

Türkiye Ekonomisinin Endüstri 4.0 Kapsamında Değerlendirilmesi ve SWOT Analizi¹

Seher CERİT², Hidayet Gizem ÜNLÜ ÖREN³

Öz

Araştırma Makalesi

Asırlardır farklı süreçlerle gerçekleşen teknolojik değişimler ülkelerin gelişmesinin ana etkenidir. 2011 yılında gündeme gelen Endüstri 4.0 son yıllarda etkisini daha fazla artırmış ve ülkeleri değişime zorlamıştır. Bu çalışmanın amacı, tüm dünyayı etkileyen Endüstri 4.0'ın Türkiye ekonomisine yansımalarını incelemektir. Bu bağlamda Endüstri 4.0'ın Türkiye'de makroekonomik değişkenler üzerinde oluşturduğu etki araştırılmış ve SWOT analizi yapılmıştır. Araştırma sonucunda, Türkiye'nin en fazla orta yüksek teknolojili ürün ihraç ettiği görülmektedir. Türkiye'nin özellikle insansız hava aracı (İHA) ve silahlı insansız hava aracı (SİHA) alanında rekabetçi avantaja sahip olduğu ve bu üstün konumuyla ön plana çıktığı belirlenmiştir. Bunun yanında yapay zekâ işe alım oranı yüksektir. Türkiye'nin Endüstri 4.0 farkındalığının arttığı ve bu doğrultuda stratejiler geliştirmeye başladığı belirlenmiştir. Türkiye Endüstri 4.0 dönüşümüne uyum sağlayarak, ekonomik ve teknolojik amaçları doğrultusunda ilerlemek için, sürece ve koşullara ilişkin kararlı tutumunu sürdürmelidir.

Anahtar kelimeler: Dördüncü Endüstri Devrimi, Endüstri 4.0, Teknoloji, Türkiye Ekonomisi, SWOT Analizi

Evaluation of the Turkish Economy within the Scope of Industry 4.0 and SWOT Analysis

Abstract

Research Paper

Technological changes that have been taking place through different processes for centuries are the main factor in the development of countries. Industry 4.0, which came to the agenda in 2011, has increased its impact more and more in recent years and forced countries to change. The aim of this study is to examine the reflections of Industry 4.0, which affects the whole world, on the Turkish Economy. In this context, the effect of Industry 4.0 on macroeconomic variables in Turkey was investigated and a SWOT analysis was made. As a result of the research, it is seen that Turkey exports the most medium-high technology products. It has been determined that Turkey has a competitive advantage especially in the field of unmanned aerial vehicle (UAV) and armed unmanned aerial vehicle (SİHA) and stands out with this superior position. In addition, the artificial intelligence recruitment rate is high. It has been determined that Turkey's awareness of Industry 4.0 has increased and it has started to develop strategies in this direction. Turkey should maintain its determined stance on the process and conditions in order to adapt to the Industry 4.0 transformation and move forward in line with its economic and technological goals.

Key words: The Fourth Industrial Revolution, Industry 4.0, Technology, Turkish Economy, SWOT Analysis

¹ Bu makale, Doç. Dr. Hidayet Gizem Ünlü Ören Danışmanlığında hazırlanmakta olan "Dördüncü Sanayi Devrimi (Endüstri 4.0) ve Türkiye Ekonomisine Yansımaları" adlı Süleyman Demirel Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İktisat Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tez çalışmasından türetilmiştir.

² Süleyman Demirel Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İktisat Anabilim Dalı, seherceritt@gmail.com, ORCID: [0000-0002-3540-2929](https://orcid.org/0000-0002-3540-2929)

³ Doç. Dr., Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi İdari Bilimler Fakültesi, İktisat Bölümü, hidayetgizemunlu@sdu.edu.tr, ORCID: 0000-0001-6081-096X

Makale Bilgileri / Article Info

Alındığı Tarih / Received 26.03.2022

Kabul tarihi / Accepted 21.06.2022

Giriş

Endüstri devrimi, 18. yüzyılın ikinci yarısında ortaya çıkmış ve (Tunzelmann, 2003: 370) günümüze kadar gelmiştir. Dördüncü Endüstri Devriminden (Endüstri 4.0) önce gelen devrimler büyük devrimin oluşmasına zemin hazırlamıştır. Endüstri devrimleri ile üretim sistemleri değişerek geleneksel üretimden modern üretime geçiş yaşanmıştır. Modern üretim yalnızca birey gereksinimleri ile örtüşen bir dönemdir ancak post-modern döneme geçişle birlikte üretim ve tüketim biçimleri değişmiştir. Önceki devrimlerle karşılanamayan değişen tüketici isteklerini karşılayacak teknoloji yetersizliği, Endüstri 4.0'ın oluşumuna zemin hazırlamıştır. Bu nedenle Endüstri 4.0 değişen müşteri isteklerine cevap vermek için oluşmuştur. Endüstri 4.0 bu bağlamda firmalar, tedarikçiler, müşteriler vb. ile ilişkilerde sağlam bir bağlantı kurmaktadır. Bireylerin değişen isteklerine hızlı müdahale ederek gerçek zamanlı olarak karşılamayı amaçlamaktadır.

Endüstri 4.0'ın, diğer devrimlerden farklı olarak karmaşık bir yapısının bulunması ve emek gücünün fabrikalarda akılcı bir yol izlemesi gibi faktörler devrimin teknolojik yapısıyla ilgili bir durumdur. Bireyler ve nesnelere daha yakın bağ kurmayı hedefleyerek, makine ve ekipmanlarla otonom bir faaliyet sürdürmeyi amaçlamaktadır. Bunun yanında devrimin amaçladığı birçok faktör bulunmaktadır. Bunlardan biri de maliyetleri düşürmek ve ucuz emek gücünden yararlanmaktır. Bir diğeri fiziksel ve sanal ortamı birbirine yaklaştırarak rekabet üstünlüğünün yaratılması, niteliksiz emek gücü bağımlılığının azaltılması ve kıt kaynak kullanımına imkân vermektir. Bu çalışmada, gayri safi yurtiçi hasıla (GSYH), kişi başına GSYH, büyüme oranı değerlendirilecek ve Ar-Ge harcamalarının GSYH içindeki payı ile bu göstergeler desteklenecektir. Dış ticaret başlığı altında ithalat, ihracat ve denge göstergelerine yer verilmiş, imalat sanayideki gelişmeler ve yeni teknolojilerin ihracatı Endüstri 4.0 bağlamında değerlendirilmiştir. İşgücü başlığında ise, istihdam ve işsizlikte meydana gelen değişimler incelenmiştir.

Çalışmada, Türkiye'de yıllar itibarıyla Endüstri 4.0 gelişimi değerlendirildiği için Endüstri 4.0 kapsamında hazırlanan çalışmalara ve literatüre katkı sağlamak hedeflenmektedir. Araştırmanın amacı, Türkiye ekonomisinin Endüstri 4.0 kapsamını değerlendirerek makroekonomik değişkenler üzerinde oluşturduğu etkiyi ve ön plana çıkan teknolojiyi değerlendirmektir. Bununla birlikte Türkiye'nin Endüstri 4.0 yolunda etkili bir şekilde rekabet edebilmesi ve ekonomik yönden güçlenebilmesi amacıyla mevcut düzeyi incelenmiştir.

1. Dördüncü Endüstri Devrimi (Endüstri 4.0)

Mrugalska ve Wyrwicka'a (2017) göre Endüstri 4.0; "karmaşık fiziksel makine ve cihazların, ticari ve toplumsal sorunların daha iyi tahmini, kontrolü ve planlanması için kullanılan ağa bağlı sensörler ve yazılımlarla entegrasyonu" ya da "ürünlerin yaşam döngüsü içinde yeni bir değer zinciri organizasyonu ve yönetimi" olarak adlandırılmaktadır (469).

Günümüzde yaygın olarak kullanılan Endüstri 4.0 terimi, 2011 yılında Hannover Fuarı'nda ortaya çıkmıştır (Ślusarczyk, 2018: 233). Almanya Eğitim ve Araştırma Bakanlığı, ülkenin gelecekte kalkınmasını devam ettirmek için 10 ana proje olan "Gelecek Projesi" adı altında "Yüksek Teknoloji Stratejisi" 2020 projeleri yayınlamıştır. Bu projelerden biri olan "Industrie 4.0" açıklanmıştır. "Endüstri 4.0 Strateji Belgesi" 2013'te yine bu fuarda duyurulmuştur (SIEMENS, 2015: 9).

Endüstri 4.0 dijital sistemleri dönüştürmekte ve kapsamını genişletmektedir. Son altmış yıl içinde dünya çapında değişim için bilgi işleme, depolama ve iletim ortamlarındaki gelişmeler olmasaydı yeni teknolojiler bulunamazdı (Schwab ve Davis, 2019: 40). Endüstri 4.0 kendi kendini yapılandırma, izleme ve iyileştirme gibi otonom özelliklere sahip akıllı sistemlerle yönlendirilen üretim ekosistemini olanaklı kılmaktadır. Makina-insan iş birliği ve simbiyotik ürün oluşturmaya odaklanmış yeni tip gelişmiş üretim ve endüstriyel aşamalar ortaya çıkmaktadır (Thames ve Schaefer, 2016: 13). Endüstri 4.0 kavramı şirketler, firmalar, tedarikçiler, lojistik, kaynaklar, müşteriler vb. arasında bir ağ kurmaktadır. Ağdaki ilgili birimlerin istek ve durumuna göre yapılandırmayı gerçek zamanlı biçimiyle optimize etmektedir (Qin vd., 2016: 174).

