talep eden dijital dönüşümün önündeki en önemli engellerden biri de sık sık değişen ulusal eğitim politikalarıdır. İleri teknolojili ürünlerin toplam ihracattaki payının düşük olması da dönüşümün hızlandırılmasının önündeki diğer engellerden biridir. Bu yapısal sorunlar bütüncül bir bakış açısıyla ve olası tüm paydaşların katılımıyla çözülebilir. Ekosistemdeki tüm paydaşların kamu sektörü, özel sektör, sivil toplum kuruluşları ve akademi kendi iş modelleriyle uyumlu ve farklı düzeylerde zenginleştirilmiş politika araçları ve stratejik hedefleri içeren yol haritalarının hazırlanması ve öngörü çalışmalarının yapılması gerekli görünmektedir. Öte yandan kamu sektörü, hazırlayacağı eylem planları vasıtasıyla özellikle bilgi ve iletişim altyapısına yönelik yeteneklerinin artırılması gibi konularda altyapı sorunlarını

çözmeye odaklanmalıdır. Açıkçası, tersine bir durum dijital dönüşüm sürecini Türkiye için bir fırsat olmaktan çıkarıp, ülkenin sanayisizleşmesi yönünde bir tehdit haline getirecektir. (Erdil, 2018: 61)

Çalışmada Orta Gelir Tuzağı kavramına ve nedenlerine de değinilmiştir. Orta Gelir Tuzağı, ülkelerin kişi başına düşen milli gelirlerinin belli bir düzeyde kalması ve uzun yıllar bu seviyeyi geçemeyip sıkışıp kalması durumudur. Bunun nedenleri aslında Sanayi 4.0'a geçemiyor olmanın nedenleriyle aynıdır. Orta Gelir Tuzağı'nın arkasında yatan temel nedenler şunlardır: niteliksiz beşeri sermaye, iç tasarruf yetersizliği, makroekonomik istikrarsızlık, yönetim sorunları vb.

Orta Gelir Tuzağı'ndan kaçınmak için sermaye ve beceri yoğun üretime geçilmesi gereklidir. Bilgi yoğun üretim faaliyetlerinin desteklenmesi ve devletin bu noktada aktif rol oynaması gereklidir. AR-GE harcamalarının GSYH içindeki payının yüksekliği yenilik ekonomisinin en önemli göstergeleri arasında yer alır. Türkiye'nin AR-GE harcamalarının yeterli düzeyde olmadığı ancak yıllar itibariyle AR-GE harcamalarını arttığı görülmektedir. AR-GE harcamalarının GSYH içindeki payı, gelişmiş ülkelerde yüzde 5-6 ve yüzde 2,5-3 düzeylerindedir. Türkiye'de ise bu oran önceki yıllara göre artmış olmasına rağmen, hala %1'ler seviyesindedir.

Orta Gelir Tuzağı temelde bir büyüyememe sorunudur. Büyüme, tasarruflarla sağlanan verimlilik artışıyla gerçekleşmektedir. Verimlilik artışları ise yine beşeri sermayeye yani eğitime verilen önemle doğru orantılıdır. Dış piyasada rekabet etme gücü yüksek, kendi ekonomisini yaratan, yüksek katma değerli ürünler üreten ve en önemlisi nitelikli işgücünü oluşturabilmiş ekonomiler hem Orta Gelir Tuzağı sorununu aşmış olacak hem de Sanayi 4.0'a uyum sağlamış olacaktır. Türkiye makroekonomik istikrarı sağlamalı, işgücü piyasasında iyileştirmeler yapmalı, Endüstri 4.0 teknolojilerini üretim sürecinin bir parçası haline getirmek suretiyle küresel talepte kendine önemli bir yer edinmelidir.

