

TÜRKİYE DIŞ TİCARETİNİN SANAYİ 4.0 ve ENDÜSTRİ İÇİ TİCARET
PERSPEKTİFİNDE YAPISAL DÖNÜŐMÜNÜN ANALİZİ

SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜŐÜ

TOBB EKONOMİ VE TEKNOLOJİ ÜNİVERSİTESİ

MEHMET EMİN YİĞİTBAŞI

İŞLETME

YÜKSEK LİSANS TEZİ

AĞUSTOS 2020

Bu tezin Yüksek Lisans derecesi için gereken tüm koşulları yerine getirdiğini onaylarım.

Prof. Dr. Serdar SAYAN
Sosyal Bilimler Enstitüsü
Müdürü

Bu çalışmayı okuduğumu ve çalışmanın kapsam ve içerik olarak Sosyal Bilimler Enstitüsü İşletme Ana Bilim Dalı'nda bir Yüksek Lisans tezi olabilecek yeterlilikte olduğuna kanaat getirdiğimi onaylıyorum.

Tez Danışmanı

Dr. Öğr. Üyesi Atılım MURAT
(TOBB ETÜ, İşletme)

Tez Jürisi Üyeleri

Prof. Dr. Mehmet Mete DOĞANAY
(Çankaya Üniversitesi, İşletme)

Dr. Öğr. Üyesi Melike METERELLİYOZ KUYZU
(TOBB ETÜ, İşletme)

Tez içindeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, ayrıca tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada her türlü kaynağa eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

Mehmet Emin YİĞİTBAŞI

ÖZ

TÜRKİYE DIŞ TİCARETİNİN SANAYİ 4.0 ve ENDÜSTRİ İÇİ TİCARET PERSPEKTİFİNDE YAPISAL DÖNÜŞÜMÜNÜN ANALİZİ

YİĞİTBAŞI, Mehmet Emin

Yüksek Lisans, İşletme

Tez Danışmanı: Dr. Öğr. Üyesi Atılım MURAT

Bu tez çalışması, Sanayi 4.0 bağlamında Türkiye'nin dış ticaretinin endüstri içi ticaret perspektifinde yapısal dönüşümünü analiz etmeyi amaçlamaktadır. Türkiye ihracatının büyük bir bölümü bölgesel ve küresel üretim zincirlerinde satılan ara mallardan oluşmakta ve sektör bazında otomotiv, tekstil, elektronik, demir çelik ve mobilya sektörleri de ihracatta öne çıkmaktadır. Çalışma kapsamında, Türkiye dış ticaretinin sanayi 4.0'a dönüşüm potansiyeli endüstri-içi ticaret teorisi çerçevesinde analiz edilmiştir. Türkiye'nin ihracatında teknoloji seviyesinin son 40 yılda ithalatın teknoloji seviyesine yakınsadığı, ihracatta orta yüksek teknoloji imalat sanayi sektörlerinin öne çıktığı görülmektedir. Analiz bulguları neticesinde, Türkiye'nin dışa açıklık oranı ithalat lehine arttığından, dışa açıklık düzeyinin artmasının endüstri içi ticareti olumsuz yönde etkilediği, endüstri içi ticaretin gelişiminin Türk imalat sanayinin sanayi 4.0 dönüşümünü teşvik ettiği, Türkiye'nin dış ticaret yapısının imalat sanayine ve orta yüksek teknoloji ürünlere doğru kayma eğiliminde olduğu, 1978-2001 döneminde teknoloji açığında gerileme eğiliminin gözlemlendiği, Türkiye'nin teknoloji açığının ihracatın ithalata oranı üzerindeki etkisinin %5 anlamlılık düzeyinde pozitif olduğu, 2002-2019 döneminde teknoloji açığının ihracatın ithalata oranı üzerindeki etkisinin %10 anlamlılık düzeyinde negatif olduğu, orta yüksek teknoloji endüstri içi ticaret ile imalat sanayi dış ticareti arasında da negatif ve istatistiki olarak anlamlı bir ilişkinin olduğu sonuçlarına ulaşılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Sanayi 4.0, Dış ticaret, Dijital Dönüşüm, Endüstri İçi Ticaret

ABSTRACT

ANALYSIS OF STRUCTURAL TRANSFORMATION OF TURKEY'S FOREIGN TRADE WITH INDUSTRY 4.0 AND INTRA-INDUSTRY TRADE PERSPECTIVE

YİĞİTBAŞI, Mehmet Emin

Master of Business Administration

Supervisor: Asst. Prof. Atılım MURAT

This thesis aims to evaluate the competitiveness of Turkey's manufacturing industry in international markets in the context of Industry 4.0 and the impact of that in Turkey's foreign trade. A large part of Turkey's exports consist of intermediate goods sold in regional and global production chains and automotive, textile, electronics, iron and steel and furniture sectors are also prominent in exports on sector basis. In the study, the potential transformation of Turkey's foreign trade to Industry 4.0 was analyzed in the context of intra-industry trade theory. As a result of the analysis findings; as Turkey's openness increases in favor of imports, the increase in the openness level has a negative impact on intra-industry trade. The development of intra-industry trade promotes the industry 4.0 transformation of the Turkish manufacturing industry. Turkey's foreign trade structure, tends to tilt to manufacturing industry and medium high-tech goods In 1978-2001 period, a downward trend was observed in the technology deficit. The effect of Turkey's technological deficit on export/import coverage ratio is positive at %5 level of significance in 1978-2001 period and negative at %10 level of significance in 2002-2019 period. It is also concluded that there is a negative and statistically meaningful relationship between medium high technology intra-industry trade and foreign trade of manufacturing industry.

Key Words: Industry 4.0, Foreign Trade, Digital Transformation, Intra-Industry Trade



Gülce'me...

TEŞEKKÜR SAYFASI

Yüksek lisans süresince kendisinden aldığım dersleri büyük bir keyifle dinlediğim, bana dersleri ve köşe yazıları ile finansı sevdiren ve öğrenmemde büyük katkısı olan, kendisine danışıldığında samimi yanıtlar veren ve ufkumu açan, bakış açımı gerektiğinde değiştirmemi sağlayan çok kıymetli hocam ve tez danışmanım Sayın Doç. Dr. Atılım Murat'a her şey için çok teşekkür ederim.

TOBB ETÜ'de Yüksek Lisansa başladığım ilk günden beri, bana her konuda yardımcı olan ve sorularıma sabırla yanıt veren Sosyal Bilimler Enstitüsü çalışanlarına her şey için çok teşekkür ederim.

En sıkıntılı süreçlerde her zaman yanımda olan, bana büyük güç veren ve desteğini esirgemeyen, gerektiğinde zamanından feragat eden Kıymetli Eşime ve hayata tutunma noktam Gülce Büşra'ma ve beni bugünlere getiren Annem ve Babam'a en büyük teşekkürü bir borç bilirim.

Nihai olarak, benden bu süreçte veri analizi ve modelleme aşamasında desteklerini esirgemeyen Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı uzmanı Dr. Kamil TAŞCI'ya ve ümit veren tüm arkadaşlarıma, büyüklerime içten teşekkürlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER

İNTİHAL SAYFASI.....	iii
ÖZ	iv
ABSTRACT.....	v
İTHAF SAYFASI	vi
TEŞEKKÜR SAYFASI	vii
İÇİNDEKİLER	viii
TABLolar LİSTESİ	xi
ŞEKİLLER LİSTESİ	xii
KISALTMALAR LİSTESİ.....	xiii
BÖLÜM I GİRİŞ.....	1
BÖLÜM II DIŞ TİCARET YAKLAŞIMLARI.....	4
2.1. Klasik Yaklaşım	4
2.2. Heckscher-Ohlin Teorisi	5
2.3. Yeni Teoriler	5
2.4. Endüstri-İç Ticaret	8
2.5. Makro Ekonomik Hesaplar Bakımından Teknoloji Göstergeleri	10
2.5.a. Teknoloji Seviyesi Tanımı ve Sınıflandırılması.....	10
2.5.b. Teknolojik İlerlemeler ve Ekonomik Büyüme.....	11
2.6. Literatür Tarama.....	14
BÖLÜM III SANAYİ 4.0 VE REKABET AVANTAJLARI.....	27
3.1. Sanayi 4.0 Gelişim Süreci	27
3.2. Sanayi 4.0 Kavramının Tanımı	30
3.3. Sanayi 4.0'ın Bileşenleri	32
3.3.a. Siber –Fiziksel Sistemler.....	32
3.3.b. Büyük Veri Analitiği.....	33
3.3.c. Yatay ve Dikey Sistem Entegrasyonu	36
3.3.ç. Nesnelerin İnterneti	37
3.3.d. Siber Güvenlik	38
3.3.e. Eklemeli (Katmanlı) İmalat.....	39
3.3.f. Artırılmış Gerçeklik.....	39

3.3.g. Bulut Teknolojileri	40
3.3.h. Robotik Sistemler	41
3.3.i. Akıllı Fabrika	42
3.4. Sanayi 4.0 Teknolojilerinin Üretim Sektörlerine Yayılımı	43
3.4.a. 3D Yazıcılar	43
3.4.b. Büyük Veri	46
3.4.c. Robotik Sistemler	47
BÖLÜM IV TÜRKİYE EKONOMİSİNDE SANAYİ 4.0	51
4.1. Dijital Ekonomide Almanya ve Türkiye'nin Konumu	51
4.2. Sanayi 4.0 Kapsamında Ülkelere Göre Sıralama	54
4.3. Sektörlere Göre Türkiye'de Sanayi 4.0	58
4.3.a. KOBİ'lerde Sanayi 4.0	58
4.3.b. Medya Sektörü	59
4.3.c. Otomotiv Sektörü	60
4.3.ç. Mobilya Sektörü	61
4.3.d. Lojistik Sektörü	61
BÖLÜM V TÜRKİYE'NİN DIŞ TİCARETTE REKABET GÜCÜ	63
5.1. Türkiye Ekonomisinde Dış Ticaretin Önemi	64
5.2. Dış Ticaretin Sektörel Yapısı	65
5.3. Geniş Ekonomik Grupların Sınıflamasına (BEC) Göre İhracat	68
BÖLÜM VI TÜRKİYE DIŞ TİCARETİNİN YAPISAL ANALİZİ	73
6.1. Hipotezler	73
6.2. Araştırmanın Veri Seti	74
6.3. Araştırma Yöntemi	76
6.3.a. Hipotez 1: Türkiye'nin Dünya Ekonomisine Eklemlenmesi Ve Dışa Açıklığı Giderek Artmakta, Dışa Açıklık Arttıkça Endüstri İçi Ticaret Artmaktadır	77
6.3.b. Hipotez 2: Türkiye'nin Endüstri-İçi Ticareti İle İmalat Sanayinin GSYH'dan Aldığı Pay Arasında Güçlü Bir İlişkiselik Vardır	81
6.3.c. Hipotez 3: Türkiye'de Dünya Ekonomisine Giderek Eklemlendikçe İmalat Sanayi Ürünlerinde Düşük Teknolojiden İleri Teknolojiye Doğru Bir Gelişim Sürecine Girmiştir	84

6.3.ç. Hipotez 4: Türkiye Dış Ticaret Yapısında Teknoloji Açığı Giderek Azalmaktadır	90
6.3.d. Hipotez 5: Türkiye'nin Orta Yüksek İmalat Sanayi Ürünlerinde Endüstri İçi Ticaret Arttıkça Dış Ticaret Açığı da Azalmaktadır	96
BÖLÜM VII SONUÇ VE ÖNERİLER	101
KAYNAKÇA	109



TABLolar LİSTESİ

Tablo 4.1. Küresel Bilgi Teknolojisi Raporunda Türkiye'nin Ağ Ekonomisine Hazırlık Karnesi (Dünya Ekonomik Forumu 2016).....	54
Tablo 4.2. Üretim Yapısı Bakımından İlk 42 Ülke	56
Tablo 4.3. Teknoloji Dönüşümü Bakımından İlk 42 Ülke.....	58
Tablo 5.1. İhracat Verileri Sektöre Göre ve Sanayi Ticaret Ayırımıyla (TÜİK)	66
Tablo 5.2. İthalat Verileri Sektöre Göre ve Sanayi Ticaret Ayırımıyla (TÜİK)	67
Tablo 5.3. Geniş Ekonomik Grupların Sınıflamasına (BEC) Göre İhracat (TÜİK) 69	
Tablo 5.4. Geniş Ekonomik Grupların Sınıflamasına (BEC) Göre İhracat Oranları (TÜİK).....	71
Tablo 6.1. Analizde Kullanılan ISIC Rev.3 Düzey 4 Sektörleri ve Teknoloji Sınıflandırması	75
Tablo 6.2. Hipotez-1'in Test Edilmesinde Kullanılan Veri Seti.....	78
Tablo 6.3. Hipotez 1'in Test Edilmesine İlişkin Regresyon Analizi Sonuçları: Dışa Açıklık ve Endüstri İçi Ticaret Arasındaki İlişkisellik	80
Tablo 6.4. Hipotez 2'nin Test Edilmesine İlişkin OLS Regresyon Analizi Sonuçları	83
Tablo 6.5. Seçilen Yıllarda Türkiye İhracat ve İthalatının Teknoloji Düzeyindeki Değişim (cari yıl fiyatlarıyla ABD doları) (1978-2019).....	88
Tablo 6.6. Seçilen Yıllarda İmalat Sanayi İhracat ve İthalatının Teknoloji Düzeyindeki Değişim (%) (1978-2019).....	89
Tablo 6.7. 1978-2019 Döneminde Türkiye İmalat Sanayi Dış Ticaretinin Teknoloji Seviyesi ve Teknoloji Açığı	92
Tablo 6.8. İhracat İçindeki Ağırlığı Yüksek Sektörlerin ve Endüstri İçi Ticaret Endeks Değerleri.....	97