Endüstri 4.0'ın amacı, tüketiciler tarafından talepte bulunulan ürünün sipariş aşamasından teslim aşamasına kadar tüm sürecin kontrolünün sağlandığı, faaliyetlerin ve fonksiyonların otonom sistemler ile yapıldığı bir biçimde kişilerin istek ve beklentilerine cevap verebilmektir (Görçün, 2017:144). Bilindiği gibi dünya ekonomisi incelendiğinde günümüzün kalkınmayı başarmış ülkelerinin İngiltere'de ortaya çıkan sanayi devrimine uyum sağlamış ülkeler oldukları görülmektedir. Onları sanayileşmeyi ve kendi teknolojilerini üretmeyi başaran ülkeler takip etmektedir. Dolayısıyla ekonomik büyüme ve kalkınmayı başarmak için tüm dünya ülkelerinin Endüstri 4.0'a ve yeni teknolojilere uyum sağlaması gerekmektedir. Ülkelerin ekonomik, sosyal, siyasal, teknolojik vb. olarak güçlü bir konuma gelmesi için devrimin değiştiği ve değişimin yeni teknolojiler getirdiği açık bir şekilde görülmektedir. Endüstri 4.0 ile hayatımıza giren dokuz yeni teknoloji bu kısımda incelenecektir.

Tablo 1: Endüstri 4.0'ın Temel Teknolojileri

Nesnelerin İnterneti (IIOT)	IIOT, çeşitli teknolojilerin birbiriyle iletişime geçmesini ve fiziksel nesnelerin bir ağ ile bağlanmasını içermektedir (Kamber ve Sönmeztürk Bolatan, 2019: 839-840). Yalnızca nesnelere kapsamlı süreçler, veriler, bireyler, canlılar ya da atmosferdeki olgular gibi farklı değişkenler baz alınarak bir sistem geliştirilmiştir (Yıldız, 2018: 550).
Bulut Bilişim Sistemleri:	Bulut teknolojisiyle (BT) muhtemel bilgiye farklı yerlerden erişme olanağı sağlanmaktadır. Bilgisayar ya da cep telefonundan bütün bilgilere erişilmektedir. Belleklere ve disk değişimine ihtiyaç duymayan esnek bir yapıda olup hem elektrik hem de yerden tasarrufta bulunmaktadır (Öztuna, 2017: 58-59).
Siber Güvenlik ve Siber Fiziksel Sistemler (CPS):	Endüstri 4.0 ile gelen standart iletişim protokolünün kullanımı ve artan bağlantısıyla kritik endüstriyel sistemleri ve üretim yöntemlerini siber güvenlik tehditlerine karşı koruma ihtiyacı artmaktadır (Vaidya vd., 2018: 236). CPS, üretimin dinamik ihtiyaçlarını gerçekleştirerek bütün endüstrinin etkinlik ve verimliliğini artırmak olarak ifade edilmektedir (Yıldız, 2018: 449).
Büyük Veri	Büyük veri, birçok farklı kaynaktan gelen verilerin toplanması ve kapsamlı bir biçimde değerlendirilmesi üretim ekipmanı ve sistemlerinin yanı sıra kurumsal ve müşteri yönetim sistemleri, karar vermeyi desteklemek için standart hale gelmektedir (Vaidya vd., 2018: 234).
Ekleme Üretim (3D Yazıcılar)	3D yazıcılar, çeşitli malzemelerden yararlanarak 3D modeli tabakalara ayırarak planlanan modeli temel olarak ortaya koymaktadır (Doğan ve Baloğlu, 2020: 61). Verilerin eklemeli üretime gönderilmesi ile yazıcı aracılığıyla basılıp kimyasal işlemlerle dayanıklılık, renk ve yüzey düzeltmeleri yapılarak tamamlanmaktadır (Öztuna, 2017: 63).
Endüstriyel Robotlar	Robotlar birbiri ile etkileşime giren, insanlarla yan yana rahatlıkla çalışan, onlardan öğrenen, özerk, esnek ve iş birliği hale gelmiştir. Ayrıca otonom üretim yöntemlerini daha kusursuz gerçekleştirmekte ve ayrıca insan işçilerin çalışmasının sınırlı olduğu yerlerde çalıştırılmak için kullanılmaktadır (Vaidya vd., 2018: 235).
Karanlık fabrikalar	Karanlık fabrikalar, iletişim sağlayan robotların çalıştığı fabrikalardır. Karanlık fabrikalar denilmesinin nedeni, insan olmadan çalıştığı için fabrikalarda ışıklandırma bulunmamasıdır. Bu fabrikaların insanların çalışamayacağı derecede yüksek ısıda üretim gerçekleştiren, yüksek oranda zehirli gaz bulunan, yüksek ağırlıkların taşındığı iş kollarında kullanılması olanaklıdır (Yıldırım ve Özbay, 2019: 98).
Simülasyon	Simülasyon makineleri, ürünleri ve insanları kapsayan fiziksel dünyayı sanal bir modele yansıtmak için gerçek zamanlı verilerden yararlanmakta ve tesis işleyişinde daha yaygın kullanılmaktadır (Vaidya vd., 2018: 235).
Zenginleştirilmiş Gerçeklik (ZG)	ZG, bilgisayarda üretilen enformasyonun gerçek ortamda entegrasyonu olarak ifade edilmektedir. (Banger, 2018: 159). Gerçek dünyada ileri teknolojilerden yararlanarak aygıtlara grafik ve ses gibi özellikler yüklenmektedir (Özen, 2019: 107).

Kaynak: Kamber ve Sönmeztürk Bolatan, 2019: 839-840, Yıldız, 2018: 449, 550, Öztuna, 2017: 58-59,63, Vaidya vd., 2018: 234,235, Yıldırım ve Özbay, 2019: 98, Banger, 2018: 159, Özen, 2019: 107, yorumlanarak yazarlar tarafından oluşturulmuştur.

2. Türkiye'ye İlişkin Ekonomik Değerlendirmeler

Ekonomik yansımalar bölümünde, makroekonomik değişkenler kullanılarak büyüme/verimlik, dış ticaret ve işgücü ile ilgili genel bilgiler verilecektir. Daha sonra makroekonomik değişkenlere ilişkin veriler elde edilerek tablolar aracılığıyla aktarılacaktır. Türkiye 1990 yılından sonra finansal piyasalarını global ekonomik sistemle entegre hale getirerek, finansal piyasalarını serbestleştirmiştir. Bu nedenle 1990'dan 2021 yılına kadar veriler baz alınarak tablolar oluşturulacaktır.

2.1. Büyüme ve Verimlilik

Ekonomik büyüme, fert başına reel hasılda ortaya çıkan sürekli artış olarak ifade edilmektedir (Ünsal, 2007: 11). Gayri Safi Yurtiçi Hasıladaki (GSYH) artışlar uzun dönemde üretim ölçeğinin ya da üretim potansiyelinin artmasıyla veya daha fazla kullanılmasıyla meydana gelmektedir (Ay, 2007: 4).

Çeşitli gereksinimlerin sürekli karşılanması, gelirdeki artış ve bir sektörden farklı sektöre işgücü akışı, yöntem gelişme hızının çeşitlilik göstermesi diğer ekonomilerde şekil farklılıklarına neden olmaktadır (Aron, 1997: 118). Ayrıca ekonomik büyüme ile ilgili iktisatçılar Adam Smith (1776), Malthus (1798), David Ricardo (1817), Allyn Young (1928), Frank Ramsey (1928), Joseph Schumpeter (1934), Frank Knight (1944) modern ekonomik büyümeye ilişkin birçok fikrin ortaya çıkmasını sağlamıştır (Barro ve Sala-i-Martin, 2004: 16). Buna ek olarak iktisadi büyüme için ülkelerin çeşitli modellere önem vermesi gerekmektedir. Bunlar, Horrod-Domar Büyüme Modeli, AK Modeli, Yapararak Öğrenme Modeli, Ürün Çeşitliliği Modeli, Beşeri sermaye modelidir (Ünlü Ören, 2021: 304). İktisadi olarak altyapısı oluşmuş ülkeler, rekabet güçlerini artırmak için uğraşmaktadır. Karlılık ile rekabet gücü ve yeni teknolojiler verimliliğin önemli unsurlarıdır (Castells, 2008: 119). Endüstri 4.0 rekabet kurallarını değiştirmektedir. Dolayısıyla rekabeti sağlayabilmek için ülkelerin veya şirketlerin inovatif faaliyetlerde öncü olmaları gerekmektedir (Schwab, 2017: 43). Tablo 2'de Kişi Başına Düşen GSYH, GSYH ABD doları, GSYH büyümesi ve Ar-Ge harcamalarının GSYH içindeki payına ilişkin değerlere yer verilmektedir.