Özel firmalar, AR-GE birimleri ve kamu kuruluşları Sanayi 4.0'a uyum çerçevesinde koordine edilmelidir. Politika yapıcılar, akıllı üretim sistemlerinin gelişmesinde öne çıkan diğer teknolojilerde de (büyük veri, nesnelerin interneti, 3D yazıcı, siber güvenlik, bulut bilişim vb.) gerekli standardizasyonu sağlamalıdır.

Özellikle bu teknolojilerin birbiriyle iletişim kurmasını sağlayan internet teknolojisinin hızlı bir şekilde gelişimi ve ülke genelinde yayılımı için kamu tarafından, gerekli önlemler alınmalı ve yeterli destekler sağlanmalıdır.

Ülkelerin uluslararası pazarda rekabet edebilirlik durumunu ölçmek için kullanılan küresel rekabet gücü endeksi incelendiğinde, küresel rekabet gücü en yüksek ülkeler Singapur ve ABD olmuştur. Türkiye ise 61.sıradadır ve Türkiye'nin uluslararası piyasada rekabet edebilirlik durumunun zayıf olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Düşük beşeri sermaye donanımı, düşük üretkenliği ve olumsuz yapısal dönüşümü tetikler. Elverişsiz yapısal dönüşüm de beşeri sermaye birikimini sınırlar. Bu iki faktör birbirini besler ve ekonomide kısır döngüye sebebiyet verir. Kısır döngüden kurtulabilmek için öncelikle beşeri sermayeye yatırım yapılmalıdır. "Yenilikçi ve rekabetçi üretim kapasitesi" yaratan, ülkenin gelişim yoluna uygun doğru ekonomik politikalar ile "iyi eğitilmiş yetenekli insan sermayesi" anlayışına dayalı doğru eğitim politikaları, Türkiye'yi yüksek gelirli gelişmiş ülkeler seviyesine taşıyacaktır.

Bilgi toplumuna doğru yapısal dönüşüm ve yüksek gelir grubuna geçiş, teknolojiyi geliştirme ve kullanma kapasite ve kabiliyetiyle yakından bağlantılıdır. İthal teknoloji kısa ve orta vadede ihtiyacı karşılasa da dışa bağımlılık farklı sorunları beraberinde getirmektedir. OGT'deki ülkelerin, teknolojik olarak dışa bağımlılığı azaltmak için milli gelirde AR-GE harcamalarının payını artırması oldukça önemlidir. Orta gelir grubundaki ülkelerde teknolojinin üretimi için AR-GE'ye ayrılan kaynaklar düşük düzeydedir. Bundan dolayı bu ülkeler, genellikle düşük veya orta teknolojili, katma değeri düşük malların üreticisi ve ihracatçısı olarak OGT'ye düşmektedirler. Bu sorunu aşmak üzere, AR-GE'ye daha fazla kaynak aktarıp orta ve yüksek teknolojiye dayalı alanlarda rekabetçi pozisyonu geliştirecek yaklaşımlara ihtiyaç duyulmaktadır. (Alancıoğlu, 2019: 95)

Netice itibariyle, yapılan literatür incelemesi ve ulaşılan bilgilere istinaden şunu belirtmek gerekmektedir: Türkiye yüksek gelirli ülkeler ile rekabet etmek istiyor ve teknolojisini basit tekniklerden öteye taşımak istiyorsa insana ve bilgiye gereken

önemi vermelidir. Türkiye gelişim yolunda önceliğini işgücünün niteliğini artırmaya vermelidir. Eğitim yoluyla beşeri sermayeye, yaratıcı düşünme yetisi kazandırılmalıdır. Bunun için devlet, üniversiteler ve özel sektör iş birliği oluşturup Sanayi 4.0 ile uyumlu, yeni bir eğitim ve teknoloji politikası geliştirmelidir.