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 3.1. 2011-2015 Döneminde 3D Yazıcı Satışları (Deloitte 2019)	44
Şekil 3.2. 3D Yazıcıların Yıllara Göre Ticaret Hacmindeki Büyüme (Deloitte 2019, s.71).....	44
Şekil 3.3. Sanayi Üretiminde Kullanılan Endüstriyel Robot Sayısı (milyon adet) (IFR 2019).....	49
Şekil 4.1. Avrupa Birliği Ülkeleri Dijital Ekonomi ve Toplum Endeksi (DESI) Sıralaması.....	52
Şekil 6.1. Türkiye'nin Dışa Açıklık Düzeyi ile Endüstri İçi Ticareti Arasındaki İlişkisellik.....	80
Şekil 6.2. Endüstri İçi Ticaret ve İmalat Sanayinin GSYH İçinde Aldığı Pay Arasındaki İlişkisellik	84
Şekil 6.3. Dış Ticaretin Teknoloji Seviyesindeki Değişim (1978-2019).....	93
Şekil 6.4. Teknoloji Açığı ile Dış Ticaret Arasındaki İlişkisellik (1978-2019).....	95
Şekil 6.5. Orta Yüksek Teknolojili İmalat Sanayi Sektörünün Endüstri İçi Dış Ticareti (1978-2019)	98

KISALTMALAR LİSTESİ

3D Yazıcı	: Üç Boyutlu Yazıcı (3 Dimension Printer)
ARDL	: Gecikmesi Dağıtılmış Otoresif Sınır Testi (Autoregressive Distributed Lag Bound Test)
Ar-Ge	: Araştırma ve Geliştirme
BCG	: Boston Danışmanlık Grubu (Boston Consulting Group)
DESI	: Dijital Ekonomi ve Toplum Endeksi (Digital Economy and Society Index)
EİT	: Endüstri İçi Ticaret
ERP	: Kurumsal Kaynak Planlama (Enterprise Resource Planning)
GSYH	: Gayri Safi Yurtiçi Hasıla
I-DESI	: Uluslararası Dijital Ekonomi ve Toplum Endeksi (International Digital Economy and Society Index)
IFR	: Uluslararası Robot Federasyonu (International Federation of Robotics)
KOBİ	: Küçük ve Orta Ölçekli İşletmeler
OLS	: Sıradan En Küçük Kareler Yöntemi (Ordinary Least Squares)
PLCM	: Ürün Yaşam Döngüsü Yönetimi (Product Life Cycle Management)
TÜİK	: Türkiye İstatistik Kurumu Başkanlığı
TÜSİAD	: Türk Sanayici ve İşadamları Derneği
Ür-Ge	: Üretim ve Geliştirme
WEF	: Dünya Ekonomik Forumu (World Economic Forum)

BÖLÜM I

GİRİŞ

İmalat sanayi Türkiye ekonomisine %15.8 ve ekonomik büyümesine yıllık %3.3 oranında katkı yapan, toplam istihdamın %18.7'sini oluşturan önemli bir sektördür. İmalat sanayinin yaklaşık %30'u orta ve yüksek teknolojiyle üretim yapmaktadır (FOP 2018, 236). Bu çalışmanın amacı Sanayi 4.0 bağlamında Türkiye'nin imalat sanayi sektörünün uluslararası piyasalardaki rekabet gücünü ve bunun Türkiye'nin dış ticaretine etkisini ortaya koymaktır.

Sanayi 4.0'ın kesin bir tanımının olmaması ve ölçülmesindeki zorluklar nedeniyle, Türkiye imalat sanayisinin dış ticaretteki rekabet gücünün dijitalleşme çerçevesinde değerlendirilmesi dolaylı olarak yapılmıştır. Değerlendirmede, Türkiye imalat sanayi ihracatının büyüklüğü, dinamikleri ve yapısı, emtia ticareti dengesi ve ticarete ortaya çıkan karşılaştırmalı üstünlüğün göstergeleri ile tanımlanan rekabetçi konum ortaya konulacaktır. Bu değerlendirmede ayrıca, çeşitli kullanım kategorilerindeki (ara, nihai ve tüketim malları) farklı mal türlerinin ihracatına katılım da dahil olmak üzere Türkiye imalat sanayinin değer zincirlerine katılımının yönü dikkate alınacaktır. İkinci olarak, Türkiye'deki Sanayi 4.0'ın potansiyeli üzerine yapılan diğer çalışmaların bulguları ve sonuçları ortaya konulacaktır. Bu noktada, Sanayi 4.0'ın dış ticaret için önemini değerlendirmek için somut ölçütlerin henüz geliştirilmediğine dikkat edilmelidir. Bununla birlikte,

örneğin işletmelerin uluslararası üretim zincirlerine dâhil edilebilmesi için Sanayi 4.0'a özgü bir takım gereksinimleri karşılamaının gerektiği genel bir kabul olarak ortaya çıkmıştır.

Türkiye'nin ihracat istatistikleri incelendiğinde en çok satılan ihracat kalemlerinin, otomobil, kamyon, otomobil aksesuarları ve pistonlu motor parçaları, demir ve alaşımsız çelik çubuklar, işlenmiş altın, tekstil ve konfeksiyon ürünleri, TV alıcıları, monitörler ve muhtelif mobilya ürünleri olduğu görülmektedir. Türkiye'nin bu ürünlerle ilgili olarak ihracat istatistikleri TÜİK, sanayi ve ticaret bakanlığı ve diğer ilgili kuruluşlardan alınarak değerlendirilecektir. Almanya, ABD, Çin gibi dijital dönüşümü gerçekleştirmiş ülke örnekleri de incelenerek bu ülkelerin uyguladıkları stratejiler değerlendirilerek Türkiye'nin mevcut durumu ve konumu ortaya konularak, Sanayi 4.0 kapsamında ileriye yönelik yol haritasının belirlenmesinde strateji ve politika önerileri getirilecektir.

Bu amaçlar doğrultusunda çalışmanın kavramsal çerçeve kısmında Endüstri 4.0 kavramı, ölçüm yöntemleri, dış ticaret ve ilgili üretim zincirleri için önemi ve ticaretteki rekabet gücüne olan etkisi genel olarak açıklanacaktır. İkinci bölümde, Türkiye ekonomisinin Endüstri 4.0 bağlamındaki potansiyeli, konuyla ilgili mevcut araştırmaların bulguları ve sonuçları temelinde değerlendirilecektir. Üçüncü ve son bölümde, malların ekonomik kullanımını dikkate alan kategorilere göre, ürünlerin dış ticaret verilerine dayanan Türk imalat sanayinin rekabet gücünün bir değerlendirmesi yapılacaktır.

Tezin odak noktasını oluşturan Türkiye dış ticaretinin 1978-2019 dönemindeki yapısal dönüşümü, endüstri içi ticaret yaklaşımı çerçevesinde teknoloji düzeyleri tespit edilerek, ekonometrik modeller yardımıyla ortaya konulmuştur.



BÖLÜM II

DIŞ TİCARET YAKLAŞIMLARI

Bu bölümde, tezin ana konusunu oluşturan ve Türkiye diş ticaretinin sanayi 4.0'a dönüşüm potansiyelinin endüstri-içi ticaret çerçevesinde istatistiki yöntemlerin kullanılması suretiyle yapılacak analizine geçilmeden önce, diş ticaret yaklaşımlarına kısaca değinilecek, endüstri içi ticaret kavramı açıklanmaya çalışılacak ve sonrasında yeni diş ticaret teorilerinin ve endüstri-içi ticaretin de inceleme alanı olan sektörel teknoloji düzeyinin tespitine ilişkin kısa bir giriş yapılacaktır.

2.1. Klasik Yaklaşım

Uluslararası ticaret teorisinin temel amacı ülkeler arasındaki ticareti ya da ihracat ve ithalatı neyin belirlediğinin ortaya koyulmasıdır. Başka bir deyiŐle ülkeler arasındaki ticaretin ortaya çıkmasına neden olan faktörlerin neler olduğunu ve ülkelere olan faydası veya karını anlamaya çalışmaktadır. Bu konuda ilk yaklaşımlar Adam Smith ve David Ricardo tarafından geliştirilmiştir. Klasik yaklaşım denilen bu okulun iktisatçıları R. Torrens, D. Ricardo ve J.S. Mill karşılaştırmalı üstünlükler teorisini geliştirmiştir. Buna göre farklı ülkeler farklı malların üretimine yönelik olarak uzmanlaŐırsa genel olarak dünya genelinde bir iş bölümü meydana gelecek, bazı ülkeler bazı malları daha ucuza üretecek ve aynı kaynaklarla daha fazla çıktı sağlanmış olacak, sonuç olarak dünya kaynaklarının

daha etkin ve verimli kullanılması sağlanmış olacaktır (Karluk, 2013, s. 25-26; Seyidoğlu, 2011, s. 16).

Bu yaklaşımda üretim faktörleri sadece emek olarak belirlenmiştir. Halbuki gerçek hayatta emeğin yanı sıra sermaye, enerji, ulaşım maliyetleri, teknoloji ve bilgi de üretim faktörleri arasında sayılmaktadır. Diğer taraftan, marjinal maliyetler sabit kalmamakta ve döviz kurunun da dış ticarete önemli etkisi bulunmakta olup ayrıca ülkelerde teknoloji, bilgi ve insanların alım zevkleri de sürekli değişmektedir.

2.2. Heckscher-Ohlin Teorisi

Daha sonra geliştirilen Heckscher-Ohlin-Samuelson modelinde ülkeler arası faktör donanımlarındaki farklar da teoriye dahil edilmiştir. Buna göre bir ülke bir malın üretiminde daha yoğun kullanılan faktöre (emek veya sermaye) daha fazla sahip olduğunda karşılaştırmalı üstünlük elde etmekte, böylece bu malların üretimine yoğunlaşıp uzmanlaşarak ihraç ederken diğer üretmediği malları ise ithal etmektedir. Bu bağlamda ülkeler emek-zengini ve sermaye-zengini; mallar ise emek-yoğun ve sermaye-yoğun biçiminde ayrıştırılır (Bayraktutan, 2003, s. 178).

2.3. Yeni Teoriler

Günümüzde ülkelerin rekabet gücünü belirleyen en önemli faktör birim üretim maliyetleridir. Genellikle bir ürünü daha düşük maliyetle üretmeyi başaran ülkeler söz konusu üründe rekabet gücünü elde etmektedir. Bunu sağlamak içinde yüksek etkinlik ve verimlilik düzeyinde üretim gerçekleştirilmesi gerekmektedir. Gelişmekte olan ülkeler, her ne kadar ucuz işgücü ve döviz kurunun düşük olması gibi nedenlerle bir rekabet avantajı yakalasa da bu genellikle kısa vadeli olacak ve

uzun vadede verimlilik artışıyla desteklenmeyen ve sadece nisbi fiyatlara dayalı bir rekabet gücü, konjonktür değişmelerinden büyük ölçüde etkilenecek ve kalıcı olmayacaktır. O halde ülkeler her zaman için verimlilik artışına önem vermek zorundadırlar.

Bir ekonominin rekabet gücünü belirleyen faktörler (a) ihracat payları, (b) ithalat nüfuz oranı, (c) uluslararası rekabetle karşılaşma durumu, (d) net ihracat oranı, (e) ithalat/ihracat oranı, (f) sektör içi ticaret, (g) fiyat-maliyet marjı, (h) kar marjı, (i) Ar-Ge harcamalarıdır. AR-GE harcamalarında bilim adamı veya araştırmacı sayısı, bilimsel yayınlar ve patent sayıları önemli göstergelerdir. AR-GE ile rekabet gücü arasındaki pozitif bir ilişki bulunmaktadır (Karluk, 2013, s. 42-43).

Rekabet gücü birçok iktisatçıya göre ülkelerin karşılaştırmalı üstünlüğünü belirleyen temel faktördür, çünkü rekabet gücü sadece bazı ürünlerin rakip ülkelere göre üstünlüğü olmayıp ülkelerin genel olarak üretim üstünlüğünü ifade etmektedir. Ayrıca döviz kuru ile emek maliyetleri de rekabet gücü ile doğrudan ilişkilidir.

Porter (1990, s.6)'a göre ülkeler uluslararası ticarete rekabetçiliklerinin artırılmasında sıkça ucuz işgücü ve kur politikalarını rekabet avantajı sağlayacak şekilde kullanmaktadır. Ancak, ülkelerin uzun vadede rekabet güçlerinin koruyabilmelerinin yegane yolu verimliliklerini artırılmasından geçmektedir. Ancak bu sayede, dış ticaretteki rekabetçilikleri ulusal refaha katkı sağlayabilecektir.

Yeni dış ticaret yaklaşımlarından olan Kaldor Paradoksuna göre ülkeler arasındaki teknolojik farklılıkları ölçmek için Ar-Ge harcamalarının yoğunluğu, patent sayıları, toplam sabit sermaye yatırımı, iç pazarın büyüklüğü kriterleri kullanılmıştır. Araştırma sonuçlarına göre küresel dünyadaki rekabet gücü sadece ülkeler arasındaki fiyat ve maliyet farkları ile açıklanamaz, bunun yanı sıra

ülkelerin teknolojik yenilik (inovasyon), taklit (imitasyon) ve yaparak öğrenme yetenekleri de önem kazanmıştır (Krugman, 1980).

İktisat teorisinde ekonomilerin rekabet güçlerini belirlemeye yönelik olarak geliştirilen RCA indeksi yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu endeks ülkelerin zayıf ve güçlü sektörlerini göstermektedir. Söz gelimi verili bir sanayi ürününün ülkelerin imalat sanayi ihracatı içindeki payı, bir başka ülkenin benzer alandaki payı ile karşılaştırılabilmektedir (Balassa, 1965).

$$RCA = \ln(X_i^B / X^B) / (X_i^A / X^A)$$

X^B ülkenin toplam ihracatını; X^A ise karşılaştırılan rakip ülkenin toplam ihracatını temsil etmektedir. X_i ise belli bir mal grubunun (sektörün) ihracatını ifade etmektedir. Hesaplanan RCA değerinin; $RCA > 0,5$ ise ilgili üründe ya da sektörde karşılaştırmalı üstünlük avantajının yüksek olduğunu, $-0,5 < RCA < 0,5$ olması durumunda karşılaştırmalı üstünlük avantajının sınır değerinde olduğu, $RCA < -0,5$ ise karşılaştırmalı üstünlük avantajının oldukça düşük olduğu şeklinde değerlendirilmektedir.

Balassa'nın geliştirdiği bu indeks Thomas Wollrath tarafından ithalatı hesaba alındığı yönünde eleştirilmiş, nisbi ticaret avantajı şeklinde (RTA) yeni bir gösterge daha tanımlamıştır.