Tablo 2: Türkiye'nin 1990-2021 Yılları Aralığı İçin Kişi Başına GSYH (ABD Doları), GSYH (ABD Doları), GSYH Büyümesi (%), Ar-Ge Harcamasının GSYH İçindeki Payı (%)

Yıl	Kişi Başına GSYH (ABD doları)	GSYH (ABD doları)	GSYH Büyüme (%)	Ar-Ge harcamaları GSYH %
1990	2.794	150,676	9,3	0,24
1991	2.735	150,028	0,7	0,38
1992	2.842	158,459	5	0,36
1993	3.180	180,17	7,7	0,32
1994	2.270	130,69	-4,7	0,26
1995	2.897	169,486	7,9	0,28
1996	3.053	181,476	7,4	0,33

1997	3.144	189,835	7,6	0,36
1998	4.499	275,967	2,4	0,36
1999	4.116	256,386	-3,3	0,46
2000	4.337	274,303	6,9	0,47
2001	3.142	201,751	-5,8	0,52
2002	3.687	240,253	6,4	0,51
2003	4.760	314,592	5,8	0,47
2004	6.101	408,876	9,8	0,5
2005	7.456	506,308	9	0,56
2006	8.101	557,058	6,9	0,55
2007	9.791	681,337	5	0,69
2008	10.941	770,462	0,8	0,69
2009	9.103	649,273	-4,8	0,8
2010	10.742	776,993	8,4	0,79
2011	11.420	838,763	11,2	0,79
2012	11.795	880,556	4,8	0,83
2013	12.614	957,783	8,5	0,81
2014	12.157	938,953	4,9	0,86
2015	11.006	964,317	6,1	0,88
2016	10.894	869,693	3,3	0,94
2017	10.589	858,996	7,5	0,95
2018	9.454	778,472	3	1,3
2019	9.121	761,004	0,9	1,6
2020	8.536	719,955	1,8	1,9
2021*	9.539	802,678	11	1,26

Kaynak: The World Bank (2021a, 2021b, 2021c), OECD (2021), TÜİK (2021) TÜİK (2022a)⁴ ve SBB⁵, (2021) verilerinden yararlanılarak yazarlar tarafından oluşturulmuştur.

Tablo 2’de görüldüğü gibi 1990 yılından 2021 yılına kadar göstergeler ve bu bağlamda değerler yer almaktadır. Kişi başına gelir, 1990’lı yıllarda 2,000 ile 4,000 arasında iken 2004 yılından sonra yükseliş trendi içine girmiştir. Aynı zamanda Türkiye bu tarihten sonra üst orta gelir grubu ekonomiler içine girmiş ve orta gelir tuzağına takılmıştır. 2021 yılında kişi başına gelir 9,539 olarak kayıtlara geçmiştir. Kişi başına düşen GSYH’de en yüksek artış 12,615 dolar ile 2013’te gerçekleşmiştir. Covid-19 pandemisinin etkisiyle GSYH 2020 yılında bir önceki yıla göre 41,049 dolar azalırken, 1,8’lik bir büyüme yakalamıştır. 2020 yılında gerçekleşen büyümede büyük bir ivme kaybederek GSYH 719,955 dolara gerilemiştir. 2021 yılında GSYH 802,678 milyar dolar olarak açıklanırken, büyüme oranı %11 olarak kayıtlara geçmiştir. 2011 yılında Endüstri 4.0’ın Almanya’da ortaya çıkmasıyla birlikte Türkiye’yi de etkilemiştir. Teknolojik gelişmeler ve globalleşmenin etkisiyle

⁴ 2021 yılı Ekim- Aralık dönemi IV. çeyreğe ait veriler (Ar-Ge harcamaları GSYH hariç) TÜİK adresinden alınmıştır.

⁵ 2021 yılına ilişkin Ar-Ge harcamaları GSYH içindeki payı Cumhurbaşkanlığı Strateji ve Bütçe Başkanlığından (SBB) alınmıştır.

değerlerde artış yaşanmıştır. 2011 yılında büyüme oranında %11,2 ile en yüksek artış gerçekleşmiştir. 2018 yılında yaşanan kur şoku ve 2019 yılında gerçekleşen düşüşün nedeni, yerel seçimlerle birlikte ekonominin, özelde ise devlet bütçesi imkanlarının yetersiz olmasından kaynaklanmıştır. Ar-Ge harcamalarının GSYH içindeki payı 1990 yılında %0,24 iken, 2019 yılında %1,9'a yükselmiştir. Türkiye'nin 2019 yılında %1,6 olan Ar-Ge harcamasının GSYH içindeki payı 2020 yılında %1,9'a yükseldiği görülmektedir. 2021 yılında Ar-Ge harcamasının GSYH içindeki payı %1,26 olarak gerçekleşmiş ve bir önceki yıla göre gerilemiştir. Türkiye Ar-Ge harcamalarına en yüksek payı 2020 yılında ayırmıştır.

2.2. Dış Ticaret

Global ekonomi 20. yüzyılın bitiminde, bilgi ve iletişim teknolojileri ile oluşturulan altyapının, devletlerin ve uluslararası kurumların, liberalleşme ve yasal düzenlemeleri neticesinde globalleşmiştir (Castells, 2007: 128). Türkiye liberalleşme politikalarını 1980-1990 yıllarında uygulamaya başlamıştır. 1983-1989 yıllarında, ulusal ve uluslararası ticarete teşvik programları ile serbest piyasa ekonomisine geçişle, hükümetin ekonomideki etkinliğinin azalması ve piyasa mekanizması ile işlerliğin artırılması hedeflenmiştir (Milliyet, 2016).

Türkiye'nin dış ticarete rekabetçi ve coğrafi konum üstünlüğü kazanmasının nedeni, lojistik avantajından, düşük ve esnek emek gücüne bağlılıktan kaynaklanmaktadır (TÜSİAD ve BCG, 2016: 33). Türkiye'nin orta gelir tuzağından kurtulup yüksek gelirli ekonomiler arasına girebilmesi için yüksek teknoloji üretime geçmesi gerekmektedir. Ayrıca sanayi üretimi, ihracatta teknoloji kullanımı ve yüksek katma değerli ürünlerin artırılması gerekmektedir (EBSO, 2017: 49). Ucuz emek gücünü kullanan ülkeler düşük maliyetlerle imalat gerçekleştirmekte ve uluslararası ticarete rekabet gücünü arttırmaktadır (Aykırı ve Bulut, 2020: 72). Dış ticaret kısmında yer alan tablolar Dünya Bankasının ulusal tahmin verileri baz alınarak oluşturulmuştur. Tablo 3'te ithalat, ihracat ve denge değerleri ABD doları cinsinden incelenecektir.

Tablo 3: Türkiye'nin 1990-2021 Yılları Aralığı İçin Dış Ticareti

Yıl	İthalat (ABD Doları)	İhracat (ABD Doları)	Denge (%)
1990	26,486	20,138	-6,348
1991	24,957	20,766	-4,191
1992	27,484	22,806	-4,679
1993	34,851	24,636	-10,215
1994	26,64	27,918	1,279
1995	41,272	33,713	-7,558
1996	50,499	39,095	-11,404
1997	57,688	46,665	-11,023
1998	54,446	57,032	2,586
1999	48,339	48,228	-1,105
2000	61,645	54,535	-7,11

2001	45,776	54,84	9,063
2002	54,963	60,316	5,352
2003	73,0445	72,376	-6,693
2004	103,041	96,596	-6,445
2005	122,861	110,761	-12,1
2006	146,885	124,752	-22,133
2007	176,884	149,142	-27,742
2008	207,886	181,569	-26,316
2009	152,039	151,736	-3,03
2010	198,136	164,677	-33,459
2011	254,233	192,863	-61,37
2012	250,694	214,511	-36,182
2013	275,212	227,885	-47,327
2014	268,172	236,668	-31,504
2015	229,539	212,028	-17,511
2016	219,551	200,756	-18,796
2017	255,317	223,678	-31,64
2018	244,452	242,891	-1,935
2019	228,412	249,302	19,655
2020	233,811	205,727	-27,437
2021*	271,424	225,291	-46,133

Kaynak: The World Bank (2021d, 2021e, 2021f) ve TÜİK (2022b)⁶ verilerinden yararlanılarak yazarlar tarafından hazırlanmıştır.

Tablo 3'te görüldüğü gibi 2008 yılından sonra ithalat ve ihracatta dalgalanmalar meydana gelmiştir. Bunun nedeni, Amerika'da ortaya çıkan finansal krizle birlikte Avrupa Birliği (AB) ekonomisindeki daralma ve döviz kurunun inişli çıkışlı bir seyir izlemesinden kaynaklanmaktadır. 2011 yılından sonra göstergelerde artış yaşanmış ve artışlar en fazla 2011 yılından sonra gerçekleşmiştir. Dış ticaret dengesinin en fazla açık verdiği yıl %-61,37 ile 2011 yılıdır. 1990 yılında ithalatın 26 milyar 486 milyon dolar, ihracatın ise 20 milyar 138 milyon dolar olduğu görülmektedir. 2021 yılında ithalat 271 milyar 424 milyon, ihracat 225 milyar 291 milyon olarak gerçekleşmiştir. Ancak dış ticaret açığı 2021 yılında -46 milyar 133 milyon dolara yükselmiştir. Dış ticaret fazlası verdiğimiz yani ihracatın ithalatı geçtiği yıllar 1994 (1,279), 1998 (2,586), 2001 (9,063), 2002 (5,352) ve 2019 (20,89) yıllardır. Bu yılların yanında yer alan değerlerde ihracatın, ithalatı ne kadar geçtiği belirtilmiştir.