5. KAYNAKÇA

Akçomak, S. (2018). *Teknoloji ve İşgücü: Dijital Dönüşüm İşlerimize Ne Yapacak?*, İktisat ve Toplum Dergisi, Sayı:92

Akçomak, S. ve Kalaycı E. (2016). *"Ar-Ge ve Yeniliğin Ölçümü ve Ar-Ge ve Yenilik Anketi Verilerinin Araştırmada Kullanılması", içinde Bilim, Teknoloji, Yenilik: Kavramlar, Kuramlar ve Politika* (1. baskı) içinde (561). İstanbul Bilgi Üniversitesi Yayınları.

Alancıoğlu, E. (2019). *Orta Gelir Tuzağını Belirleyen Faktörler ve Yükselen Ekonomiler Üzerine Bir Analiz*. Doktora Tezi. Gaziantep: Gaziantep Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü

Alptekin, V. ve Kasa, H. (2019). *Tasarruf Açığı ve Ar-Ge Harcamalarının Orta Gelir Tuzağına Etkileri: Seçilmiş OECD Ülkeleri Analizi.* Konya: Eğitim Yayınevi.

Arslan, A. (2020). *Dördüncü Sanayi Devriminin (Endüstri 4.0) Emek Piyasaları Üzerindeki Etkileri*. Yüksek Lisans Tezi. İstanbul: İstanbul Üniversitesi. Sosyal Bilimler Enstitüsü.

Banger, G. (2016). *Endüstri 4.0 ve Akıllı İşletme*. (1.Baskı). Ankara: Dorlion Yayınları.

Başer, N.E. (2011). *I. Sanayi Devrimi'nde Teknolojik Gelişmenin Rolü*. Doktora Tezi. Dokuz Eylül Üniversitesi.

Baykara, T. (2014). *21. Yüzyılda Teknoloji ve Yenilik / İnovasyon ve Yönetimi.* Nobel Akademik Yayınları.

Bıçakcı, S. (2014). *NATO'nun Gelişen Tehdit Algısı:21.Yüzyılda Siber Güvenlik*. Uluslararası İlişkiler Dergisi. 10(40), 101-130.

Bozkurt, E. (2014). *Orta Gelir Tuzağı: Türkiye ve Seçilmiş Gelişmekte Olan Ülkeler Üzerine Bir Araştırma*. Doktora Tezi. Atatürk Üniversitesi.

Buğra, A. (2018). *İktisatçılar ve İnsanlar*. İstanbul: İletişim Yayınları.

Canan, S. ve Acungil, M. (2019). *Dijital Gelecekte İnsan Kalmak*. İstanbul: Tuti Kitap Yayınları.

Chang, H. (2009). *Sanayileşmenin Gizli Tarihi*. (41).

Deane, P. (1979). *The Fırst Industrial Revolution*. (5).

Eğilmez, M. (2018). *Tarihsel Süreç İçinde Dünya Ekonomisi*. İstanbul: Remzi Kitabevi.

Eraydın. A. (1992). *Post-Fordizm ve Değişen Mekansal Öncelikler*. (61).

Ermer, M. A. (2016). *Verimsizlik Tuzağından Çıkış*. Bursa: Scala Yayıncılık.

Eryılmaz ve Diğerleri(2016). *Kalp Hastaları İçin Bulut Bilişim Temelli Erken Uyarı Sistemi*. Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi. (282).

Eşiyok, B. A. (2018). *Türkiye Sanayi 4.0'a Hazır Mı?*. İstanbul: Hbt Akademi Yayınları.

Ford, M. (2019). *Robotların Yükselişi*. C. Duran (Çev). İstanbul: Kronik Yayınları.

Fülberth, G. (2008). *Kapitalizmin Kısa Tarihi*. S. Usta (Çev). İstanbul: Yordam Yayınevi.

Genç, K. Y., Çakıroğlu M., Özmen, C., Karadirek G. (2019). *Sanayi Devrimleri*. Ankara: Gece Akademi Yayınları.

Gill, I. ve Homi, K. (2007). *An East Asian Renaissance Ideas for Economic Growth*. Washington D.C: World Bank. (17-18).