Buna göre;

$$RTA_{ij} = RXA_{ij} - RMA_{ij}$$

RTA_{ij} : j ülkesinin (i) malında nisbi ticaret avantajını,

RXA_{ij} : j ülkesinin (i) malında nisbi ihracat avantajını,

RMA_{ij} : j ülkesinin (i) malında nisbi ithalat avantajını,

ifade etmektedir. Bu üç indeksin pozitif değerleri karşılaştirmalı avantajı; negatif değerleri ise karşılaştirmalı dezavantajı göstermektedir.

2.4. Endüstri-İçi Ticaret

Dünya ekonomisinde dış ticaretin son yıllarda endüstriler-arası ticarettten endüstri-içi ticaret şekline dönüştüğü gözlenmektedir. Endüstriler-arası ticaret ülkelerin sahip oldukları üretim faktör yoğunluklarındaki farklılıklarına dayanırken, endüstri içi ticaret daha çok benzer faktör yoğunluğuna sahip ülkeler arasında ölçek ekonomileri ve ürün farklılaşması sonucunda ortaya çıkmaktadır.

Endüstriler-arası ticaret daha çok gelişmiş ülkeler ve gelişmekte olan ülkeler arasında olurken; endüstri-içi ticaret daha çok gelişmiş ülkeler arasında olmaktadır. Buna göre ülkeler arasındaki faktör donanımları ne kadar birbirine benziyorsa dış ticaret de o kadar büyük oranda endüstri-içi ticaret nitelikli olmaktadır. Günümüzde gelişmiş ülkelerin kendi aralarında gerçekleştirdiği ticaret hızla artmaktadır. Bu ticaret biçiminde ürünler tüketimde ikamesi olan ancak dış görünüm, kullanım özellikleri ve kalite açısından farklılık gösteren malların ihracat ve ithalatını kapsamaktadır (Karluk, 2013, s. 152).

Endüstri içi ticaret yatay ve dikey olmak üzere iki grupta incelenmektedir. Yatay endüstri ticareti, ürünlerin malların model, desen, kullanım özellikleri, marka gibi farklılaşmasından dolayı gerçekleşen ticarettir. Bunun en güzel örneği cep telefonlarında görölmektedir. Günümüzde akıllı telefonlar özellikler açısından birbirlerine çok benzemesine rağmen belli markalar daha çok tercih edilmektedir. Dikey endüstri ticaretinde mallar arasında belirgin bir kalite farkı bulunmaktadır ve bu fark teknoloji veya nitelikli işgücü ile ilgilidir. Söz gelimi günümüzde Çin

teknoloji yoğun ürünlerinin parçalarını ithal etmekte bunları ucuz işgücü ile montaj yapıp ihraç etmektedir.

Endüstri içi ticaret ithalat ve ihracat değerlerinin birbirleri çeşitli şekillerde oranlanmasıyla oluşturan endeksler ile ölçülebilmektedir. Bu endekslerin başında ise Grubel-Lloyd endeksi gelmektedir. Grubel-Lloyd'un tanımına göre aynı sektörlerde aynı tür malların ülkeler arasında karşılıklı olarak ithalat ve ihracatları endüstri içi ticaret olarak adlandırılmaktadır. Örneğin, Türkiye'nin Almanya'ya düşük segmentte araç ihracat etmesine karşılık, ithalat ve ihracat hesaplarında aynı sektörel sınıflandırmada yer alan üst segment araçları ithal etmesi endüstri içi ticarete iyi bir örnektir. Endüstri içi ticaret için kullanılan Grubel ve-Lloyd endeksinin yaygın kullanımı aşağıdaki şekilde hesaplanmaktadır:

$$G_j = 1 - |X_j - M_j| / (X_j + M_j)$$

G_j : j sektöründe endüstri-içi ticaret endeks değerini,

X_j : j sektöründe ihracat tutarını

M_j : j sektöründe ithalat tutarını

ifade etmektedir.

Endeksin aldığı değer arttıkça j sektöründe endüstri içi ticaret de artacaktır. Bir ülkenin dış ticaret deseninde sektörlerin ithalat ve ihracat tutarları, farklı ağırlıklara sahip olabilmektedir. Endüstri içi ticarete ilişkin yapılacak analizlerde alt sektörlerle ilişkin kademelere (2-3-4 basamak vb.) dikkat edilmesinde fayda görülmektedir (Özdemir & Kösekahyaoğlu, 2019).

2.5. Makro Ekonomik Hesaplar Bakımından Teknoloji Göstergeleri

Bu çalışmanın konusu kapsamında yeni dış ticaret teorilerinin bir inceleme alanı da teknoloji ve teknolojik gelişmelerdir. Dış ticarete ilişkin ekonomik analiz ve modelleme çalışmalarında ihracatçı ve ithalatçı sektörler belirli teknoloji düzeyi tanımlamaları ve sınıflandırmaları çerçevesinde toplulaştırılabilmekte, böylece bir ülkenin veya bölgenin dış ticaretinin teknoloji düzeyi üzerinden yapısal analizleri yapılabilmektedir.

2.5.a. Teknoloji Seviyesi Tanımı ve Sınıflandırılması

Teknoloji, üretim ile üretimde kullanılan faktörler arasındaki ilişkileri ifade etmekte olup iktisatçılar teknolojiyi modellerine genellikle üretim faktörleri arasındaki birleşim oranlarını gösteren bir üretim fonksiyonu olarak dahil ederler.

Bilgi ve teknoloji tüm sektörler için önemli olsa da farklı sektörlerde farklı yoğunluklarda ve biçimlerde kullanıldığı için özellikle imalat sanayi için OECD tarafından 4 farklı sektörel grup tanımlanmaktadır; (a) ileri teknoloji, (b) orta ileri teknoloji, (c) orta düşük teknoloji, (d) düşük teknoloji.

Yüksek teknoloji sektörleri havacılık ve uzay, bilgisayar ve büro makineleri, elektronik, haberleşme ve ilaç; orta-yüksek teknolojileri mesleki, bilim ve ölçüm cihazları, taşıt araçları, makineler, ilaç hariç kimyasal sektörleri kapsamaktadır. Orta-düşük teknoloji grubu sektörleri ise dokuma ve giyim, gıda-içki-tütün gibi geleneksel sanayi ürünleri üretimi yapan sektörler kapsamaktadır. İleri teknoloji ve orta-yüksek teknolojiler bilgiye dayalı ekonomi sektörleri olarak nitelendirilmektedir ve özellikle hizmetler sektöründe bilgi yoğun faaliyet gösteren sektörleri yani bankacılık, sigortacılık, müşavirlik, eğitim ve sağlık gibi sektörleri kapsamaktadır (Karluk, 2013, s. 213).

2.5.b. Teknolojik İlerlemeler ve Ekonomik Büyüme

Teknolojik ilerlemeler üretim faktörlerinin verimliliğinin yükselmesi anlamına geldiğinden bu durum üretimin de doğrudan artması demektir. Teknolojik ilerleme inovasyon ile üretimde yeni yöntemlerin geliştirilerek aynı girdi miktarıyla daha fazla ve daha kaliteli ürün üretilmesine neden olmaktadır.

Karluk (2013, s.213)'a göre; *“Sermaye yoğun teknolojik gelişmeler faktör fiyatları sabitken emek/sermaye oranını düşürmektedir. Emek tasarrufu sağlayan bu tür gelişmelerde sermayenin marjinal verimliliği emeğinkinden daha fazla artmakta ve sermaye emek faktörü ile ikame edilmiş olmaktadır. Sonuç olarak üretimde kullanılan emek miktarı düştüğü için üretim maliyeti düşmektedir. Emek yoğun teknolojik gelişmede, sermaye/emek oranı düşer, emeğin marjinal verimliliği sermayeye göre daha fazla yükselir ve üretimde kullanılan sermaye miktarı azalacağından üretim maliyetlerinde bir azalma yaşanmaktadır”*. Özetle, insan kaynağının niteliği arttıkça emek ve sermaye arasındaki üretkenlik emek lehine değişmektedir.

Yansız teknolojik gelişmede ise emek ve sermaye üretim faktörlerinin kullanımını aynı oranda azalmakta, marjinal verimlilikleri de aynı oranda artmaktadır. Belli bir üretim miktarı faktör oranı değişmeden daha az miktarlarda kullanılarak yapılırsa böylece tasarruf sağlanır (Karluk, 2013, s. 213).

Daha teknik bir ifadeyle teknolojik gelişme, üretim fonksiyonunun ve bu suretle faktör kullanım oranlarının ve faktörler arası ikame esnekliğinin değişmesine sebep olmaktadır. Hızla gelişen teknolojiler, daha etkin üretim yöntemlerinin bulunmasına böylelikle belirli bir üretim düzeyinin daha az üretim faktörü kullanılarak yapılabilmesini sağlamaktadır. Neoklasik iktisatçıların

ifadesiyle gelişen teknoloji üretim fonksiyonunun yukarıya, eş ürün eğrilerinin ise aşağıya kaymasına neden olmaktadır. John Hicks ve Robert Solow teknolojik gelişmenin gelir dağılımı ve faktör payları üzerindeki etkileri gösteren modeller geliştirmişlerdir (Öztürk N. , 2017, s. 130).

Toplam verimlilik kavramı ve emeğin tek üretim faktörü olmadığı, ulusların ve üretim ve zenginliğinin ölçülmesinde sermaye ve toprak gibi diğer faktörlerin de dikkate alınmasının gerektiği görüşü 1930'lu yıllarda ekonomi literatüründe tartışılmıştır. Robert Solow, makroekonomik üretim fonksiyonunu ve diferansiyel hesabı kullanarak ekonomik büyüme oranının, üretim faktörlerindeki (sermaye ve işgücü) artıstan karşılanmayan ve Solow artığı olarak adlandırılan yaklaşık yarısının, teknolojik yeniliğe bağlı olduğunu göstermiştir. Solow artığı, ekonomik büyümenin hangi kısmının bireysel faktörlere bağlanamayacağını gösterdiğinden, teknolojik ilerlemenin veya TFP (toplam faktör verimliliği) büyümesinin de bir ölçüsüdür. Solow'un ekonomik büyüme analizinin başlangıç noktası üretim fonksiyonunun belirlenmesiyle başlar (Próchniak, 2019, s. 221).

$$Y(t) = F(A(t), Z_1(t), \dots, Z_n(t));$$

bu fonksiyonda Y toplam ekonomideki üretimi (GDP); A teknoloji düzeyini ve Z ölçülebilen üretim faktörlerini göstermektedir. Ampirik araştırmalarda genellikle emek, fiziksel sermaye ve insan sermayesi gibi iki veya üç ölçülebilir üretim faktörü dikkate alınmaktadır. Buna göre teknolojik gelişmeyle birlikte üretim fonksiyonu genellikle Hicks formülü ile ifade edilmektedir, teknolojik seviye A ile gösterilmektedir.

$$F(A, L, K) = A * f(L, K).$$

Hicks emek ve sermaye arasında ikamenin olduğunu kabul ederek, teknolojik gelişmelerin sermaye emek oranı (K/L)'nin aynı kaldığı durumda, emeğin marjinal verimi sermayenin marjinal veriminden daha hızlı artarsa sermaye tasarruflu yani emek kullanımlı olacağını; bunun tersine sermayenin marjinal verimliliği emeğin marjinal verimine göre daha hızlı arttığında ise teknolojik gelişmenin emek tasarruflu yani sermaye kullanımlı olacağını ileri sürmektedir. Hicks ayrıca bir faktörün üretimde kullanılan miktarı artarken, o faktörün ikame esnekliğinin birden büyük olduğu durumda, milli gelir gelir içindeki payının artacağını ileri sürmektedir. Bu yaklaşımın geçerliliği ölçüğe göre sabit getiri olma koşuluyla geçerlidir (Öztürk N. , 2017, s. 130-131).

Günümüzde birçok iktisatçı uzun dönemde emek tasarrufu sağlayıcı teknolojik gelişmeleri olumlu olarak görmektedir. Buna karşın az gelişmiş ülkelerin çoğunda modern imalat tekniklerinin uygulanmasının yerleşik istihdam koşulları üzerinde işten çıkarmaları artırarak kötü etkiler oluşturabildiği de sık görülen bir durumdur.

Teknolojiyle ilgili yeni dış ticaret teorilerinden birisi de Teknoloji Açığı Teorisi'dir. Bu teoriye göre sanayileşmiş ülkelerin kendi aralarında yaptıkları ticaret büyük ölçüde yeni ürünlerin ve bununla ilişkili üretim süreçlerinin geliştirilmesine bağlı olmaktadır. Ürün ve ürünün üretim süreçlerinde inovasyon sağlayan ülkeler patent ve telif haklarıyla tekel pozisyonu elde ederler ve ürünlerin ihracatını giderek geliştirirler ancak bir süre sonra telif haklarının süresi dolunca tekel durumlarının ortadan kalkmasıyla birlikte taklit edilmesi nedeniyle gelişmekte olan ülkeler tarafından ürünler üretilmeye ve ihraç edilmeye başlar. Bu nedenle teknolojik yeniliği geliştiren ülkeler belli bir süre sonra bu yeniliğin taklit edileceğini bilerek,

sürekli inovasyon geliştirmeye devam etmek zorundadırlar (Yılmaz & Özken, 2015, s. 41).

2.6. Literatür Tarama

Sanayi 4.0 uygulamalarını imalat sanayine ilk entegre eden Almanya'da genel olarak verimlilikte büyük artışlar olmuş üretim 90 milyar Euro'dan 150 milyar Euro'ya çıkmıştır. Bunun yanında büyük veri analizleri ve diğer uygulamalarla farklı müşteri taleplerine esnek bir şekilde karşılık verilmesi, ürün çeşitliliğın artması Almanya'nın GSYH'sında %1'lik ek bir katkı yapmıştır (İgibayeva & Beysenova, 2019).

Pehlivan ve Efeoğlu (2019) tarafından yapılan çalışmada Türkiye'de Sanayi 4.0 uygulamalarının 1990-2018 döneminde dış ticaret üzerine etkileri araştırılmıştır. Araştırma sonucuna göre söz konusu uygulamalar dış ticaret yapısının gelişmesinde olumlu katkılar yapmıştır.