Tablo 4'te 2013 ve 2020 yıllarına ilişkin oluşturulan teknoloji yoğun imalat sanayi ürünleri ithalat ve ihracat verileri bulunmaktadır. Tabloda yer alan veriler Ocak-Aralık ayı ile ilgili olarak, milyon dolar cinsinden değerlerdir.

⁶ 2021 yılı Ocak-Aralık dönemi IV. çeyreğe ait veriler TÜİK adresinden alınmıştır.

Tablo 4: Türkiye'nin 1990-2021 Yılları Aralığı İçin Teknoloji Yoğunluğuna Göre İmalat Sanayi Ürünlerinin Dış Ticareti (%)

Yıllar	İHRACAT				İTHALAT			
	Yüksek Teknoloji	Orta Yüksek Teknoloji	Orta Düşük Teknoloji	Düşük Teknoloji	Yüksek Teknoloji	Orta Yüksek Teknoloji	Orta Düşük Teknoloji	Düşük Teknoloji
2013	3,4	31,5	30,7	34,5	12,3	41,2	33,8	12,7
2014	3,4	31,6	29,2	35,8	14,0	42,1	30,3	13,5
2015	3,7	31,8	29,5	35,0	15,7	44,3	26,5	13,5
2016	3,5	33,1	28,3	35,1	17,0	44,9	25,6	12,6
2017	3,9	34,6	28,3	33,3	15,1	41,1	32,6	11,2
2018	3,5	36,4	27,6	32,6	13,4	42,0	33,2	11,4
2019	3,6	36,0	27,5	32,8	15,3	40,6	32,1	12,0
2020	3,4	35,9	27,2	33,5	13,0	41,7	34,5	10,8
2021	3,0	33,4	31,1	32,5	12,4	46,2	30,4	11,0

Kaynak: TÜİK (2022c) Dış Ticaret İstatistikleri, Haber Bültenleri

Tablo 4'te görüldüğü gibi 2013'ten 2021 yılına kadar teknoloji yoğunluğuna göre imalat sanayi ürünlerine yer verilmektedir. Bu veriler ışığında ithalat ihracata göre daha yüksek gerçekleşmektedir. 2013 ve 2021 yılları ithalat ve ihracat payları karşılaştırıldığında, düşük teknoloji hariç diğer paylarda ithalat ihracata göre daha yüksek düzeydedir. Yıllara göre ihracat seyri yüksek teknolojinin düştüğü, orta teknoloji payının yükseldiği, düşük teknoloji payının 2021 yılı hariç diğer yıllarda düştüğü, düşük teknoloji payının azaldığı görülmektedir. 2021 yılında yüksek teknolojinin imalat sanayi ihracatı içindeki payı %3 oranında, yüksek teknolojinin imalat sanayi ithalatı içindeki payı ise %12,5 olduğu görülmektedir. Dış ticaret açığının önlenmesi için yüksek teknoloji payını artırmak gerekmektedir. Diğer payların da ithalata göre düşük olması yine bu açığı artırmaktadır. Bu göstergeler neticesinde Türkiye'nin en fazla orta yüksek teknolojili ürünleri ihraç ettiği görülmektedir.

2.3. İşgücü

Schumpeter'e göre ekonomik büyümeyi etkileyen etkenlerden ilki, üretim faktörlerinin miktarında ortaya çıkan değişim, ikincisi ise inovasyondur. Üretim faktörlerinin çeşitli biçimlerde kullanılmasını kapsayan ve kredilerle finanse edilen yatırımların, ekonominin iktisadi yapısını değiştirerek yaratıcı yıkım ile büyümesine neden olmaktadır (Ünsal, 2007: 75). Emek gücü piyasasında işlerin tanımının ve

kapsamının farklılaşması, işlerin yeniden yapılması ve ardından yapay zeka ile makine öğrenimi arasındaki ilişkinin giderek artması, teknolojik dönüşüm dalgasının yıkıcı etkisinin olması gibi faktörler nedeniyle, işgücü piyasasının bu dönüşüme adapte edilmekte zorlanacağı düşünülmektedir (Gruen, 2017).

Endüstri 4.0 işgücü piyasası dönüşümü içindeki yansımalar değerlendirildiğinde ortaya çıkan değişimler, üretim sektöründeki mesleklere göre hizmet sektöründeki mesleklere olan talebin artmasına neden olmuştur (Aykırı ve Bulut, 2020: 90). Teknolojinin istihdama yansması iki şekilde gerçekleşmektedir. Bu yansılardan ilki, teknolojik gelişmeler ile sermayenin işgücü yerine kullanılması ve çalışanların işsiz kalmasıyla birlikte yıkıcı bir etkiye neden olmaktadır. İkincisi, ürünler ve hizmetlere olan istekler arttıkça yeni mesleklerin, iş ve sektörlerin ortaya çıkmasıyla birlikte bu alanlarda çalışan istihdamı artışı gerçekleşmesidir (Schwab, 2017: 44-45).

Endüstri 4.0'ın ile gelişen teknolojik ilerlemelerin işsizliğe neden olmasıyla birlikte, istihdam oluşturan bir etkisi de bulunmaktadır (Türkcan ve Akseki, 2019: 75). Bu doğrultuda emek gücünün yerini akıllı robotlara bırakmasıyla istihdamın 400 ile 500 bin kişi düşeceği tahmin edilmektedir (TÜSİAD ve BCG, 2016: 46). Tablo 5'te Dünya Bankasının ulusal tahmin verileri baz alınmıştır. Aşağıdaki tabloda 1990 yılından 2021 yılına kadar işsizlik ve istihdam oranlarına ilişkin değerler yer almaktadır.

Tablo 5: Türkiye'nin 1990-2021 Yılları Aralığı İçin İstihdam ve İşsizlik Oranları (%)

Yıllar	İstihdam (%)	İşsizlik (%)
1990	52,1	8
1991	52,3	8,2
1992	51,2	8,5
1993	47,5	9
1994	50	8,6
1995	50	7,6
1996	50,2	6,6
1997	49	6,8
1998	49,2	6,9
1999	48,7	7,7
2000	46,7	6,5
2001	45,7	8,4
2002	44,4	10,4
2003	43,2	10,5
2004	41,3	10,8
2005	41,5	10,6
2006	41,6	8,7
2007	41,5	8,9
2008	41,7	9,7

2009	41,2	12,5
2010	43	10,7
2011	45	8,8
2012	45,4	8,15
2013	45,9	8,7
2014	45,5	9,9
2015	46	10,2
2016	46,3	10,8
2017	47,1	10,8
2018	47,4	10,9
2019	45,7	13,7
2020	42,8	13,1
2021*	46,7	11,2

Kaynak: The World Bank (2021g, 2021h) ve TÜİK (2022d)⁷ verileri kullanılarak yazarlar tarafından oluşturulmuştur.

Tablo 5'te görüldüğü gibi 1990 yılından 2021 yılına kadar istihdam oranlarının değişimine yer verilmektedir. 1990'da istihdam oranı %52,1 iken, günümüzde bu oran %42,8 olarak açıklanmıştır. Bu veriler neticesinde istihdam oranı 1990'dan günümüze kadar 9,3 puan azalmıştır. Endüstri 4.0'ın ortaya çıktığı yıl olan 2011 yılından sonra istihdam oranında en yüksek artış 2018 yılında %47,4 olarak açıklanmıştır. 2018 yılında bir önceki yıla göre 3 puanlık bir artış yaşanmıştır. 2021 yılında istihdam 46,7 olarak gerçekleşmiştir. Ayrıca istihdam oranında bir önceki yıla göre 3,9 puanlık artış yaşanmıştır. Teknolojik dönüşümle birlikte birçok işkolunda çalışan kişilerin işsiz kalmasının yanı sıra olumlu olarak yeni iş kolları sayesinde istihdam avantajları ortaya çıkmıştır. Türkiye'de yüksek teknoloji kullanan firmalarda bu teknolojileri kullanacak personel istihdamı gerçekleştirilmektedir.

1990'da işsizlik oranı %8 iken, 2021 yılında bu oran %11,2 olarak açıklanmıştır. İşsizlik oranı 1990 yılından 2021 yılına kadar 3,2 puan artmıştır. 2011 yılından sonra işsizlik oranında en yüksek işsizlik 2019 yılında, en düşük işsizlik ise 2012 yılında yaşanmıştır. 2021 yılı işsizlik oranı, 2020 yılına göre 1,9 gerilemiştir. 2019 ve 2020 yıllında artan işsizlik oranı istihdam oranını etkilemiş aynı yıllarda istihdamda gerileme yaşanmıştır. 2019 yılında Covid-19 pandemisinden kaynaklanan işsizlik oranındaki artışın nedenlerinden bazıları şunlardır; ekonomik sorunlardan dolayı işyerlerini kapatmak zorunda kalan işveren, çalışanlarını işten çıkarmak zorunda kalmıştır. Bir diğer durum, kısıtlamalardan dolayı iş yerlerinde çalışan personele ihtiyaç olmadığı için iş bulamayanların oluşturduğu işsizliktir. Üçüncü durum, korona virüsten dolayı insanlar tedirgin olduğu için işe gitmek istemeyen kişilerin oluşturduğu işsizliktir. Dördüncü durum ise, pandemiye fırsata çevirerek üç gün işe gelmediği gerekçesiyle işten çıkarılan çalışanların oluşturduğu işsiz kesimdir.