Gökrem, L. ve Bozuklu M. (2016) *Nesnelerin İnterneti: Yapılan Çalışmalar ve Ülkemizdeki Mevcut Durum*. Gaziosmanpaşa Bilimsel Araştırma Dergisi (13). (47-68).

Görçün, Ö. F. (2017). *Endüstri 4.0*. (2.Baskı). İstanbul: Beta Yayınları.

Gürbüz, T. (2011). *Eğitimde Değişim: Bilgi Yönetimi ve E-öğrenme*. (423-432).

Greenwood, J. (1999*). The Third İndustrial Revolution*. (3)

Hobsbawn, E. (2000). *Devrim Çağı*. (8.Baskı). B. S. Şener (Çev). Dost Kitabevi. (59)

Sanayi 4.0'ı Anlamak. (2018). İktisat ve Toplum Dergisi. Sayı: 92.

Jesus, F. (2012). *Tracking the Middle-İncome Trap: What Is It, Who Is in It, and Why? Part 1*. ADB Economics Working Paper Series No: 306. (18-26).

Jesus,F. Abdon, ve A. Kumar, U. (2012). *Tracking the Middle Income Trap: What is It, Who is in It and Why? Part 2*. Levy Economics Institue. (1-59).

İnceoğlu, M. M. (Ed.). (Tarih yok). *Endüstri 4.0 ve Eğitim*. İstanbul: Abaküs Yayınevi.

Karakoç, A. G. (2020). *Orta Gelir Tuzağı: Türkiye İçin Zorunlu Bir Aşama mıdır?*. Yüksek Lisans Tezi. Ankara: Başkent Üniversitesi. Sosyal Bilimler Enstitüsü.

Kepenek, Y. (2012). *Türkiye Ekonomisi*. (30.Baskı). Remzi Kitabevi. (495).

Kharas, H. And Kohli, H. (2011). *What Is theMiddle Income Trap, Why do Countries Fall İnto It, and How Can It Be Avoided? Global Journal of Emerging Market*

Economies. (280-281). Koçak, E. ve Bulut, Ü. (Çev.). (2014) *Orta Gelir Tuzağı Teorik Çerçeve, Ampirik Yaklaşımlar ve Türkiye Üzerine Ekonometrik Bir Uygulama*. Maliye Dergisi. 167,8.

Koç, Ş. (2020). *Dördüncü Sanayi Devriminin (Endüstri 4.0) Dünyaya ve Türkiye'ye Ekonomik Yansımaları*. Yüksek Lisans Tezi. Konya Selçuk Üniversitesi.

Kömüryakan, F. Güriş, S. ve Astar, M. (2019). *Orta Gelir Tuzağının Analizi*. İstanbul: Der Yayınları.

Kurtoğlu, Y. (2019). *Orta Gelir Tuzağından Çıkış*. Ankara: Gazi Kitabevi.

Louça, F. ve Freeman, C. (2010). *Zaman Akıp Giderken: Sanayi Devriminden Bilgi Devrimine*. O. Binatlı (Çev.). İstanbul: İthaki Yayınları.

MÜSİAD, Lojistik Sektör Raporu. (2017). *Endüstri 4.0 ve Geleceğin Lojistiği*.

Otsuka, K. Yuki H. & Tetsushi S. (2017). *Middle İncome Traps in East Asia: An İnquiry into Causes for Slowdown in Economic Growth. China Economic Review*. 46: 3-16.

Örs, B. (2019). *Seçili Ülkelerde Ve Türkiye'de Orta Gelir Tuzağı Sorunu Ve Çözüm Arayışlarının Değerlendirilmesi*. Yüksek Lisans Tezi. Manisa: Celal Bayar Üniversitesi.

Özdinç, Ö. (2019). *AR-GE El Kitabı*. İstanbul: Ser Akademi Yayınları.

Özdoğan, O. (2018). *Endüstri 4.0: Dördüncü Sanayi Devrimi ve Endüstriyel Dönüşümün Anahtarları*. (1. Baskı). İstanbul: Pusula Yayınları.