Akpınar (2020) "Türkiye'de Endüstri 4.0: Orta Yüksek ve Yüksek Teknoloji Düzeyinde Faaliyet Gösteren İmalatçı KOBİ'ler için Bir Yol Haritası" başlıklı çalışmasında KOBİ'lerin Sanayi 4.0 farkındalık ve bilgi düzeylerini araştırmıştır. Anket yöntemiyle 391 işletme üzerinden gerçekleştiren çalışmada KOBİ'lerin Sanayi 4.0 farkındalık ve bilgi düzeyinin orta veya düşük seviyede olduğu ortaya konulmuştur. Bu işletmelerin sanayi devrimi konusunda karşılaştıkları güçlükler ise temel olarak teknolojik alt yapı eksikliğı, çalışanlarda bilgi ve yetenek eksikliğı, yüksek uygulama maliyetleri ile ekonomik faydanın tam olarak net olmayışı şeklinde belirlenmiştir. KOBİ'lerin Sanayi 4.0 olgunluk seviyesi ise 5 üzerinden yaklaşık 2,5 olarak saptanmıştır (Akpınar, 2020).

Atlı (2019) imalat sanayi alt sektörlerinin Sanayi 4.0'a uyumluluğunu incelediği yüksek lisans tez çalışmasında, Türkiye ekonomisinin 2003-2014 döneminden elde ettiği yıllık verileri kullanarak ARDL sınır testi ile her bir alt imalat sektörü için eş bütünleşme ilişkisini sınamış, kısa ve uzun dönem kat sayı tahmini yapmıştır. İkinci aşamada tüm alt sektörlerin veri seti bir araya getirilerek panel ARDL yaklaşımı ile uzun dönemli bir analiz gerçekleştirmiştir. Analiz sonuçlarına göre ağaç ve mantar sektörü, diğer imalat ve diğer ulaşım araçları sanayi, fabrikasyon metal, giyim, içecek ve kara taşıtları alt sektörleri sermaye değişken katsayıları yüksek çıkmış olup Türkiye'de Sanayi 4.0'a en uygun sektörler olarak belirlenmiştir. Bunun yanında bir bütün olarak imalat sanayi incelendiğinde uzun dönemde sermaye değişkeninin üretime pozitif etkisinin 0,27-0,45 aralığında çıkması, tüm sektörlerin genel olarak Sanayi 4.0'a uygun olmadığı şeklinde yorumlanmıştır.

Sürmen (2019) Bursa ilinde otomotiv endüstrisinde faaliyet gösteren firmaları Sanayi 4.0 bağlamında incelemiştir. Araştırma sonucunda Sanayi 4.0 entegrasyon sürecinin çeşitli koşullardan ötürü beklenen hızda gerçekleşmediği oraya çıkmıştır. SWOT analizi sonucunda firmaların Sanayi 4.0 bağlamında yeterli bilgiye sahip oldukları ancak uygulamada Sanayi 3.0 düzeyinde oldukları, bununla beraber Sanayi 4.0 teknolojilerine adapte olmaya çalıştıkları ortaya çıkmıştır. Sektörün güçlü yönleri çok uluslu firmaların mevcudiyeti, Sanayi 4.0 farkındalığının yüksek olması, nitelikli personelin olması, coğrafi konum, teknik bilgi düzeyinin yüksekliği, Ar-Ge deneyimi ve en büyük ihracatçı şirketlerin Bursa'da faaliyet göstermesi olarak belirlenmiştir. Sektörün zayıf yönleri ise Sanayi 4.0'a yönelik bilgi birikim eksikliği, kaynak sıkıntısı ve Sanayi 4.0 süreçlerine

ayrılabilir vaktin sınırlı olması şeklinde belirlenmiştir. Fırsatların bakanlık nezdinde verilen teşvikler, üniversite-sanayi iş birliği, ulusal ve uluslararası projeye dahil olabilmek imkanı ve coğrafi konum olarak görüldüğü; tehditlerin ise siyasi belirsizlikler, döviz kurunda meydana gelen ani dalgalanmalar, sektörde meydana gelen daralma, yetişmiş personelin başka firmalara transferi, yatırım/üretim maliyetlerinin yüksek olması, Çin ve Hindistan gibi ülkelerdeki ucuz işgücü, AB pazarlarına bağımlılık, belirsizlikten dolayı yatırımların başka şehir ya da ülkelere kayması olarak görüldüğü ortaya çıkmıştır.

Bulut (2019) Sanayi 4.0'ın gelişimi ve Türkiye ve dünya üzerindeki etkisini araştırdığı çalışmada, Sanayi 4.0'ın Türkiye'nin gelecekle ilgili iktisadi planlamalarında yer alması gerektiğini öne sürmektedir. Çalışmada Endüstri 4.0'ın ekonomide oluşturabileceği etkiler panel veri analizi ile incelenmiş; özellikle teknolojinin istihdam ve GINI üzerindeki etkisi araştırılmıştır. Regresyon analizi sonuçlarına göre Gini katsayısı ile teknolojik değişimler arasında negatif ilişki saptanmıştır. 20 yıllık süreç içerisinde Ar-Ge harcamaları ile Gini katsayısı arasında pozitif ilişki olmasına rağmen, Sanayi 4.0 öncesi ve sonrası regresyon sonuçları negatif çıkmıştır. Bu sonuç kısa dönemde Gini katsayısının teknolojik değişim ile negatif ilişkili olduğu böylelikle gelir dağılımında adaletsizliği azaltıcı bir etkiye sahip olduğunu ancak uzun dönemde gelir dağılımındaki adaletsizliği artırıcı bir etki yarattığını göstermektedir.

Yalım (2019) tarafından gerçekleştirilen çalışmada Sanayi 4.0 sürecinin istihdam, büyüme, dış ticaret ve ekonomilerin ana sektörleri üzerindeki etkileri incelenmiş, önde ülkelerin bu yeni sanayi devrimindeki konumları ve hazırlıkları saptanmaya çalışılmış olup ayrıca Türkiye'nin pozisyonu ve sürece entegrasyonu

endeksler ve göstergeler üzerinden analiz edilmiştir. Buna göre Türkiye’de imalat sanayinde kullanılan teknolojinin düşük ve orta seviyede olduğu görülmüştür. Bilişim sektöründe ise diğer sektörlerde olduğu gibi Ar-Ge harcamaları düşük olup devlet de girişimciliğe yeterli önemi vermemektedir. Sanayi 4.0 sürecinde eğitimin de oldukça önemli bir konu olduğu ve diğer ülkelerle karşılaştırıldığında eğitimde kalitenin yetersiz olduğu belirlenmiştir.

Ramizov (2019) tarafından yapılan çalışmada Endüstri 4.0’in rekabet gücü üzerindeki etkisi Türkiye ekonomisi üzerinden incelenmiştir. Türkiye rekabetçilik indeksinde ortalamada 61.sırada yer almaktadır. Göreceli olarak daha üstün olduğu noktalar pazar büyüklüğü, inovasyon kapasitesi, sağlık ve alt yapı alanlarıdır. Yazara göre Sanayi 4.0, Türkiye’nin katma değeri yüksek ürünler üretebilmesi için fırsatlar sunmaktadır ve Türkiye ekonomisini bir üst seviyeye taşımada katkı sağlayacaktır. Bununla birlikte teknolojik hazırlık ve inovasyon sıralamasında Türkiye’nin dijital dönüşümü gerçekleştirme konusunda çok geride olduğu görülmektedir.

Şimşek (2020) Sivas ilinde Endüstri 4.0 olgunluk düzeyinin tespitine yönelik yaptığı çalışmasında Sivas ilindeki firmaların geleneksel üretim süreçlerini devam ettirmekte ısrarlı oldukları, Sanayi 4.0 kavramını gereklilikten ziyade geçici bir eğilim, maliyetli ve kar getirmeyen uzun bir süreç olduğunu düşündükleri ortaya çıkmıştır. Araştırmacı bu firmaların rekabet üstünlüklerini kaybetmemeleri ve bunu devam ettirebilmeleri için Sanayi 4.0’la ilgili farkındalık düzeyinin artırılması gerektiği, ciddi çalışma ve yatırımlara ihtiyaç duyduklarını, aksi takdirde gelecekte işletmelerini kapatmak zorunda kalacaklarını öne sürmektedir (Şimşek, 2020).

Gültekin (2019) Sanayi 4.0'ın ekonomik etkilerini incelediği çalışmasında Türkiye'nin dünyanın en büyük 10 ekonomisi arasına girebilmesi için Sanayi 4.0 sistemlerini bir an önce entegre etmesi gerektiğini ileri sürmektedir. Çalışma sonuçlarına göre Sanayi 4.0 makroekonomik göstergelerden büyüme, istihdam ve dış ticaret üzerine olumlu etki yapmaktadır. Yeni üretim yöntemleri ile kitle üretimi gerçekleştirilmiş ve daha yüksek katma değer sağlanmıştır. Almanya bu sayede sanayisinde katma değer yaratarak küresel teknolojiler ile rekabet edebilir hale gelmiştir. Çin'de de 2015'ten bu yana 4. Sanayi devriminin etkileri görülmektedir ve Çin mallarına yönelik olarak ucuz ve kaliteli algısı oluşmaya başlamıştır. Buna karşılık Sanayi 4.0'un ilk kurulum ve yatırım maliyeti oldukça yüksektir, ayrıca bilgi iletişim teknolojileri alt yapısına da yatırım yapılması gerekmektedir. Bu yatırımların güncelliğini yitirmesi sıklıkla yenileme maliyeti oluşturmakta ve ayrıca bu teknolojiyi kullanabilecek nitelikli çalışanlar yüksek ücretler talep etmektedir. Yazara göre, Sanayi 4.0 ile yeni iş kolları ve meslekler oluşacaktır bununla beraber çalışanlar bu yeni sistemde makine ve sistemle iş birliği içerisinde çalışacaklardır. Robotla işbirliği yapmak insan üzerinde teknoloji tarafından kontrol edildiği algısı da oluşturabileceğinden çalışanlara zihinsel bir yük de getirebilecektir. Sonuç olarak Sanayi 4.0 performans ve verimliliği yükseltmekte ancak istihdam sorunu ve sınıflar arası farklılıklara yol açabilmektedir (Gültekin, 2019).

Sercan (2019) Türkiye'nin Sanayi 4.0 potansiyelini belirlemek ve MİST (Meksika, Endonezya, Güney Kore ve Türkiye) ülkeleriyle karşılaştırmak amacıyla gerçekleştirdiği araştırmasında Türkiye'nin potansiyel olarak Güney Kore'nin gerisinde; Meksika'yla hemen hemen aynı seviyede ve Endonezya'nın önünde yer

aldığını tespit etmiştir. Bu sonuçlar Türkiye'nin Sanayi 4.0 için kalıcı adımlar atması gerektiğini ortaya çıkarmıştır.

Türkoğlu (2018) Bursa'da üretim yapan işletme veya firmaların Sanayi 4.0 uygulamalarını araştırmak üzere 20 farklı sektördeki 70 farklı firmanın yöneticileri ile bir anket yapmış ve bu analiz neticesinde ERP (Kurumsal Kaynak Planlama) kullanım seviyesinin, Endüstri 4.0 olgunluğu ile pozitif yönden güçlü bir ilişkisinin olduğu ortaya çıkmıştır. Ayrıca ERP'de aktifte kullanılan modül sayısının, firmada var olan Ürün Yaşam Döngüsü Yönetimi (PLCM) seviyesinin, yüksek lisans eğitime sahip çalışanların da Endüstri 4.0 olgunluğu ile pozitif ilişkisi olduğu saptanmıştır. Bahsi geçen sektörler içinde, otomotiv sektörü ve otomotiv sektörü ile ilişkisi olan otomotiv yan sanayi ve hammadde sektörlerinin de yüksek değerlere sahip olduğu tespit edilmiştir (Türkoğlu, 2018).

Çelik (2020) Endüstri 4.0'ın rekabet stratejileri ve pazar performansları arasındaki ilişkide aracılık rolünü ölçmek için Gaziantep'teki makine halısı üreticileri üzerinden bir araştırma gerçekleştirmiştir. Araştırma sonucuna göre makine halısı üretiminde Sanayi 4.0 ve farklılaştırma stratejilerinin pazar performansında etkisi olduğu ve mevcut rekabet avantajının korunabilmesi için Sanayi 4.0 ile gelişen teknolojilere adaptasyonun sağlanması gerektiği ortaya çıkmıştır (Çelik, 2020).

Şahin (2019) ülkelerin Sanayi 4.0 düzeylerini COPRAS yöntemiyle analiz etmiş G-20 ülkeleriyle Türkiye'yi karşılaştırmıştır. Analiz sonuçlarına göre Türkiye 15.sırada çıkmıştır. Türkiye'nin Endüstri 4.0 sürecinde girebilmesi için şu önerilerde bulunulmuştur:

- Tarım ve hayvancılık modern üretim tesislerinde yapılarak geliştirilmelidir, böylece bir yandan ekonomide iç gıda tüketim ihtiyacı karşılanırken bir yandan da niteliksiz işgücünün işsiz kalmasının önüne geçilebilir,
- Devlet teknoloji yatırımlarına Start-up'lara destek olarak katma değeri yüksek buluşların geliştirilmesine katkı sağlamalıdır,
- Sanayi 4.0'a geçiş süresini kolaylaştırmak ve hızlandırmak için bilgi-iletişim teknolojilerinin ve teknolojik alt yapıların geliştirilmesi gerekmektedir,
- Üretim yapısının büyük bölümünü oluşturan KOBİ'lere dijitalleşme kapsamında teknik ve mali destekler sağlanmalıdır.
- Nitelikli işgücünü geliştirecek kurslar, eğitimler devlet tarafından desteklenmeli ve yaygınlaştırılmalıdır.
- Üretimde rekabetin geliştirilmesine yönelik tedbirler alınmalıdır

Esmer (2019) dış ticaret firmalarının Sanayi 4.0 uygulama ve süreçlerinin nasıl olduğunu belirlemeye yönelik nitel araştırmasında Türkiye'deki firmaların büyük çoğunluğunun KOBİ düzeyinde olduğu, bu nedenle Sanayi 4.0'a geçiş konusunda yeterli alt yapılarının olmadığı bulgusuna ulaşmıştır. KOBİ'lerin bu konuda karşılaştıkları en büyük güçlükler olarak, otomasyon bilgilerinin olmaması, yetersiz sermaye yapıları ve entelektüel sermaye konusunda zayıf olmaları belirlenmiştir. Bu sorunlar büyük ölçekli firmalar tarafından daha kolay bir şekilde çözülebilmektedir. Araştırmada dış ticaret yapan firmalara Sanayi 4.0'a nasıl hazırlandıkları ve nasıl uyguladıkları sorulmuştur. Sonuçlara göre Türkiye'deki dış ticaret firmalarının Sanayi 4.0 oluşum süreçlerini henüz tamamladıkları, çoğunun

başlangıç kısmında oldukları ve firmaların yatırım problemleri olduğu ortaya konulmuştur. Bu sorunların ortaya çıkmasında; firmaların entelektüel sermayeye olan yatırımların yetersiz olması ve otomasyon bilgisinin tamamlanmamış olması iki önemli etken olarak ortaya çıkmıştır. Buna ek olarak devlet desteği ile beraber teşvik edilecek yatırımlar ve Ar-Ge çalışmalarının da yetersiz olduğu görülmüştür.