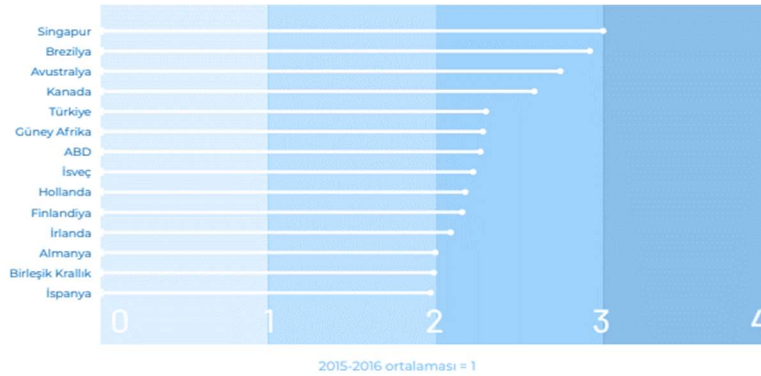
⁷ 2021 yılı Ekim- Aralık dönemi IV. çeyreğe ait veriler TÜİK adresinden alınmıştır.

Endüstri 4.0, Türkiye için birçok avantaj sağlamasıyla birlikte birçok dezavantajı da beraberinde getirmektedir. İş gücünün yerini yapay zekaya (YZ) bırakması ile işsizlik artışı daha fazla yaşanacaktır. Mavi ve beyaz yakalı çalışanların istihdamı azalacaktır. Yeni teknolojilerin hız kazanmasıyla birlikte hem nitelikli hem de niteliksiz personel etkilenecektir. İşsizliğin nedenlerinden bir diğeri, Türkiye'nin orta gelir tuzağında olmasından kaynaklanmaktadır. Türkiye'nin orta gelir tuzağından kurtulması için yüksek teknolojiye ayrılan payı artırması gerekmektedir.

3. Türkiye ve Endüstri 4.0

Türkiye'nin yol haritası kapsamında, Endüstri 4.0 ile birlikte YZ, robotik, akıllı üretim teknolojisi, eklemeli üretim, nesnelerin interneti, büyük veri ve analitiği, bulut bilişim sistemi gibi yazılım odaklı yeni teknolojilerdeki gelişmelere önem verilmektedir (BSTB, 2018a). Türkiye'de ulusal yapay zeka merkezi kurulmuş ve yeni teknolojiler kullanılmaya başlanmıştır. Bu durum, Türkiye'nin diğer ülkelerin gerisinde kalmak istemediğini göstermektedir. Bu doğrultuda ülkemizde gerçekleştirilen teknolojik gelişmeler; YZ işe alım oranları, bilgi iletişim teknolojileri (BİT) sektörü, bulut teknolojisi kullanan sektörler, robot kurulumu, savunma ve havacılık sanayisi tarafından gerçekleştirilen İHA, SİHA yapımı ve ihracatı, elektrikli otomobilleri kullanmaya hazırlanmak gibi gelişmeler yaygınlık kazanmaya başlamıştır. Aşağıdaki tabloda bazı ülkelerin ve Türkiye'nin YZ işe alım oranlarına yer verilmektedir.

Tablo 6: Ülkelere Göre Yapay Zekâ İşe Alım Endeksi



Kaynak: BSTB ve CBDDO, 2021: 21

YZ becerisine sahip ülkelerin 2015-2016 yılında işe alım yüzdeleri 2019 yılı ile karşılaştırılmaktadır. Birinci sırada bulunan 2019 yılında Singapur'un YZ işe alım oranı, 2015 ve 2016 yıllarındaki işe alım ortalamasından üç kat daha fazla artmıştır. Türkiye işe alım oranında sıralı ülkeler arasında üst sıralarda yer almaktadır. Dünyada

YZ doktora eğitiminden mezun olan kişilerin 2004'te yüzde 20'sinin endüstrilerde istihdamı sağlanırken, bu oran 2018 yılında yüzde 60 düzeyinin üstünde gerçekleşmiştir. YZ alanındaki gelişmeler akademik enformasyon birikiminin hızla endüstriye ve imalat sürecine aktarıldığını göstermektedir (BSTB ve CBDDO, 2021: 21). 2019 yılında YZ girişimleri 75 düzeyinde iken, 2020 yılında bu sayıda artış yaşanarak 145'e yükselmiştir. Girişimciler, en fazla 39 şirket görüntü işlemeye ve 28 şirket ise makine öğrenmeye ilgi duyduğunu açıklamıştır (TÜBİSAD ve Deloitte, 2021: 22).

Türkiye'de BİT sektörüne ilişkin yaşanan gelişmeler; 2020 yılında şirketlerle yapılan çalışmalarda özel sektörde tamamıyla uzaktan çalışan oranı %48,7 oranında, kısmi zamanlı %43,2 ve tamamıyla ya da kısmen uzaktan çalışan şirketler %95 oranındadır. Fiziksel alışverişlerde ödeme tercihindeki farklılaşma ile temassız ödeme oranı %244 (sağlık koşulları nedeniyle) olmuştur. 2020 yılında e-ticaret hacmi %66 büyürken, 226,2 milyar hacim kazanmıştır. E-ticaret siparişleri %68 artarken 2,29 milyar sipariş alınmıştır. BİT sektörü satın alma ve birleşme bakımından, ilk sırada 1,801,0 hacim (m USD) ile Turkcell İletişim Hizmetleri, ikinci sırada ise 1,800,0 ile Peak oyun yazılım ve pazarlama yer almaktadır (TÜBİSAD ve Deloitte, 2021: 72-75).

Dünyada farklı sektörlerdeki birçok kurum, bulut bilişim teknolojilerini kullanmaktadır. Türkiye'de kamu, enerji, perakende, eğitim, otomotiv, lojistik, turizm ve tekstil sektörlerinde bu teknoloji kullanılmaktadır (KPMG ve DTP, 2021: 20). Tüm dünyada yaygınlaşmaya başlayan elektrikli otomobillerin Türkiye'ye gelmesi planlanmaktadır. Ülkemizde kurulan "Tesla Motorları" şirketi değeri 750 bin TL'dir. Ayrıca sermayesini 50 milyon TL arttıracığını belirtmiştir. Bu şirket için yeni iş ilanları verilmektedir. İstanbul'da Operasyon Koordinatörü alınacağı duyurulmuştur (Uyan, 2022). Buna ek olarak, İstanbul'da ofis müdürü ve satış danışmanı pozisyonlarında ilan yayınlanmıştır.

Dünyada robot kurulumunun yaygınlaşmasıyla birlikte Türkiye'de robot kurulumunun gerçekleştiği pazarlar arasında yerini almıştır. 2018 yılında 1,4 milyondan daha fazla üretim gerçekleştiren ülkemiz, otomobil ve ticari araçlar için üretici konumunda yer almaktadır. Türkiye'de on bin çalışan başına 29 robot düşmektedir. Türkiye'nin Otomobili Girişim Grubu (TOGG) ile birlikte otomotiv ve yan sanayi hareketlenmiştir (IFR 2020'den aktaran: Karatay, 2020). Türkiye'de 2019 yılında 1,796 robot çalışma hayatına katılmıştır. 2009 yılında 210 olan robot kurulumu sayısı 2019 yılında 1,796 ya yükselmiştir. 2015 yılından sonra robot kurulumu sayısı artmıştır. En yüksek artış 2,267 ile 2018 yılında gerçekleşmiştir (Karatay, 2020). Bunun yanı sıra ülkemizde ASELSAN bünyesinde geliştirilen Ertuğrul Bomba İmha Robotu (BİR) zorlu şartlarda el yapımı patlayıcıları uzak

mesafeden etkisiz hale getirebilmektedir. Ayrıca BİR yüksek hareket gücüne sahiptir (ASELSAN, 2017).

Türkiye son yıllarda savunma sanayine daha fazla önem vermeye başlamıştır. Ülkemiz İHA ve SİHA alanında ön plana çıkmıştır. Bayraktar Mini İHA Türkiye’de ilk mini robot hava aracı olmuştur. Ayrıca 2007’de Türk Silahlı Kuvvetleri’nin (TSK) bünyesinde hizmetine girmiştir. Buna ek olarak Bayraktar Mini ilk ihraç edilen İHA’dır. Taktik Blok 2 (Bayraktar TB2) SİHA keşif ve istihbarat için geliştirilmiştir. 2014 yılından itibaren TSK, Jandarma ve Emniyet Genel Müdürlüğü’nün (EGM) aktif kullanımına sunulmuştur. YZ sistemiyle iyileştirilen akıllı ve çevre koşullarını algılayan Akıncı Taarruz İnsansız Hava Aracı (TİHA) 2019 yılında ilk test uçuşunu gerçekleştirmiştir (BAYKAR, 2022b).