Özsoylu, A. F. (2017). *Endüstri 4.0*. Çukurova Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi. 21(1). (41-64).

Öztuna, B. (2017). *Endüstri 4.0 ile Çalışma Yaşamının Geleceği*. Ankara: Gece Kitaplığı Yayınları.

Rifkin, J. (2014). *Üçüncü Sanayi Devrimi*. Sıral, P. ve Başekim, M. (Çev.). İstanbul: İletişim Yayınları.

Rouhıaınen, L. (2020). *Yapay Zekâ: Geleceğimizle İlgili bugün Bilmeniz Gereken 101 Şey*. Pegasus Yayınları. (260).

Schwab, K. (2016-2018). *Dördüncü Sanayi Devrimi*. Dicleli, Z.(Çev.). İstanbul: Optimist Yayınları.

Tokgöz, E. (2018). *Türkiye'nin İktisadi Gelişme Tarihi*. Ankara: İmaj Yayınevi.

Toybee, A. (1956). *The Industrial Revolution*. (89).

Yeni Sanayi Devrimi: Akıllı Üretim Sistemleri Teknoloji Yol Haritası. (2016). TÜBİTAK.

Türkcan, B.(Ed.) ve Akseki, U. (Ed.). (2019). *Endüstri 4.0 Ve Türkiye Ekonomisi*. Ankara: Orion Kitabevi.

Türkçe Sözlük. (2019). Türk Dil Kurumu. (11. Baskı). Ankara.

Uyanık, C. C. (2015). *Orta Gelir Tuzağı ve Türkiye'nin Konumu Açısından Bir Değerlendirme*. 23(26). (182).

Ünsal, E. (2007). *İktisadi Büyüme*. Ankara: İmaj Yayınları.

Yalın, T. (2019). *Orta Gelir Tuzağı ve Türkiye*. Yüksek Lisans Tezi. Sakarya Üniversitesi. Sosyal Bilimler Enstitüsü.

Yeldan, E. (2012). *Türkiye Orta Gelir Tuzağına Yaklaşırken*. İktisat ve Toplum Dergisi. (21-22).

Yeldan, E. Taşçı, K. Voyvoda, E. Özsan, E. (2008). *Orta Gelir Tuzağından Çıkış: Hangi Türkiye?*. (41-45).

Yıldırım, M. O. (2019). *Endüstri 4.0 ve Türkiye Ekonomisi*. Ankara: Orion Kitabevi. (162).

Yılmaz, G. (2008). *Kuzey Amerika Sanayi Devrimi*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Cumhuriyet Üniversitesi. Sivas Sosyal Bilimler Enstitüsü.

Yılmaz, G. (2016). *Essays On The Mıddle Income Trap Wıth Specıal Emphasıs On Turkey*. Doktora Tezi. ODTÜ. Sosyal Bilimler Enstitüsü.

YARARLANILAN ELEKTRONİK ORTAMLAR

(Erişim Tarihleri: Mart- Nisan-Mayıs- Haziran 2021)

ÇELEN, S., *Sanayi 4.0 ve Simülasyon*, https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/400791

DESTEBAŞI, A. N. (2018), *Endüstri 4.0 ve Emek Piyasası Üzerine Etkileri*, www.academi.edu.tr

EĞİLMEZ, M., *Orta Gelir Tuzağı ve Türkiye*, Kendime Yazılar, mahfiegilmez.com

EİCHENGREEN, D. P. and SHİN, K., *When Fast Growıng Economıes Slow Down: Internatıonal Evıdence And Implıcatıons For Chına,* http://www.nber.org/papers/w16919

EĞİLMEZ, M.(2017), http://www.mahfiegilmez.com/2017/05/endustri-40.html

KAHRAMAN, H.(2016), https://www.endustri40.com/artirilmis-gerceklik-augmented-reality/