Summak (2020) Sanayi 4.0 devriminin olgunluk modellerini gözden geçirmek ve KOBİ'lerin Sanayi 4.0 uygulamalarında kavramsal bir yol haritası belirlemek amacıyla bir çalışma yapmıştır. Çalışma sonucuna göre her bir KOBİ kaynaklarına ve durumuna özgü kendi çalışma planını hazırlamalıdır. KOBİ'ler için en büyük güçlük kaynak eksikliğidir ve çözülmesi gereken en zor problemdir. Bu nedenle henüz ilk uygulama aşamasına geçmek bile zor olacaktır. Bunun yanında KOBİ'lerin öz-değerlendirme araçları geliştirmesi oldukça önemli bir konudur ve belli periyotlarla durumunu yeniden gözden geçirmelidir (Summak, 2020).

Derya (2018) Sanayi 4.0 kapsamında Alman ekonomisinde meydana gelen değişimleri; sanayi yapısı, üretim süreci, teknoloji ve istihdamda ortaya çıkan değişiklikler bağlamında literatür taraması yöntemiyle incelemiştir. Araştırma sonunda 4. sanayi devriminin teknolojileri somut olarak birbirleriyle bağdaştırarak inovasyonda yaratıcı yıkımı sağladığı, üretim sürecinde ve yönetiminde değişikliklere neden olduğu ortaya çıkmıştır. İstihdam yapısında kalifiye (nitelikli) ve tecrübeli personel daha önemli hale gelmiş, maliyetler düşmüş, üretim süresi kısalarak ürünün kalitesinin artmasını sağlamıştır. Buradan yola çıkarak bir ülkede Sanayi 4.0 uygulamasının yaratıcı zeka ve farklılıklarını, bilgi ve teknoloji yaratmayı önemli hale getirdiği sonucuna ulaşılabilir.

Çelik (2020) Türkiye’de teknoloji yatırımlarının ekonomik büyüme ve ihracata olan etkisini Sanayi 4.0 bağlamında incelemiştir. Araştırma sonucunda elde edilen bulgular Türkiye ekonomisinin sanayi üretim yapısında değişimler olduğunu, emek yoğun malların toplam üretim ve ihracat içindeki göreceli yapının yıllar içerisinde düşüş eğiliminde olduğunu ortaya çıkarmıştır. Buna karşılık emek-yoğun mal üretiminde uzmanlaşan sektörler halen öncü sektör olma özelliklerini devam ettirmektedirler. Türkiye’de teknoloji temelli ve katma değerli ürünlerin toplam üretim ve ihracat içerisindeki oranının düşük olmasından dolayı Türkiye için Sanayi 4.0 oldukça önemli bir kavramdır. Yapılan zaman serisi analizleri ve uzun dönemli eş-bütünleşme analizleri sonucunda; teknolojik gelişme ve inovasyonun temel belirleyicileri olan ileri teknoloji ürün ihracatı, Ar-Ge harcamaları, patent sayısı ve Ar-Ge alanında istihdam edilen personel sayısındaki artış ile ihracat ve ekonomik büyüme performansı arasında uzun dönemli pozitif yönlü ilişki saptanmıştır.

Özdemir ve Kahyaoğlu (2019) tarafından yapılan çalışmada Türkiye’nin ihracatında payı en yüksek 20 firmanın 1990-2017 arasındaki Endüstri-içi ticaret oranları incelenmiştir. Farklı sektörlerden seçilen bu firmaların EİT düzeyleri Grubel-Lloyd endeksi kullanılarak hesaplanmıştır. Çalışmadan elde edilen bulgular 20 sektörden yalnızca 7 tanesinde EİT düzeyinin yüksek olduğu görülmüştür. Bu sektörlerin (a) motorlu kara taşıtları, traktörler, motosikletler, (b) demir ve çelik, (c) demir ve çelikten eşya, (d) alüminyum ve alüminyumdan eşya, (e) mobilyalar, yatak takımları ve aydınlatma cihazları, (f) kauçuk ve kauçuktan eşya ve (g) pamuk ve pamuk ipliği sektörleri olduğu ortaya çıkmıştır.

Ünlü ve Atik (2018)’in araştırmasında Türkiye’deki işletmelerin Sanayi 4.0’a geçiş performanslarını incelenmiş, Avrupa ülkeleri ile karşılaştırmalı bir

analizi yapılmıştır. Faktör analizi yönteminin kullanıldığı araştırma bulgularına göre, sanayi 4.0'a geçiş performansı bakımından Almanya'nın ilk sırada, Türkiye'nin de Macaristan, Letonya ve Polonya ile aynı kümede yer aldığı tespit edilmiştir (Ünlü & Atik, 2018, s.431).

Areta ve Awwad (2020) Sanayi 4.0'ı tedarik zincirleri bağlamında 2013 sonrası yayımlanan literatür araştırması yöntemiyle incelemiştir. Araştırma sonucuna göre Sanayi 4.0 ile ilgili çalışma sayısında son beş yılda hızlı bir artış yaşanmış ve 2018'de 263 makaleyle en yüksek noktaya ulaşmıştır. Konuyla ilgili olarak en fazla mühendislik, işletme-yönetim-muhasebe, karar verme bilimleri ve bilgisayar bilimleri olmak üzere dört farklı ana bilim dalında çalışmalar yapılmıştır. Yayınların %66,6'sı mühendislikle ilgili konularda olmuştur.

Tutar, Terzi ve Tınmaz (2018) Türkiye'nin Vizyon 2013 stratejisi ile Almanya'nın 2025 stratejilerini Sanayi 4.0 göstergeleri ile karşılaştırmayı amaçlayan bir çalışma yapmışlardır. Bu çalışmanın neticesine göre, Türkiye'nin Sanayi 4.0 göstergeleri bakımından henüz yolun başında olduğu; Sanayi 4.0'ın Türkiye için üretimde verimlilikte artışın sağlanması ve ekonomik ve sosyal gelişme hızının artmasına yönelik olarak önemli fırsatları sunmasına rağmen, söz konusu fırsatlardan yeterince yararlanmadığı ortaya çıkmıştır.

Araştırmacılar Sanayi 4.0'ın önemli bileşenlerinden olan nesnelere interneti bağlamında ülkelerin internet alt yapılarının da gelişmesi gerektiğini öne sürmektedirler. Türkiye'de son yıllarda hızlı bir internet alt yapı çalışması gerçekleştirilse de genel olarak nüfusa oranlandığında nüfusun önemli bir kısmının internet kullanıcısı olmadığı görülmektedir (Tutar ve diğ., 2018, s. 208-209).

A.T. Kearney (2018) raporuna göre Türkiye’de internet kullanıcısı oranı yaklaşık %58,3, Almanya’da ise bu oran %89,6’dır. Araştırma sonucuna göre Türkiye’nin Sanayi 4.0’a geçiş konusunda daha çok çabalaması gerektiği çıkarımı yapılabilir.

TÜSİAD (2016) raporuna göre; “*üretim ücretleri, rantabilite, enerji giderleri ve döviz kurlarının dahil edilerek hesaplanan BCG Global Üretim Maliyetleri Endeksinde Türkiye’nin birim maliyet oranı ortalaması 98; ABD’nin 100, Almanya’nın ise 121*” olarak hesaplanmıştır. Çevik (2018)’e göre Türkiye’nin bu rekabet avantajı ucuz işgücünden gelmektedir ve Sanayi 4.0’ın yaygınlaşmasıyla birlikte artan üretim süreçlerinde kullanılan programlanabilir kontrol cihazları ve internet bağlantılı gömülü elektronik sistemlerin yaygınlaşması, artan verimlilik ve yüksek kalite düzeyinde üretim işçi maliyetlerini önemli ölçüde düşüreceğinden Türkiye rekabet avantajını kaybetme tehlikesiyle karşı karşıya kalacaktır. Bu nedenle Türkiye dijitalleşme sürecine gereken önemli vermeli ve Sanayi 4.0 için somut adımlar atmaya başlamalıdır ve bu konuda devlete de önemli roller düşmektedir (Çevik G. Z., 2018, s. 52).

Türkiye’nin öncelikli olarak yapması gerekenler konusunda TÜSİAD (2018) tarafından şu önerilerde bulunulmuştur:

- Türkiye’de yüksek kalitede eleman yetiştirmeye yönelik olarak bilim liseleri kurulmalıdır,
- Bu liselerde öğrenciler gerek sanayi üretimi şartlarına gerekse sanayide kullanılan programları kullanmaya uyum sağlayabilecek tarzda yetiştirilmeli,
- Üniversitelerde bilim dallarına tekrar ağırlık verilmelidir,

- Üniversitelerde İktisadi ve İdari Bilimler Fakültelerinin kontenjanları bir an önce düşürülmelidir,
- Yeni ekonomik yapıda muhasebecilik, insan kaynakları uzmanlığı, işletmecilik gibi mesleklerin büyük ölçüde bilgisayar programları ile yapılmasından dolayı insan kaynağına olan ihtiyaç azalacaktır,
- Geleceğin toplumuna yönelik eğitim değişikliklerine gidilmelidir,
- Sanayi 4.0'ın uygulanmasıyla birlikte ortaya çıkacak işsizliğin azaltılabilmesi için tarım ve hayvancılık politikaları geliştirilmelidir.

TÜSİAD'ın Endüstri 4.0 raporunda Türkiye'nin dört önemli kategoride gelişme kaydetmesi gerektiği ileri sürülmektedir. Bunlar (a) verimlilik, (b) büyüme, (c) yatırım ve (d) istihdam olarak belirlenmiştir. Sanayi 4.0'ın başarılı bir şekilde imalat sanayine uygulanması halinde verimliliğin %4 ila %7 oranında artacağı öngörülmektedir. Türkiye bu sayede önemli bir rekabet avantajı kazandıracak üretim miktarında %3'lük bir artış gerçekleşeceği tahmin edilmektedir. Bu öngörü ve tahminlerin gerçekleşmesi için ise 10-15 milyar dolarlık bir yatırım gerekmektedir. Sanayi 4.0, teknoloji kullanacak yetkinliğe sahip kalifiye işgücüne olan ihtiyacı daha da artıracak, buna karşın niteliksiz işgücüne olan ihtiyaç azalacaktır.

Türkiye'de sanayide dijital dönüşümün sağlayacağı en büyük yararın; üretim ve kaynak verimliliği ve bu sayede oluşacak kalite iyileştirmeleri olacağı düşünülmektedir. Bunun için işletmelerin üretimde yalın üretim ilkelerini uygulayarak yüksek otomasyon süreçlerine geçiş yapmaları gerekmektedir. Araştırma bulgularına göre işletmelerin büyük bir kısmının ERP yazılımları ve üretim yönetim sistemlerini kullandıkları tespit edilmiştir. Bununla birlikte teknoloji

kullanma seviyelerinin düşük olduğu ortaya çıkmıştır. Araştırmaya katılan firmaların yüzde ellisinden fazlası siber güvenlik ve sensör teknolojilerini yaygın olarak kullandıkları da saptanmıştır. Buna karşın eklemeli üretim, artırılmış gerçeklik, yapay zeka ve akıllı sistemler teknolojilerinde oranlar oldukça düşük çıkmıştır. Araştırmaya katılan firmaların sadece %2'si yapay zeka ve akıllı sistem teknolojilerini başarıyla uyguladıklarını belirtmiştir. Bununla birlikte, kullanma seviyelerinin düşük olduğu teknolojilerin büyük bölümünde pilot projelerin başlatılması umut verici bir gelişmedir. Bu noktada firmalar veya işletmeler, sanayide dijital dönüşüm ile ilgili olarak farkındalık seviyeleri arttıkça, ihtiyaçlarını net biçimde tespit ederek doğru teknolojik yatırımları yapabilecek olgunluğa erişecektir (TÜSİAD, 2017).

Yeldan, Taşcı, Voyvoda ve Özsan (2013) Ar-Ge harcamalarının GSYH içindeki paylarına göre Türkiye ve Almanya'yı karşılaştırmış; buna göre Türkiye 1996 yılından 2013 yılına kadar olan süreçte Ar-Ge harcamalarını %0,45 oranından %0,94 oranına yükseltirken Almanya %2'den %2,8'e çıkartmıştır.

Literatürde; dış ticaret, endüstri-içi ticaret ve sanayi 4.0 konularında ayrı ayrı birçok çalışma bulunmasına rağmen, endüstri-içi ticaret ile dışa açıklık ve dış ticaretin teknoloji düzeyi bakımından yapısal ilişkisini ortaya koyan başka bir çalışmaya rastlanılamıştır. Bu çalışma, söz konusu yapısal ilişki ortaya koyması özelliği ile literatüre önemli bir katkı sağlamıştır.

BÖLÜM III

SANAYİ 4.0 VE REKABET AVANTAJLARI

Bu bölümde, ülkelerin son on yılda iktisadi bağlamda rekabet avantajı elde etmelerinde ve bu avantajlarını kalıcı kılmalarında büyük önemi olan Sanayi 4.0 kavramı, Sanayi 4.0'ın gelişim süreci, bileşenleri ve ilgili üretim zincirleri için önemi ile rekabet gücünü etkisi genel olarak açıklanacaktır.