Türk Havacılık ve Uzay Sanayii mühendisleri tarafından tasarlanan ANKA 2010 yılında sergilenmiştir (TUSAS, 2022). Denizlerdeki hakların ve menfaatlerin etkin kullanımı ve devam ettirilmesi için teçhizi yapılan donanmanın taktik, aperiitif ve stratejik düzeyde gerek duyduğu enformasyona erişim için İHA’nın bulunması gerekmektedir. Türkiye’de 2018 yılında hizmete başlayan Bayraktar TB2 modeli Baykar makine tarafından 10 adet üretilmiş, ANKA modeli TAI tarafından 4 adet üretilerek sınıf-3 olarak envantere dahil edilmiştir (Gettinger, 2020’den aktaran: Korkmaz, 2020: 53). Aşağıdaki tabloda Türkiye’nin insansız hava aracı ihracatı gerçekleştirdiği ülkeler, araç modelleri ve sayıları yer almaktadır.

Tablo 7: Türkiye’nin İnsansız Hava Aracı İhracatı

YIL	ÜLKE	MODEL	ADET
2012	Katar	Bayraktar Mini	20
2017	Suudi Arabistan	Karayel	Teknoloji Transferi
2019	Libya	Bayraktar TB2	Sayı belirsiz
2019	Katar	Bayraktar TB2	6
2019	Ukrayna	Bayraktar TB2	6
2020	Azerbaycan	Bayraktar TB2	6
2020	Tunus	ANKA	3
2021	Pakistan	Bayraktar TB2	Sayı belirsiz
2021	Kırgızistan	Bayraktar TB2	Sayı belirsiz
2021	Türkmenistan	Bayraktar TB2	6
2021	Fas	Bayraktar TB2	13
2022	Polonya	Bayraktar TB2	24

Kaynak: Ateş, (2021) ve www.savunmasanayist.com, (2022)

Tablo 7’de Türkiye’nin 2012 yılından 2022 yılına kadar İHA ihracatı gerçekleştirdiği ülkeler bulunmaktadır. Bunlar, İHA modelleri ve İHA sayısı olarak

kategorileştirilmiştir. Türkiye en yüksek İHA ihracatını Katar'a 2012 yılında gerçekleştirmiştir. 2014 yılında EGM bünyesine sunulan Bayraktar TB2 2019 yılında Libya, Katar ve Ukrayna'ya 6 adet ihraç edilmiştir. 2010 yılında gündeme gelen ANKA 2020 yılında Tunus'a ihraç edilmiştir. 2021 yılında Fas, Kırgızistan ve Türkmenistan Bayraktar TB2 siparişi vermiştir. 2022 yılında SİHA siparişi veren Polonya'ya SİHA'lar 2023 yılında teslim edilecektir. Aynı zamanda bir NATO ve AB üyesi ülke Bayraktar TB2 siparişi vermiştir.

Bayraktar, "2021 yılında 10'dan fazla ülke ile ihracat (Bayraktar TB2 SİHA için) yapıldığını açıklamıştır. Önceki yıllarda %70 olan ihracat gelirin, 2021 yılında %80'e çıktığını açıklamıştır. Şimdiye kadar Ukrayna, Katar, Türkmenistan, Polonya ve Azerbaycan gibi ülkelere ihracat yapıldığı, Arnavutluk, Fas, Letonya, Macaristan ve Etiyopya gibi ülkelerin Bayraktar TB2 ile ilgilendiğini" açıklamıştır (www.savunmasanayist.com, 2022). Günümüzde Rusya ve Ukrayna arasında yaşanan savaşta Ukrayna'nın satın aldığı TB2'ler başarısını kanıtlamıştır. Bayraktar TB2 dünya ülkelerinin ilgisini çekmeye devam etmektedir.

Bayraktar, "İHA'ya çok talep olduğunu yetiştirmekte zorlandığını" açıklamıştır. 2021 yılında savunma ve havacılık sanayisi, 3,22 milyar dolar ihracat gerçekleştirmiştir. Bayraktar'a göre, "2006 yılından 2021 yılına kadar savunma ve havacılık sektöründe ihracat hacmi dolar cinsinden 7 kat artmıştır. Ülkemizin savunma ve havacılık ihracatı toplamı dünya savunma ihracatının %1'i oranında gerçekleşmektedir" (BAYKAR, 2022a).

İHA üretimiyle birlikte maliyetlerde olumlu gelişmeler yakalanmıştır. Örnek vermek gerekirse, geçmişte Heron İHA'ların alınması ile İsrail'e birim başına 18 milyon dolar ödeme yapılmıştır. Türkiye'nin İHA üretimi yapması ile Bayraktar TB2'nin değeri yaklaşık 4 milyon dolar olmuştur. Ayrıca savaş alanlarında İHA'ların görev alması beklenmektedir. İHA ve SİHA'ya verilen önemin artmasıyla birlikte ihracatın daha fazla artacağına düşünülmektedir. Ülkemizin İHA ihracatından daha fazla pay sağlayarak, dış ticaret açığını düşüreceği ve ekonomik büyümeye katkı sağlayacağı düşünülmektedir (Ateş, 2021: 11).

4. Türkiye'nin Endüstri 4.0 SWOT Analizi

SWOT analizi, bir kurumun iç ve dış alanı ile ilgili hakkında sahip olduğu enformasyondan yararlanmak ve stratejisini buna göre formüle ederek düzenlemektir (Sammut-Bonnici ve Galea, 2015: 1). Buna göre çalışma sonucunda elde edilen bulgularla Türkiye'nin Endüstri 4.0 alanında güçlü ve zayıf yönleri, fırsatları ve tehditlerini gösteren SWOT analizi tablosu oluşturulmuştur.

Tablo 8: Türkiye'nin Endüstri 4.0 SWOT Analizi

GÜÇLÜ YANLARI	ZAYIF YANLARI
<ul style="list-style-type: none">➤ İnovasyonu kullanan ülkeler arasına girmesi➤ Orta yüksek teknoloji ürün ihracatı gerçekleştirilmesi➤ Yapay zeka işe alım oranları, otomotiv, robot kurulumunun vb. teknolojik gelişmelerle Türkiye'yi ihracat, istihdam ve büyüme alanlarında ileriye taşıması➤ Uzmanlık beceri ve bilgisine sahip kişiler yetiştirilmesi➤ İHA ve SİHA teknolojilerinin yapımında yer alması ve bunun ihracatını sağlamada savunma sanayi teknolojisinde ön plana çıkan bir ülke olması➤ Orta gelir tuzağından kurtulmak istemesi➤ Türkiye'de fiber altyapının güçlü olması➤ Ürün çeşitliliğini artırmak ve müşteri istekleri ve memnuniyetini geliştirmek istemesi➤ Coğrafi konumu ile lojistik ve düşük-esnek emek gücü avantajı yakalaması	<ul style="list-style-type: none">➤ Ar-Ge harcaması, araştırmacı sayısı, bilimsel dergi makalesine ayrılan payın yetersiz olması➤ Rekabet kabiliyetinde gelişmiş ülkelerin gerisinde kalması➤ Yüksek oranda düşük teknoloji ürün ihracatı gerçekleştirilmesi➤ Patent başvurularında ülke içi yerleşiklerden alamadığı verimi, ülke dışı yerleşiklerden alması➤ Ar-Ge harcamalarının GSYH içindeki payının sınırlı olması ve kıt bir pay ayrılması➤ Firmalar ve bireylerin Endüstri 4.0 farkındalık seviyesinin düşük olması➤ Türkiye'de nitelikli işgücünün az olması
FIRSATLARI	TEHDİTLERİ
<ul style="list-style-type: none">➤ Rekabet kabiliyeti sıralamasını yükseltmek için, 12 birleşene⁸ daha çok önem vermesi ile rekabetçi ülkeleri yakalama fırsatının olması➤ Gelişmekte olan ekonomilerin yüksek teknoloji düzeyine ulaşabilmesi ve rekabet edebilmesi için daha fazla Ar-Ge harcaması yapması➤ Araştırmacı sayısını artırmasıyla rekabetçi konumunu ve inovasyon kabiliyetini artırarak sıralamasını yukarıya taşımak➤ Araştırmacı sayısının artmasıyla bilimsel makale sayısının da artırılması	<ul style="list-style-type: none">➤ Ar-Ge faaliyetlerine gereken önem verilmediği takdirde araştırma geliştirme faaliyetleri ve diğer ülkeler içerisinde rekabette geri planda kalma tehlikesi➤ Türkiye, yeni teknolojileri üretime tam anlamıyla entegre edemediği için orta gelir tuzağından kurtulmasının zorlaşması➤ Türkiye orta gelir tuzağından olmasından dolayı işsizliğin yüksek ve yatırımların durgun olması gibi birçok durumla karşılaşması➤ Dijital dönüşümü tam anlamıyla gerçekleştiremediği takdirde

⁸ İlk sırada yer alan göstergeler altyapı, sağlık, makroekonomik istikrar, işgücü piyasası, ikinci sırada kurumsal yapılanma, mali sistemler bulunmaktadır.