KASRİEL, S.(2017), https://www.weforum.org/agenda/2017/08/ways-to-ensure-ai-robots-create-jobs-for-all

OECD(2019), Temel Bilgi ve Teknolojileri Göstergeleri(MSTI), www.oecd.org

ŞUMAN, N.(2017), http://www.robomaker.com.tr/blog/akilli-uretim-cagi-endustri-40

TAŞDEVİREN, G., Endüstri 4.0 için Üretim ve Yönetimde Farklılaşmak Gerekiyor, Makale, 2017 , www.sanayicidergisi.com.tr

TÜBİTAK(2016), *Yeni Sanayi Devrimi Akıllı Üretim Sistemleri Yol Haritası,* www.tubitak.gov.tr

TÜSİAD(2016), *Türkiye'nin Küresel Rekabetçiliği İçin Bir Gereklilik Olarak Sanayi 4.0,* www.tusiad.org

TÜBİTAK(2019) *Faaliyet Raporu,* https://www.tubitak.gov.tr/sites/default/files/18842/tubitak_2019_yili_faaliyet_raporu.pdf

TÜRKİYE İSTATİSTİK KURUMU(TÜİK), 2020, *Ulusal Hesaplar*, www.tuik.gov.tr

UĞUR, İ. ve APAYDIN, Ş., *Artırılmış Gerçeklik Uygulamalarının Reklam Beğeni Düzeyindeki Rolü,* 2014, syf: 145-146. https://dergipark.org.tr/tr/pub/nwsahuman/issue/19949/213414

YILDIRIM, C. ve KAYA, D., Ar-Ge Harcamalarının Gelişimi: TR-AB Üzerine Bir Değerlendirme, 2019, https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/762559

https://www.ntv.com.tr/galeri/teknoloji/bir-elinizde-artik-6-parmak-olacak,IMCy2ZBiw060k2_hGTZqRw/MDPUQUhwCkmeTIOtivQeaA

http://www.sanayicidergisi.com.tr/endustri-40-icin-uretim-ve-yonetimde-farklilasmak-gerekiyor-makale,627.html

https://www.robotzade.com/urun/creality-3d-cp-01-moduler-3d-yazici-lazer-kazima-ve-cnc-isleme

https://tr.euronews.com/2020/07/08/belcika-da-insaat-ustas-na-ihtiyac-olmadan-3d-yaz-c-ile-iki-katl-ev-insa-edildi

https://www.sanayinindijitaldonusumu.com/insansi-robot-sophia-gelecek-icin-neler-vaat-ediyor/

https://www.webtekno.com/2020-teknolojik-gelismeler-h102311.html

http://www.worldbank.org/tr/country/turkey

https://ariteknokent.com.tr/tr/hakkinda/ar-ge-nedir

http://www.tubitak.gov.tr.

https://www.endustri40.com/

https://core.ac.uk/download/pdf/232018673.pdf

https://www.bbc.com/turkce/haberler-43144059

www.britannicca.com.tr

https://www.bcgperspectives.com

http://www.radikal.com.tr/yazarlar/mahfi-egilmez/yapisal-degisim-750915/

www.masplus.com.tr

https://blogs.worldbank.org/opendata/new-country-classifications-income-level-2018-2019

https://dogruveri.com/kuresel-rekabet-endeksi-2019/

https://kantin.sabanciuniv.edu/sites/kantin.sabanciuniv.edu/files/makale/yapay-zekanin-gelecegi.pdf

https://www.ntv.com.tr/galeri/teknoloji/robot-sophiaya-kardes-geldi-robot-hemsire-grace,LXq5cnEpo0qXmG7sYkwoww

https://www.oggusto.com/teknoloji/gelecege-damga-vuracak-9-teknolojik-gelisme

https://www.bbc.com/turkce/haberler-turkiye-50639723

http://taxia.com.tr/2020-126-turkiyede-ve-dunyada-ar-ge-faaliyetleri/

New country classifications by income level: 2018-2019 (worldbank.org)