3.1. Sanayi 4.0 Gelişim Süreci

Kapitalist sistemin felsefesi sürekli bir etkinlik ve verimlilik arayışı ile rekabette öne çıkmak; gelirini ve karını artırmaktır. Teknoloji denilen olgu basitçe daha kaliteli ürünü daha kısa zamanda, daha fazla miktarda üretmek olarak tanımlanabilir. Teknoloji bunu emeğin verimini artırarak yapar. Söz gelimi buhar gücüyle çalışan motorların bulunması ulaşımı ve üretimi çok hızlı hale getirmiş, otomatik üretim sistemleri kurulmasına yol açmış ve bu durum üretimi büyük miktarlarda artırarak devrim niteliğinde değişmelere neden olmuştur.

1800'lü yılların başında tekstil sektöründe adı sanı pek duyulmayan doğudan tekstil ürünleri ithal eden İngiltere, dokuma tezgahlarını mekanik bir hale getirince insan emeğinin etkinliğini ve verimliliğini inanılmaz ölçülerde artmış, artık tüm dünyaya kaliteli tekstil ürünleri satmaya başlamıştır. Üstelik bu ürünlerin satımını gerçekleştirmek için de yine buharlı motorlardan ve daha sonra elektrik motorlarını kullanarak gemi ve metro tramvay sistemleri kurmuş, böylelikle lojistik alt yapısını geliştirmiştir. Bu nedenle ilk buharlı motorun bulunmasından itibaren ortaya çıkan

devrim niteliğinde gelişmelerden yola çıkarak bu dönem sanayi devrimi olarak adlandırılmıştır.

İlerleyen yıllarda motor sistemi daha da geliştirilerek otomobil ve uçak teknolojileri gelişmiş ulaşımda da çok büyük zaman kazançları verimliliği artırarak maliyeti düşürmüştür. Telgraf, telsiz ve telefonun da gelişmesiyle küresel olarak standart ve kaliteli toplu üretim ve toplu dağıtım gerçekleşmiş, büyük ölçekli fabrikalar kurulmuş, üretim ve tüketim süreçleri birbirinden ayrılmıştır. Birçok düşünür 20.yüzyılın başında içten yanmalı motorların bulunması ve seri üretim yapan otomobil fabrikalarının kurulmasıyla birlikte 2. Sanayi devriminin başladığını ileri sürmektedir.

Bu tarihten itibaren teknoloji; otomotiv, inşaat, uçak ve uzay, radyo, televizyon gibi her alanda gelişmesine; insanlar Ay'a bile ayak basmış olmasına rağmen ilk transistörlü bilgisayarlar çok fazla kullanışlı değildi ve çok yavaştı. İlk mikroişlemci Intel tarafından 1971 yılında geliştirilmesiyle birlikte hızlı işlem, daha çok bilgi ve veri depolayan disk ve CD'ler geliştirilmiştir. Bu tarihten sonra bilgisayar teknolojisi hızla gelişerek boyutları küçülmüş ve günlük hayatta kullanılmaya başlanmıştır. Bununla birlikte ilk geliştirilen bilgisayarların günlük kullanıma girmesi oldukça uzun bir süreçte olmuştur. 1980'lerin sonuna kadar insanların çoğu hala yazılarını daktiloyla yazıyorlar, yazının kopyasını çıkarmak için arasına kopya kağıdı koyuyorlardı ki, yazı yazması ve hata olduğunda silmesi oldukça zahmetliydi. Grafik destekli işletim sistemlerinin ortaya çıkması word, excel gibi ofis yazılımlarının geliştirilmesi ile çok kısa sürede çok daha kaliteli ve düzenli bir sayfa yazma olanağına kavuşulmuştur. Aynı şey hesaplamalar için de geçerlidir. Aylarca süren hesaplamaların, denklem çözümlerinin bir tuşla yapılması

mümkün hale gelmiş; bilgisayarların ve internetin ortaya çıkmasıyla bilgiye ulaşım kolaylaşmış ve devrim niteliğinde değişmelere yol açmıştır. 1990'lardan itibaren bilgisayar ve cep telefonu kullanımının hızla yaygınlaştığı görülmektedir.

İlk kişisel bilgisayarların, renkli televizyon ve sinema sistemlerinin ortaya çıktığı, üretim otomasyonu, bilgilerin toplanması, işlenmesi ve iletilmesi kısacası BT sisteminin geliştiği bu dönem 3. Sanayi devrimi olarak adlandırılmıştır.

2000'li yıllara kadar teknoloji hızlı bir şekilde ilerlemeye devam etmiş, internet hızı ve bilgisayarların işlemci ve hafıza kapasitesi giderek artmış, akıllı telefonlar piyasaya çıkışı ile telekomünikasyon kalitesi üst seviyelere çıkmıştır. Bilgi iletişim teknolojilerinde yaşanan bu gelişmeler üretim koordinasyonunu sağlayarak maliyeti ve riski düşürmüştür. Üretim süreçlerinin farklı ülkelerde yapılması, şirket ofisleri açılması, dış finansman kaynağı bulmanın kolaylaşması uluslararası ölçekte büyük firmaların doğmasına neden olmuştur. Böylece küreselleşme bir üst seviyeye taşınmıştır. Gelişmekte olan ülkelerdeki düşük ücretli iş gücü ile yüksek teknoloji birleştirilerek oldukça karlı bir kombinasyon ortaya çıkmıştır. Küresel ticaret coğrafi olarak dağınık işletmelerden üretimin yapıldığı tek bir noktaya ara mal, sermaye, insan ve bilgi akışı yaratarak o ülkede üretilen ürünlerin tüm dünyaya ihraç edilmesini olanaklı kılmıştır.

Sonuç olarak uluslararası iş bölümünün ortaya çıkması, her ülkenin üretim aşamalarının yalnızca bir bölümüne katılması dikey uzmanlaşma denilen kavramı ortaya çıkarmıştır. Ülkeler bu sistemde bir sanayi ürünü veya hammadde üreticisi olarak kategorize edilmemekte, imalat değer zincirindeki belli aşamaları gerçekleştirmektedir.

Günümüzde dijital teknoloji sistemlerinin ekonominin tüm sektörlerine entegrasyonuna Sanayi 4.0 denilmektedir. Dördüncü sanayi devrimi, mevcut veri miktarındaki devasa artış, bunun analizi (yapay zeka, bulut teknolojisi) cihazlardan veri iletimi için mobil bağlantı kullanımı (nesnelerin interneti) ve üretim süreçlerinin otomasyonu (robotizasyon) ve nihayetinde akıllı fabrikaları ortaya çıkarmıştır.

3.2. Sanayi 4.0 Kavramının Tanımı

Dördüncü Sanayi devrimi olarak da ifade edilen Sanayi 4.0'ın temel amacı, fiziksel ve sanal dünyayı birbirine bağlayarak daha yüksek bir otomasyon seviyesinde çalışarak operasyonel etkinliği ve verimliliği artırmaktır. Bu amacın gerçekleştirilmesinin tüm üretim süreçlerinin mümkün olduğu kadar dijitalleştirilmesiyle mümkün olacağını öngören Alman hükümeti, Sanayi 4.0 kavramını ilk defa bir ekonomik yaklaşım olarak kullanmıştır. Bu yaklaşımda, üretim süreçlerinde otomasyon sağlanacak, makineler ve cihazlar dijital olarak bağlı bir üretim zinciri içerisinde birbirleriyle iletişim kuracaklardır.

Farklı araştırmacılar, örgütsel yapılar içindeki bağlantıları, kavramın kapsamı gereken süreçleri veya belirli teknolojileri tanımlayarak Sanayi 4.0 tanımını geliştirmişlerdir. Söz gelimi, Castelo-Branco ve diğ. (2019), Sanayi 4.0 kavramını sanayi işletmelerinin, ulusal ve uluslararası düzeyde rekabet avantajı elde edebilmek adına; dijitalleşme, bulut bilişim, nesnelerin interneti (IoS) ve büyük verilerin olanak verdiği ölçüde tüm teknik ve süreçlerde benimsemesi ve uygulaması/uyarlaması şeklinde tanımlamışlardır.

Barreto ve diğ. (2017), örgütsel yapısallık bakış açısından sanayi Sanayi 4.0'ı tanımlamışlardır. Buna göre Sanayi 4.0'ın örgüt içinde işbirliğini kolaylaştırmak amacıyla ağlar aracılığıyla yatay bütünleşmeyi; esnek ve uyarlanabilir üretim sistemleri oluşturmak için fabrikanın alt sistemlerinin dikey bütünleşmesini ve ürün özelleştirmesini sağlamak için değer zincirinin başından sonuna mühendislik bütünleşmesini kapsadığını belirtmişlerdir (Barreto, Amaral, & Pereira, 2017).

Chiarello ve diğ. (2018) Sanayi 4.0'ı, Porter'ın değer zinciri kavramı bağlamında tanımlamış ve üretim, iç lojistik, siparişler, bakım, dış lojistik, dağıtım ve satış gibi değer zinciri unsurlarında Sanayi 4.0'a özgü çeşitli teknolojilerin uygulanmasını ve satış sonrası servisi kapsadığını ifade etmiştir. Bu yaklaşıma göre Sanayi 4.0 kavramı, üretim alanının çok daha ötesine geçerek hizmet süreçleri de dâhil olmak üzere örgütteki tüm süreçlerin organizasyonunu ve koordinasyonunu kapsamaktadır. Yukarıda açıklanan Sanayi 4.0 kavramına getirilen daha geniş bir yaklaşım Lojistik 4.0 gibi kavramların da ortaya çıkmasını ve gelişmesini sağlamıştır.

Porter (1990) tarafından rekabet gücü, işletmelerin küresel pazarlarda rekabet edebilme yeteneği olarak tanımlanmıştır. Bununla birlikte, tüm endüstrilerin veya ekonomiler için rekabet gücünün tanımlanması daha zordur. Bütün ekonomiler için rekabetçi konumları, işgücünün verimlilik düzeyi ve ekonominin dış ticaretteki konumu ile tanımlanmaktadır.

Ülkelerin rekabetçi konumunu etkileyen faktörlerden biri olan Sanayi 4.0,'a uyumluluğu; söz konusu ülkelerin sanayilerinin teknolojik gelişimi ve her aşamada tüm değer zincirini optimize etme kabiliyeti ile belirlenmektedir.

3.3. Sanayi 4.0'ın Bileşenleri

Sanayi 4.0, makineler arasında veriyi derleyip bunları analiz etmeye olanak sağlayarak daha esnek ve daha verimli üretimli süreçlerini daha kısa sürede oluşturabilen, böylelikle daha düşük maliyetle daha kaliteli ürünlerin üretilmesini sağlayan yeni bir yaklaşımdır. Bu yaklaşımın bileşenleri; dijital otomosayon, fiziksel üretim süreçlerinin entegrasyonu ve nesnelere arası internet olarak ortaya çıkmaktadır. Endüstri 4.0'ın vizyonu, nesnelere internetini hayata geçirmek ve fabrika bağlamında üretim sistemlerini yüksek düzeyde esneklik ve adaptasyona kavuşturarak insan hatasını en aza indiren akıllı üretim süreci oluşturmaktır (Özsoylu 2017, s.43-52).

3.3.a. Siber –Fiziksel Sistemler

Siber fiziksel sistem, birbirleri ile internet ağları ile bağlı, belirlenmiş bir internet adresi ile güncel bir şekilde bilgi alışverişi yapan nesne ve sistemlerin oluşturduğu ağ (nesnelere interneti) ve reel dünyadaki nesnelere ve davranışların bilgisayar ortamında gerçek dünyanın sanal ortamda taklit edildiği (simülasyon) bir sistem olup, söz konusu sistem ile veriler analiz edilerek insan emeği ve akli ile gerçekleştirilmesi mümkün olmayan iş ve işlemler gerçekleştirilerek üretim süreçlerinin esnekliği sağlanabilmektedir (Özsoylu 2017, s.52-53).

Siber-fiziksel sistemler karma bir teknoloji tarafından yönetilmekte, bu karma teknoloji, gözleme, koordinasyon ve kontrol gibi üretim süreçlerindeki temel ilkeler ile hesaplama ve iletişiminden oluşmaktadır. Daha net bir ifadeyle fiziksel makineleri siber teknoloji ile bütünleştirmeye yarayan bu karma teknoloji sayesinde sistem çok daha akıllı hale gelmektedir. Siber dünya ile makineler

arasındaki bütünleşme nano-teknolojinin gündelik hayata girmesine yardımcı olmuştur (EBSO, 2015, s. 18).

3.3.b. Büyük Veri Analitiği

Günümüzde bilgi iletişim teknolojilerinde adeta devrim yaratan gelişmeler görülmektedir. Akıllı telefon teknolojilerinde 2000’li yıllardan itibaren yaşanan büyük ilerlemeler internetle birlikte bilgiye erişimi ve iletişimi oldukça kolaylaştırmıştır. Sosyal medya araçlarının da günlük hayatın bir parçası olmasıyla artık akıllı telefonlar günümüz insanı için vazgeçilemez zorunlu bir ihtiyaç haline gelmiştir. Dünya nüfusunun üçte ikisi akıllı telefon kullanmaktadır ve bu cihazlar sürekli birbirleriyle haberleşmektedir. Dünya genelinde her ay ortalama 3,5 milyara yakın kişi sosyal medyayı aktif olarak kullanmaktadır. Buna paralel olarak internette geçirilen süre artmış; bugün bir internet kullanıcısının günde yaklaşık 6,5 saatini internette geçirdiği ortaya çıkmıştır (Kemp, 2019, s. 7).

Bilgiye erişimin ve bilgi paylaşımının büyük ölçüde yaygınlaşması, yararsız ve yanlış bilginin de büyük ölçüde artmasına yol açtığından bu devasa bilgi yığımından işe yarayan gerçek ve güvenilir olanları ayıklayarak saklamak ayrı bir teknolojinin doğmasına ve “Büyük Veri” kavramının ortaya çıkmasına neden olmuştur (Akgül & Ayer, 2018, s. 2314).