<ul style="list-style-type: none">➤ Makine ve robotların üretim sürecine katılmasıyla verimlilik ve yatırımların artması, ekonomiye katkı sağlaması➤ Yüksek teknolojiye daha fazla pay ayırması ve önem vermesiyle orta gelir tuzağından kurtulma fırsatı➤ Yeni teknolojiler, yeni iş imkanları sağladığı için yeni istihdam alanı yaratabilmesi	<p>istenilen verimin alınamaması ve diğer ülkelerle rekabette zorlanması</p> <ul style="list-style-type: none">➤ Artan veri kullanımı ve globalleşmeyle birlikte siber güvenlik açıklarının artması➤ Yabancı rekabetçilerin Endüstri 4.0'ı tam anlamıyla kullanabilmesi➤ Robot ve makinaların üretime entegrasyonu ile işsizliğin daha fazla atma tehlikesi➤ Endüstri 4.0'ı kullanan yabancı yatırımcı sayısının artmasıyla yerleşiklerin yatırımlarının güçleşmesi
--	--

Kaynak: Cerit, (2022). “Dördüncü Sanayi Devrimi (Endüstri 4.0) ve Türkiye Ekonomisine Yansımaları” adlı yüksek lisans tezinden uyarlanmıştır.

Tablo 8’de görüldüğü gibi Türkiye’nin İHA ve SİHA teknolojilerinin yapımında ve ihracatında önemli bir konumda olması, YZ işe alım oranları, otomotiv, robot kurulumunun vb. teknolojik ilerlemeler güçlü yönlerini ortaya koymaktadır. Türkiye’de makine ve robotların üretim sürecine katılmasıyla verimlilik ve yatırımların artması, yüksek teknolojiye daha fazla pay ayırması ile orta gelir tuzağından kurtulma fırsatı elde edecektir. Bunun yanında Ar-Ge harcamalarının GSYH içindeki payının ve araştırmacı sayısının sınırlı olması zayıf yönlerini, robot ve makinaların üretime entegrasyonu ile işsizliğin daha fazla atma tehlikesi, siber güvenlik açıklarının artması gibi olumsuz durumların ortaya çıkma ihtimali tehditleri oluşturmaktadır.

Sonuç

Çalışmada Endüstri 4.0 teknolojilerinin Türkiye ekonomisi için olası yansımaları incelenmiştir. Büyümeye ve verimliliğe ilişkin, dünya genelinde makine ve robotların üretim aşamasına dahil olmasıyla birlikte verimlilik artışı yaşanacak ve yatırımlar hızlanacaktır. Bunun sonucunda ekonomik olarak gelişim sağlanacaktır. Bu durum içsel ekonomik büyüme modellerinden Arrow’un ürün çeşitliliği modeli ile örtüşmektedir. Bilindiği gibi Arrow’un modelinde ekonomik büyümeyi başarmak ve kalıcı hale getirmek için araştırma sektöründe çalışan kişi sayısını artırmak ve Ar-Ge harcamalarını yükseltmek gerekmektedir. Bu sayede teknolojik ilerleme hızını artırarak ekonomik büyümeyi uzun süreli hale getirmek ve ekonomik büyüme hızını yükseltmek mümkündür. Bu bağlamda Türkiye’nin Ar-Ge harcamalarının GSYH içindeki payını artırmasını bir zorunluk olarak görmesi gerekmektedir. Bu göstergeye ayrılan pay her geçen yıl artış göstermektedir ancak yeterli düzeyde olmamaktadır. Bunun yanı sıra dış ticarete dengenin sağlanması ve ihracatın ithalatı geçmesi için yüksek teknolojiye ayrılan payın artırılması gerekmektedir. Bu pay arttığında Türkiye’ye hem pozitif ekonomik dönüşleri olacak hem de Türkiye’nin rekabetçi konumunu yükseltmeye yardımcı olacaktır. Türkiye’nin teknoloji yoğunluğuna göre

imalat sanayi ürünlerinin dış ticareti incelendiğinde en fazla orta yüksek teknoloji ürünleri ihraç ettiği belirlenmiştir. Ayrıca üretimde yüksek teknoloji gerçekleşirse, Türkiye orta gelir tuzağından kurtulacaktır. Bunun sonucunda ihracat artacak ve dış ticaret açığı azalacaktır.

İşsizlik ve istihdam ile ilgili olumlu ve olumsuz görüşler bulunmaktadır. Bir kısım yeni teknolojilerin yaygınlaşması ile işsizlik oranının artacağını savunurken, diğer kısım yeni teknolojiler yeni iş kolları ortaya çıkaracağı için istihdamın artacağını savunmaktadır. Aslında burada gerçekleşen durum Schumpeter'in ekonomik büyüme modelinde belirttiği gibi ekonominin yaratıcı yıkım sürecinde büyümesidir. Yani yenilikler ve girişimciler sayesinde eski endüstriler ve ürünler yok olurken veya pazar payı çok daralırken, yeni kurulan endüstriler, ürünler ve sektörler gelişip büyüyecek ve Türkiye ekonomisi bu süreçte ekonomik büyümeyi gerçekleştirecektir. Çalışma kapsamında, Türkiye'nin Endüstri 4.0 farkındalığının arttığı ve bu doğrultuda stratejiler geliştirmeye başladığı görülmektedir. Türkiye Endüstri 4.0 dönüşümüne uyum sağlayarak, ekonomik ve teknolojik amaçları doğrultusunda ilerlemek için, sürece ve koşullara ilişkin kararlı tutumunu sürdürmelidir.

Çalışma sonucunda, ülkemizde İHA VE SİHA yapımının artmasıyla birlikte Türkiye'nin rekabetçi avantaj sağladığı görülmektedir. Yapımının yanı sıra bazı ülkelere ihraç edilen bu teknolojiler dış ticaret açığını azaltacaktır. Son yıllarda Türkiye'de İHA ve SİHA yapımının artmasıyla birlikte önemli başarılar elde edilmiştir. Türkiye Endüstri 4.0 kapsamında yeni teknolojiler ve rekabetçi avantaj açısından özellikle İHA ve SİHA alanında ön plana çıkmaktadır. Türkiye'nin yol haritası kapsamında, Türkiye'de ulusal yapay zeka merkezinin kurulmasıyla birlikte yapay zeka işe alım oranı artmış ve robotik, akıllı üretim teknolojisi, eklemeli üretim, nesnelerin interneti, büyük veri ve analitiği, bulut bilişim sistemi gibi yazılım odaklı yeni teknolojilerdeki gelişmelere önem verilmiştir. Bunun yanında BİT sektörü, robot kurulumu, elektrikli otomobilleri kullanmaya hazırlanmak gibi gelişmeler yaygınlık kazanmaya başlamıştır. Türkiye'nin hedefleri doğrultusunda yoluna devam etmesi önemlidir. Buradan anlaşılacağı gibi ülkemiz Endüstri 4.0 teknolojilerini en etkin şekilde savunma alanında kullanmaktadır.

Kaynakça

Aron, R. (1997). Sanayi Toplumu. İstanbul: Dergâh Yayınları.

ASELSAN. (2017).

https://www.aselsan.com.tr/ERTUGRUL_Bomba_Imha_Robotu_1222.pdf
(Erişim Tarihi: 05.02.2022).

Ateş, E. (2021). Türkiye'nin İnsansız Hava Aracı (İHA) ihracat rekabet gücünün analizi. Türkiye İnsansız Hava Araçları Dergisi, 3(1), 7-16.

- Ay, A. (2007). Tarihsel süreç içerisinde Türkiye’de büyüme. Türkiye Ekonomisi: Makroekonomik Sorunlar ve Çözüm Önerileri (s. 3-53). Konya: Çizgi Kitapevi.
- Aykırı, M., & Bulut, Ö. U. (2020). Endüstri 4.0 ve Türkiye Ekonomisi Üzerine Değerlendirmeler. Konya: Eğitim Yayınevi.
- Banger, G. (2018). Endüstri 4.0 Ekstra. Eskişehir: Dorliyon Yayınları.
- Barro, R. J., & Sala-İ-Martin, X. (2004). Economic Growth. London: MIT Press.
- BAYKAR. (2022a). <https://baykartech.com/tr/press/aknc-tiha-da-katld-savunma-sanayisi-ihracatta-yuksekten-ucuyor/> (Erişim Tarihi: 06.01.2022).
- BAYKAR. (2022b). <https://baykartech.com/tr/insansiz-hava-araci-sistemleri/baykartech.com/> (Erişim Tarihi: 06.01.2022).
- BSTB (T.C. Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı). (2018a). Türkiye Yazılım Sektörü Stratejisi ve Eylem Planı (2017-2019). <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2017/01/20170105-9.htm> (Erişim Tarihi: 05.09.2021).
- BSTB (T.C. Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı), & CBDDO (T.C. Cumhurbaşkanlığı Dijital Dönüşüm Ofisi). (2021). Ulusal Yapay Zeka Stratejisi 2021-2025. <https://cbddo.gov.tr/SharedFolderServer/Genel/File/TR-UlusalYZStratejisi2021-2025.pdf> (Erişim Tarihi: 05.09.2021).
- Castells, M. (2007). Enformasyon Çağı: Ekonomi, Toplum ve Kültür-Binyılın Sonu. İstanbul: İstanbul Bilgi Üniversitesi Yayınları.
- Castells, M. (2008). Enformasyon Çağı: Ekonomi, Toplum ve Kültür-Ağ Toplumunun Yükselişi. İstanbul Bilgi Üniversitesi Yayınları.
- Cerit, S. (2022). Dördüncü Sanayi Devrimi (Endüstri 4.0) ve Türkiye Ekonomisine Yansımaları. Süleyman Demirel Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İktisat Anabilim Dalı, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi.
- Doğan, O., & Baloğlu, N. (2020). Endüstri 4.0 kavramsal farkındalık ölçeği. Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi Sosyal ve Ekonomik Araştırmalar Dergisi, 22(38), 58-81.
- EBSO (Ege Bölgesi Sanayi Odası). (2017). Sanayi 4.0: Uyum Sağlamayan Kaybedecek. http://www.ebso.org.tr/ebsomedia/documents/sanayi-40-gozden-gecirilmis-ikinci-baski_95869497.pdf. (Erişim Tarihi:02.03.2021).
- Görçün, Ö. F. (2017). Dördüncü Endüstri Devrimi: Endüstri 4.0. İstanbul: Beta Basım Yayım.

- Gruen, D. (2017). Technological change and the future of work. <https://www.pmc.gov.au/news-centre/domestic-policy/technological-change-and-future-work> (Erişim Tarihi: 02.11.2020).
- Kamber, E., & Sönmeztürk Bolatan, G. İ. (2019). Endüstri 4.0 Türkiye farkındalığı. Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 11(30), 836-847.
- Karatay, C. (2020). <https://www.stendustri.com.tr/robot-yatirimlari/turkiyede-1796-yeni-robot-kurulumu-gerceklestirildi-h110476.html> (Erişim Tarihi: 30.09.2021).
- Korkmaz, C. A. (2020). Donanmaların etkinliğinin artırılmasında insansız hava araçlarının rolü. Türkiye İnsansız Hava Araçları Dergisi, 2(2), 49-54.
- KPMG (Klynveld Peat Marwick Goerdeler), & DTP (Dijital Türkiye Platformu). (2021). Dijitalleşme Yolunda Türkiye: Trendler ve Rehber Hedefler. <https://www.tubisad.org.tr/tr/images/pdf/dijitallesme-yolunda-turkiye-raporu-v9.pdf> (Erişim Tarihi: 30.01.2022).
- Milliyet. (2016). <https://uzmanpara.milliyet.com.tr/haber-detay/gundem2/turkiye-ekonomisinde-ozalli-yillar/45000/45536/> (Erişim Tarihi: 30.09.2021).
- Mrugalska, B., & Wyrwicka, M. K. (2017). Towards lean production in Industry 4.0. Procedia Engineering, 182, 466-473.
- OECD. (2021). <https://data.oecd.org/rd/gross-domestic-spending-on-r-d.htm> (Erişim Tarihi: 21.12.2021).
- Özen, H. (2019). Endüstri 4.0 ve eğitim: Bir Türkiye perspektifi. Anemon Muş Alparslan Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, 7(5), 103-113.
- Öztuna, B. (2017). Endüstri 4.0: Dördüncü Sanayi Devrimi ile Çalışma Yaşamının Geleceği. Ankara: Gece Kitaplığı.
- Qin, J., Liu, Y., & Grosvenor, R. (2016). A categorical framework of manufacturing for Industry 4.0 and beyond. Procedia CIRP, 52, 173-178.
- Sammuto-Bonnicci, T., & Galea, D. (2015). SWOT Analysis. Wiley Encyclopedia of Management, 12, 1-8.
- Savunma Sanayi. (2022). <https://www.savunmasanayist.com/> (Erişim Tarihi: 12.02.2022).
- SBB (T.C. Cumhurbaşkanlığı Strateji ve Bütçe Başkanlığı). (2021). 2022 yılı Bütçe Gerekçesi. https://www.sbb.gov.tr/wp-content/uploads/2021/10/2022_Yili_Butce_Gerekcesi.pdf (Erişim Tarihi: 30.01.2022).

- Schwab, K. (2017). Dördüncü Sanayi Devrimi. İstanbul: Optimist Kitap.
- Schwab, K., & Davis, N. (2019). Dördüncü Sanayi Devrimini Şekillendirmek. İstanbul: Optimist Kitap.
- SIEMENS. (2015). Endüstri 4.0 Yolunda. İstanbul: Siemens Türkiye.
- Ślusarczyk, B. (2018). Industry 4.0: Are we ready?. Polish Journal of Management Studies, 17(1), 232-248.
- Thames, L., & Schaefer, D. (2016). Software-defined cloud manufacturing for Industry 4.0. Procedia CIRP, 52, 12-17.
- The World Bank. (2021a).
<https://data.worldbank.org/indicator/NY.GDP.MKTP.CD?end=2020&locations=TR&start=1990> (Erişim Tarihi: 20.11.2021).
- The World Bank. (2021b).
<https://data.worldbank.org/indicator/NY.GDP.MKTP.KD.ZG?locations=TR> (Erişim Tarihi: 20.11.2021).
- The World Bank. (2021c).
<https://data.worldbank.org/indicator/NY.GDP.PCAP.CD?locations=TR> (Erişim Tarihi: 20.11.2021).
- The World Bank. (2021d).
https://data.worldbank.org/indicator/NE.IMP.GNFS.CD?end=2020&locations=TR&name_desc=true&start=1990 (Erişim Tarihi: 21.11.2021).
- The World Bank. (2021e).
<https://data.worldbank.org/indicator/NE.EXP.GNFS.CD?end=2020&locations=TR&start=1990> (Erişim Tarihi: 21.20.2021).
- The World Bank. (2021f).
<https://data.worldbank.org/indicator/NE.RSB.GNFS.CD?end=2020&locations=TR&start=1990> (Erişim Tarihi: 21.11.2021).
- The World Bank. (2021g).
https://data.worldbank.org/indicator/SL.EMP.TOTL.SP.NE.ZS?end=2020&locations=TR-1W&name_desc=false&start=1980&view=chart (Erişim Tarihi: 22.11.2021).
- The World Bank. (2021h).
<https://data.worldbank.org/indicator/SL.UEM.TOTL.NE.ZS?end=2020&locations=TR&start=1980&view=chart> (Erişim Tarihi: 22.11.2021).

- Tunzelmann, N. (2003). Historical coevolution of governance and technology in the Industrial Revolutions. *Structural Change and Economic Dynamics*, 14(4), 365-384.
- TUSAS (Türk Havacılık ve Uzay Sanayi A.Ş.). (2022). <https://www.tusas.com/> (Erişim Tarihi: 01.02.2022).
- TÜBİSAD, & Deloitte. (2021). Bilgi ve İletişim Teknolojileri (BİT) Raporu. https://www.tubisad.org.tr/tr/images/pdf/tubisad_bit_2020_raporu_tr.pdf (Erişim Tarihi: 30.01.2022).
- TÜİK. (2021). <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Merkezi-Yonetim-Butcesinden-AR-GE-Faaliyetleri-Icin-Ayrilan-Odenek-ve-Harcamalar-2021-37448> (Erişim Tarihi: 03.09.2021).
- TÜİK. (2022a). <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Donemsel-Gayrisafi-Yurt-Ici-Hasila-IV.-Ceyrek:-Ekim-Aralik-2021-45548> (Erişim Tarihi: 28.02.2022).
- TÜİK. (2022b). <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Dis-Ticaret-Istatistikleri-Aralik-2021-45535> (Erişim Tarihi: 18.02.2022).
- TÜİK. (2022c). <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Dis-Ticaret-Istatistikleri-Aralik-2021-45535i> (Erişim Tarihi: 18.02.2022).
- TÜİK. (2022d). <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Isgucu-Istatistikleri-IV.-Ceyrek:-Ekim---Aralik,-2021-45643> (Erişim Tarihi: 18.02.2022).
- Türkcan, B., & Akseki, U. (2019). *Endüstri 4.0 ve Türkiye Ekonomisi*. Ankara: Orion Kitapevi.
- TÜSİAD, & BCG. (2016). Türkiye'nin Küresel Rekabetçiliği İçin Bir Gereklik Olarak Sanayi 4.0. https://www.tehad.org/wp-content/uploads/2017/05/TUSIAD-END-40-_-RAPOR.pdf (Erişim Tarihi: 01.03.2021).
- Uyan, G. (2022). <https://www.webtekno.com/tesla-turkiye-yeni-is-ilani-h120591.html> (Erişim Tarihi: 18.02.2022).
- Ünlü Ören, H. G. (2021). Küresel ekonomide rekabetçi kentlerin avantajları ve ikilemleri. *Süleyman Demirel Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 41, 303-327.
- Ünsal, E. M. (2007). *İktisadi Büyüme*. Ankara: İmaj Yayıncılık.
- Vaidya, S., Ambad, P., & Bhosle, S. (2018). Industry 4.0 - A glimpse. *Procedia Manufacturing*, 20, 233-238.

Yıldırım, L., & Özbay, Ö. (2019). <https://www.enternasyonalsosyalizm.org/sanayi-4-0-bildigimiz-kapitalizmin-sonu-mu.html> (Erişim Tarihi: 01.10.2021).

Yıldız, A. (2018). Endüstri 4.0 ve akıllı fabrikalar. *Sakarya University Journal of Science*, 22(2), 546-556.