Bu çerçevede “Büyük Veri” sosyal medya paylaşımları, bloglar, mikrobloglar, ağ günlükleri, GSM operatörleri, fotoğraf, video, log dosyaları vb. çeşitli kaynaklardan derlenen, oldukça fazla sayıda verinin anlamlı ve işlenebilir biçime dönüştürülmüş hali olarak tanımlanmaktadır (Akgül ve Ayer 2018, 2314; Şekkeli ve Bakan 2018, 24). Büyük veri terimi, geçtiğimiz on yılda popüler hale gelmiştir. Büyük veri, geleneksel yöntemlerde çok büyük veya karmaşık veri

kümelerini analiz etmek için kullanılır. Özellikle büyük veriler, excel gibi tablo programları kullanılarak kolayca depolanamayacak veya analiz edilemeyecek durumlarda ortaya çıkmaktadır (Kayar, Ayvaz, & Öztürk, 2018, s. 1666).

Büyük veri yapılandırılmış ve yapılandırılmamış verilerden oluşmaktadır. Yapılandırılmış veriler; bir internet kullanıcısının kayıtlı bir kullanıcı olarak bir ürünü sipariş etmesi sırasında sistemde kaydedilen sipariş edilen ürün adı, ürün kategorisi, müşteri bilgileri ve ödeme bilgileri gibi verileri kapsamaktadır. Yapılandırılmamış veriler ise internet kullanıcılarının sosyal medya veya bloglarda paylaştıkları fotoğraf, video, beğeni, tıklama, impression gibi verileri kapsamaktadır (Bayrak, 2018, s. 24).

2019 yılı itibariyle aylık ortalama internet kullanıcı sayısı 4.4 milyara ulaşmış, internet kullanıcısı sayısı 2018-2019 Ocak döneminde yüzde 9,1 artış göstermiştir (Kemp, 2019, s. 8). Google’da saniyede 40.000 arama yapılmaktadır. Facebook kullanıcıları her dakikada 31.25 milyon mesaj atmakta ve 2.77 milyon video izlemektedirler. Youtube’a saatte 300 saatlik video yüklenmektedir. 2015’te toplam 1 trilyon adet fotoğraf çekilmiştir. Büyük verinin etkin bir şekilde analiz edilmesi ve işlenmesi için; A/B testleri, yapay zeka sistemleri, dil işleme süreçleri, gelişmiş simülasyon gibi olağanüstü teknolojilere gereksinim duyulmaktadır (Bayrak, 2018, s. 24).

Tüm bu gelişmeler dünyada talepteki çeşitliliği ve değişimi hızlı bir şekilde artırmaktadır. Bu nedenle kamu kuruluşlarınca ülkenin mevcut durumu ile dünya pazarının durumu değerlendirilip bilgiye dayalı strateji ve politikaların geliştirilmesi gerekmektedir. Bunun için çeşitli sektörlerden ve piyasalardan elde edilen ve çok

yüksek boyutlarda olan büyük miktardaki çeşitli verinin anlamlandırılarak katma değerli hale getirilmesi gerekmektedir (Sayar & Yüksel, 2018, s. 84).

Gartner'ın yaptığı bir araştırmaya göre şirketlerin %73'ü büyük veriye yatırım yapmış veya önümüzdeki iki sene içinde yatırım yapmayı planlamaktadır. McKinsey'nin perakendecilerle yaptığı bir çalışmada, Big Data'yı verimli ve etkin bir şekilde kullanabilen perakendecilerin faaliyet karlarını %60 oranında artırdığı ortaya konmuştur. Büyük veriden faydalanarak, pazar, müşteri ve daha birçok farklı alanda detaylı bilgilere ulaşabilen firmalar, ürünlerini ve operasyonlarını en etkili şekilde geliştirerek, çok daha hızlı ve güvenilir bir şekilde büyümeye devam edebilmektedirler (Bayrak, 2018, s. 25).

Büyük veri, birçok farklı kaynaktan, büyük miktarda ve yığın halde oluşturulan, depolanabilen, analiz edilip işlendiğinde katma değer elde edilen yeni ve güçlü bir işletim sistemi veya platformu olarak tanımlanmaktadır. Büyük verinin büyük bir bölümü, endüstriyel girişim ve tedarik zinciri ağlarının kapsamındaki çeşitli cihazlardan (gömülü sensörler, akıllı telefonlar, bilgisayar sistemleri ve bilgisayarlı cihazlar vb.) elde edilmektedir (Addo-Tenkorang & Helo, 2016, s. 528).

Elde edilen verilerin sistematik biçimde analizinin yapılması firma için birçok yönden önem arz etmektedir. Sistematik analizlerin yapılması ile ürün kalitesinin optimizasyonu, enerji verimliliği, ürün ve hizmetlerin kalitesinin geliştirilmesi, makine ve araç gereçlerin verimli kullanılması sağlanabilmektedir. Sanayi 4.0'da gerçek zamanlı etkileşimle farklı kaynaklardan gelen veriler toplanarak kapsamlı bir şekilde analiz edilmekte ve değerlendirilmektedir. Böylece üretim sistemleri, ekipmanları ve donanımları, müşteri yönetim sistemleri standart bir hale getirilebilmektedir (Rüssmann ve diğ., 2015, s. 2-3).

Veri madenciliğinin etkinliğini; istatistiksel teknikler ile sinir ağları, karar ağaçları ve genetik algoritma teknikleri arttırmaktadır (Shahbaz ve diğ., 2010, s. 999).

3.3.c. Yatay ve Dikey Sistem Entegrasyonu

Sanayi 4.0'da, akıllı fabrikaların herhangi bir aracı veya ara bağlantı olmaksızın tek başlarına faaliyetlerini gerçekleştirmesini beklemek doğru bir yaklaşım olmayacaktır. Sanayi 4,0'da bütün akıllı sistemler bir iletişim ağı içerisinde bulunmaktadır. Akıllı lojistik, pazarlama, servisler ve diğer tüm akıllı sistemlerin birbirlerini tamamlayan bir yapı olarak bir arada yer aldığı dikey entegrasyonda, siber fiziksel sistemlerin kullanımı sayesinde fabrikaların ve üretim sistemlerinin talep düzeyine, stok durumuna, tamir hususlarına eş anlı olarak etki-tepki durumu söz konusu olabilmektedir. Üreticiler ve müşterilerin birbirleri ile bağlantılı ve tam entegre olduğu yatay entegrasyonda ise mühendislik, üretim, pazarlama ve satış sonrası destek gibi tüm süreçler entegre ve birbirleri ile doğrudan bağlantılı olmaktadır. Örneğin, müşteriden elde edilen anlık geri bildirimler doğrultusunda özgün kişiselleştirilmiş bir ürün tasarımı ile yeni tasarımın müşteriye hızlıca sunulabilmesi buna bir örnek olarak gösterilebilir (Yıldız, 2017, s. 5).

Sanayi 4.0 sayesinde işletmenin bütün departmanları ve kısımları, küresel veri ağlarıyla ve makine odaklı değer zincirleri ile etkinleştirilerek daha efektif ve birbirleriyle daha uyumlu hale gelebilmektedir (Rüssmann ve diğ., 2015, s. 3-4).

İşletme içinde veya çeşitli işletmelerin birbirleriyle malzeme, enerji ve bilgi alışverişini kapsayan üretim basamakları ile iş planlama süreçlerinde yararlandıkları farklı IT sistemlerinin entegrasyonu, değer ağları boyunca oluşturulan yatay entegrasyonu ifade etmektedir. Değer ağları boyunca dikey entegrasyon ise, tepeden

tırnağa işletmenin hiyerarşik olarak bütün farklı düzeylerindeki çeşitli IT sistemlerinin entegrasyonunu olarak tanımlanmaktadır (Bartodziej, 2018, s. 36).

3.3.ç. Nesnelerin İnterneti

Nesnelerin interneti, nesnelerin içinde gömülü şekilde olan ya da yanlarına monte edilen sensörler aracılığıyla internete bağlanmalarını sağlamak, data toplamak, transfer etmek ve iletişim kurabilmek amacıyla oluşturulmuş ağ sistemlerinin genel adı olarak tanımlanmaktadır (Banger, 2016, s. 95).

RFID, NFC, Wi-Fi, Bluetooth ve Zigbee gibi yerel ağ bağlantıları sayesinde nesnelere ve sensörler iletişim kurabilmektedir. Bu iletişim sayesinde, firma içindeki tüm çalışanların, sistem, makine ve mekanların birbirleri arasındaki dikey entegrasyon sağlanmakta ve işletme hız ve esneklik kazanmaktadır. Diğer taraftan, işletmenin tedarik zincirindeki paydaşları ile iletişiminin sağlanmasını sağlayan bu sistem, yatay entegrasyonu da sağlamaktadır. Fiziksel ürünlerin dijital özelliklerinin artışı da, söz konusu ürünlerin arasındaki entegrasyonu arttıran nesnelerin interneti ile mümkün olmaktadır (Banger, 2016, s. 95-100).

Nesnelerin interneti, sanayi platformlarında makinelerin birbirleriyle direkt olarak konuştukları elektronik iletişim ortamı olarak tanımlanmaktadır (Öcal & Altıntaş, 2018, s. 2075).

Sanayi 4.0'ın en önemli ana unsurlarından biri olan nesnelerin interneti (IoT) marifetiyle, insan gözetimi olmaksızın çalışabilen, zamanla, kendi varlığının temelini oluşturan bir algoritmayla, başkaca bir müdahale olmadan daha akıllı şekilde hareket edebilen sistemler desteklenmektedir (Greengard, 2017, s. 13- 14).

Nesnelerin internetinin yoğun ve incelikli kullanılmasıyla aşağıdaki faydaların sağlandığı görülmektedir (EBSO, 2015, s. 13-15):

- Yöneticilerin üretimin bütün kademelerinde akıllı iletişim araçları ile kolayca üretim süreçlerine müdahale edebilmesi,
- Nesnelere monte edilecek sensörler aracılığıyla tedarik zincirinin daha akıllı bir hale gelmesi,
- Akıllı cihazlar vasıtasıyla enerji ve altyapı maliyetlerinde azalma,
- Akıllı makineler ve robotların tüm üretim aşamalarını yönettiği bir fabrikada insan kaynağına olan ihtiyacın da azalması ile personel giderlerinin azalması,
- Kar düzeyinin, giderlerin düşüşü ve gelirin artmasıyla yükselmesi.

3.3.d. Siber Güvenlik

Makine ve ekipmanların ara yüzlerini kullanarak, sosyo-teknik sistemler kapsamında oluşturulan siber fiziksel sistemler; operatörler ile aralarında iletişim ve etkileşim kurmaktadır (Stock & Seliger, 2016, s. 281).

Bu durum firmaların gerek çalışanlarından gerekse üretim süreçlerinden elde edilen büyük miktarda veriyi sanal ortamda tutmasını gerektirmektedir ki bu da verilerin güvenliği için bir risk oluşturmaktadır. Firmaların önemli bilgilerini ele geçirmek isteyen kişilerin bir şekilde bu sistemlere girebilmeleri mümkün olabilmekte ve bunu engellemek için üst düzey koruma sistemlerinin geliştirilmesi zorunlu olmaktadır (Çevik D. , 2019, s. 281).

Siber güvenlik sistemleri, işletmelerin ve süreçlerin giderek artan derecede birbirleri ile sanal bir şekilde iletişimleri sonucunda meydana gelebilecek güvenlik problemlerini çözme amacıyla oluşturulan sistemlerdir (Öcal & Altıntaş, 2018, s. 2075).

3.3.e. Eklemeli (Katmanlı) İmalat

Eklemeli imalat bilgisayar ortamında tasarlanan ürünlerin üç boyutlu yazıcılardan çıktı şeklinde üretilmesini ifade etmektedir. Geleneksel üretim yöntemleri günümüzde insanların sürekli değişen ve kişiye göre farklılaşan ihtiyaçlarını karşılamakta yetersiz kalmaktadır. Bu nedenle tüketicilerin taleplerine hızlı bir şekilde cevap verebilmesini sağlamak için firmalar üç boyutlu yazıcılarla üretim teknolojisinden yararlanmaktadırlar. Bu teknoloji sayesinde işletmelerin farklı tasarımlarda üretim yapmaları kısa bir sürede mümkün olmakta ve böylelikle işletmenin verimliliğinin artışı desteklenmektedir. Zorlu ve girift durumlara ayak uydurmak, bir anlamda esnek bir üretim yapısına sahip olmak, gelecekte fabrikaların bir zorululuğu olarak karşımıza çıkacaktır. Bu nedenle eklemeli imalat fabrikalarda üretimin sürdürülebilir olması adına son derece önemli bir teknolojidir (Çevik D. , 2019, s. 281).

3.3.f. Artırılmış Gerçeklik

Artırılmış gerçeklik teknolojisi yardımıyla yapay ortamda tasarlanan ürünlerin gerçekte de üretiminin mümkün olup olmayacağı analiz edilebildiği gibi monte edilmemiş veya yerine yerleştirilmemiş parçaların nihai halinin de test edilmesi mümkün olabilmektedir. Artırılmış gerçeklik teknolojisi, işletmeye veya fabrikaya yeni alınacak bir makinenin/ekipmanın üretim süreçlerini olumlu veya olumsuz yönde nasıl etkilediğini gösterebilen, hatta söz konusu ekipmanların en verimli şekilde işlev gösterebileceği konumu dahi belirleyebilen bir teknolojidir (Çevik D. , 2019, s. 281).

Firmalar/fabrikalar arttırılmış gerçeklik teknolojilerini yoğun bir şekilde kullanarak iş süreçlerini geliştirecekler ve karar alma sürelerini kısaltacaklardır.

Sanal alemde, operatörlerin tek bir butona basması ile makinelerle iletişime geçmeleri sağlanacak ve değişkenler üzerinde değişiklik yapılarak veri veya bakım anlamında operatörler operasyonel talimatlar verebileceklerdir (Öcal & Altıntaş, 2018, s. 2075).

3.3.g. Bulut Teknolojileri

Bulut; internet gibi tipik bir iletişim ağ yapısı sisteminde, dataların bir konumdan bir başka konuma taşınması/transferi sırasında içinden geçtiği, karmaşık doğrultuda yolların meydana getirdiği alanı tarif etmektedir. Bu alan kaynak noktadan çıkan verinin, hedef noktaya varmadan önce girdiği tahmin edilemez alandır. Bulut, fiziksel bir yapıdan ziyade karmaşık veri akışını işaret etmektedir. Bulut, ağ teknolojilerinin paylaşıldığı ve ortak işe koşulduğu bir ortamdır (Köse & Armutlu, 2015, s. 1). Bulut bilişim mimarisi genel olarak; “İstemci”, “Uygulama”, “Platform”, “Altyapı” ve “Sunucu” olmak üzere beş bölümden oluşmaktadır. İstemci, bilişim hizmetlerini alan son kullanıcıları yani mobil cihazlar ve bilgisayar sistemlerini ifade etmektedir. Uygulama bölümünde yazılımlar ve program bileşenleri bulunmaktadır. Platform bölümü, bulut bilişim yazılımlarının ve bu bağlamdaki verilerin işe koşulduğu zemini ifade etmektedir. Altyapı ise sanallaştırma denilen bir yöntemle sağlanmaktadır. Bulut bilişim hizmetinin yerine getirilmesine olanak sağlayan donanımsal ve yazılımsal tüm bileşenlerin yer aldığı sunucu, bulut bilişimin en alt bölümünü oluşturur (Köse & Armutlu, 2015, s. 15-17).

Bilgisayar niteliği olan ekipmanların veya cihazların aralarında internet tabanlı olarak bilgi paylaşımının sağlanmasına, bilginin işlenmesine olanak sağlayan hizmetlere bulut bilişim denilmektedir (Banger, 2016, s. 60).

Bulut bilişim teknolojileri, işletmelerin bütün verilerini sanal bir sunucu olan bulutta depolayan ve internet ortamında birbirlerine bağlı cihazlar aracılığıyla ihtiyaç duyulması durumunda gerekli verilere ulaşabilmelerini sağlayan teknolojiler olarak tanımlanmaktadır. Bu sistem sayesinde, bilişim teknolojisini meydana getiren ve bunu kullanabilenlerin sürdürülebilir rekabette avantaj elde edeceği düşünülmektedir (Davutoğlu, 2017, s. 552).

3.3.h. Robotik Sistemler

Robotik sistemler, bir yazılım sayesinde doğrudan bir operatör kontrolünde görevini yerine getiren ya da daha önceden programlanmış komutları bağımsız olarak gerçekleştiren elektro-mekanik cihazlardır (Şekkeli & Bakan, 2018, s. 24). Robotlar birçok farklı bilim dalının (makine-elektronik-bilgisayar mühendisliği) ortak çalışmasıyla meydana getirilen sistemlerdir. Sadece robotik sistemlere odaklanan mekatronik denilen yeni bir bilim dalı da ortaya çıkmıştır.

Robotlar sayesinde insan gücü ikame edilerek gereksiz güç kaybı önlenmekte ve zamandan tasarruf edilmektedir. Bir cihazın robot olarak ifade edilebilmesi için öncelikle otonom yani insan müdahalesi olmadan, çalışması istenen fonksiyonları yerine getirmesi gerekmektedir (Özsoylu, 2017, s. 53).

İmalat sanayinde özellikle otomotiv sektörü başta olmak üzere son yıllarda robot kollar gibi teknolojilerin yoğun olarak kullandığı ve birçok talebi karşılayacak duruma geldiği görülmektedir. Robotlar istenilen hız ve doğrulukta kullanım kolaylığı sağlamaktadır.

Robot konusunda yapılan çalışmalar ile son yıllarda daha çok el-göz koordinasyonlarının iyileştirilmesi üzerine odaklanılmıştır. Daha esnek ve akıllı üretim, robot teknolojisinin gelecekte göstereceği gelişmelere bağlıdır. Endüstriyel

robot kullanımının yaygınlaşmasıyla birlikte esnek çalışma ortamı, robot kalibrasyonun kolaylaşması ve daha basit ihtiyaçların karşılanması yönünde robotların üretilmesi ve fiyatların ucuzlaması ile akıllı üretimin gerçekleşmesine zemin hazırlanmış olacaktır. İleriki yıllarda da mikro ölçekteki robotların üretim süreçlerindeki yerlerini almaları, yani insan emeğini ikame edebilmeleri ve bu sayede insan kaynaklı sorunların büyük oranda azalması, hata ve benzeri olumsuz durumların bertaraf edilmesi beklenmektedir (Özsoylu, 2017, s. 54).

3.3.1. Akıllı Fabrika

Akıllı fabrikalar, üretim süreçlerinde kendi başına çalışan (otonom) robotların ve bilgi sistemlerinin üst düzeyde kullanıldığı, insan hatasını sıfıra indirmeyi amaçlayan, süreç içinde kendisini sürekli iyileştirme prensibiyle daha fazla ürünü, daha hızlı ve yüksek kalitede üretmeyi hedefleyen karmaşık üretim süreçlerini hızlı ve sorunsuz bir şekilde yönetebilen fabrikalar olarak tanımlanmaktadır. Akıllı fabrikaların tüm unsurları aynı bilgi sistemi altyapısı üzerinde gerçek zamanlı olarak iletişim halinde bulunmaktadır. Bu nedenle, akıllı fabrikalar için siber güvenlik en önemli unsurlardan birisidir. Akıllı fabrikalar, insan hatasını asgariye indirmenin yanı sıra, iş güvenliği bakımından insanlar için tehlikeli olabilecek üretim ortamlarında otonom robotların kullanılmasını ve böylece yüksek katma değerli üretimi mümkün kılabilir (Gabaçlı & Uzunöz, 2017, s. 157-158).

3.4. Sanayi 4.0 Teknolojilerinin Üretim Sektörlerine Yayılımı

Dünya’da üretim sektörlerinde sanayi 4.0’a dönüşüm süreci belirli teknoloji kanalları üzerinden yayılmaktadır. Özellikle 3 boyutlu yazıcılar, robotik sistemler ve büyük veri; tarım, imalat sanayi, enerji, eğitim, sağlık, bilişim teknolojileri, turizm vb. ana sektörlerde önemli dönüşümleri tetiklemekte ve gerçekleştirmektedir.

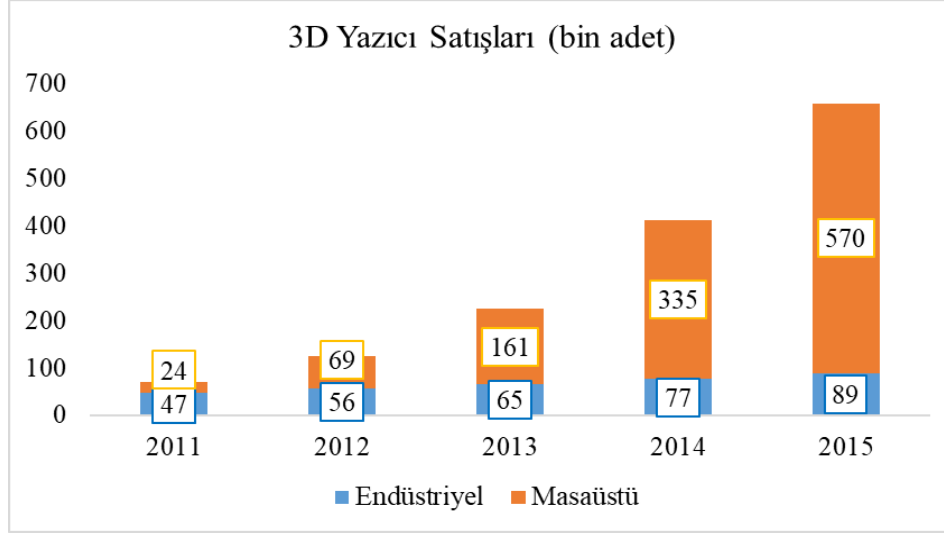
3.4.a. 3D Yazıcılar

Sanayi 4.0 ile tüm sektörlerde üretim teknikleri hızlı bir değişim ve dönüşüm süreci yaşamaktadır. Bunun en güzel örneği üretim maliyetlerini önemli ölçüde azaltan, ürünlerde ince ayrımlara, daha kaliteli elemanlar ekleyerek iyileştirmelere olanak sağlayan, bunu da insan gözetimi ve denetimi olmadan yapan 3D baskı sistemleridir. Bu sayede dünyanın uzak noktalarından uzun sürede ve maliyetli bir şekilde getirilebilecek hatta üretimi yapılamayacak bir ürün kolay bir şekilde tasarlanıp yazıcıdan çıkartılabilmektedir.

Bu sistem günümüzde tıpta ve diş hekimliğinde, mimari tasarımlarda da yaygın olarak kullanılmaya başlanmıştır. Masaüstü yazıcılar ise yeni bir olgudur, mühendislik, ürün tasarımı, sanat, mücevher, diş hekimliği ve tüketim ürünleri alanlarında giderek yaygınlaşmaktadır (Montes 2016, s.1).

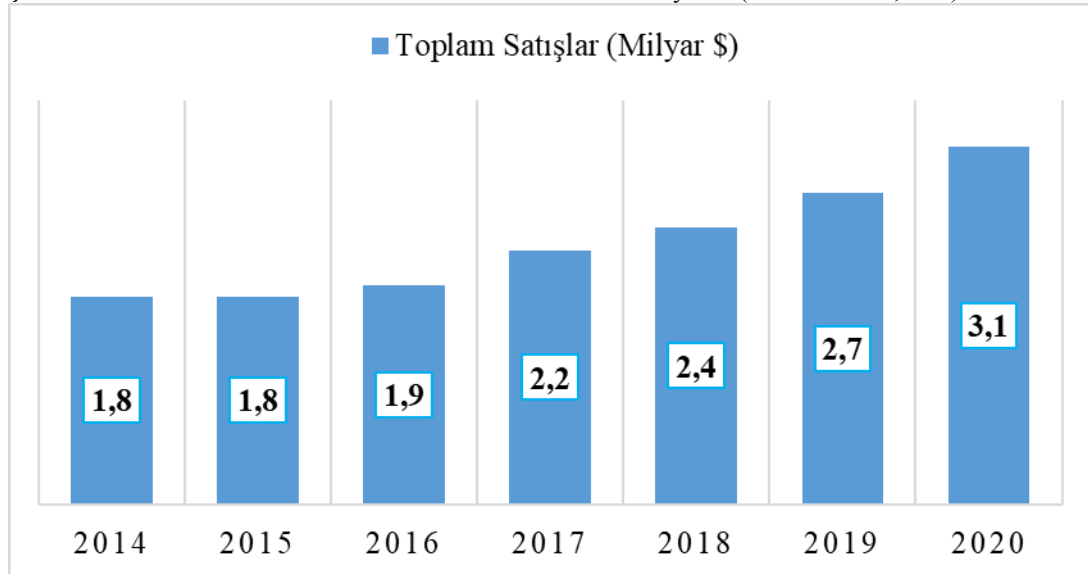
Bu gelişmelere paralel olarak dünya 3D yazıcı pazarındaki değişim süreci de devam etmektedir. 2011’e kadar endüstriyel yazıcılar daha fazla satılırken 2012’den itibaren bu durum tersine dönmüştür. 2015’te, 570 bin masaüstü yazıcı ve 89 bin endüstriyel yazıcı satılmıştır. Masa üstü yazıcıların payı yaklaşık %87,5 olmuştur.

Şekil 3.1. 2011-2015 Döneminde 3D Yazıcı Satışları (Deloitte 2019)



Deloitte tarafından verilen 2019 istatistiklerine göre 3D yazıcı sektörünün ticaret hacmi 2019’da 2.7 milyar dolar olarak gerçekleşmiştir. Sektör yıllık %12,5 oranında büyümektedir. Son teknolojik gelişmelerle metalin yanı sıra plastik maddeler de ağırlıklı olarak kullanılmaya, daha hızlı ve daha büyük objeler basılmaya başlanmıştır. Şekil 1’de 3D yazıcı sektörünün yıllara göre büyüme oranları görülmektedir. Görüldüğü gibi 2016’tan itibaren büyüme oranları %5’lerden %12,5 düzeylerine hızlı bir şekilde çıkmıştır.

Şekil 3.2. 3D Yazıcıların Yıllara Göre Ticaret Hacmindeki Büyüme (Deloitte 2019, s.71)



Gelecekte yazılım ve simülasyon teknolojilerindeki ilerlemelerin devrim niteliğinde değişimlere neden olabileceği düşünülmektedir. 3D yazıcıların yaygınlaşmasıyla işgücü girdilerin toplam üretim maliyetleri içerisindeki payı azalacak, üretim her yerde yapılabileceğinden üretim yeri önemli bir faktör olmadan çıkacaktır. Bu teknolojik devrim uluslararası ticaret hacmini azaltacak lojistik masraflarını büyük ölçüde düşürecektir. Bu durumdan en çok etkilenecek ucuz işgücü avantajıyla küresel ticarete katılan gelişmekte olan ülkeler olacaktır. Bu ülkelerin ihracat yapısı değişecek (tekstil, ayakkabı, oyuncak vb.) emek yoğun tüketim malları ihracatı azalacak, 3d yazıcılar için ihtiyaç duyulan polimer, nikel, bakır, altın, gümüş gibi hammadde ihracatı artacaktır. Bunun yanında emek yoğun ürünlerin gelişmiş ülkelere ihracatı azalacaktır.

3D yazıcıların otomotiv sektöründe de çok önemli değişikliklere neden olacağı öngörülmektedir. Bilindiği gibi otomobil, uçak, savaş teknolojisi gibi ağır sanayi ürünlerinde binlerce çeşit parça ve yedek parça gereksinimi bulunmaktadır. Bu parçaların her biri farklı farklı ülkelere üretim yapıldığı ülkeye getirilerek montajı yapılmaktadır. 3D yazıcılarla bu parçaların kolaylıkla basılabilmesi, bu parçaları üreten dünyaya ihraç eden firmaları olumsuz etkileyecektir. Almanya'nın bu konuda lider olduğu düşünülürse en çok etkilenecek ülkelerin başında Almanya gelecektir. Aynı şekilde Türkiye'de parça satışı yaptığından ihracatı olumsuz etkilenebilecek, ancak otomotiv üretiminde başta gelen ülkelere biri olan Türkiye'de firmaların 3D teknolojisini uyarlamasıyla birlikte parça gereksinimlerini kendileri üretmesiyle ithalata bağımlılığı azalacak, bu da Türkiye'nin ekonomisini olumlu etkileyecektir. Bunun yanı sıra Türkiye hammadde ve işlenmiş metal gibi ürün satışlarını da artıracaktır.

3.4.b. Büyük Veri

Sanayi 4.0 kavramının temelini oluşturan Büyük Veri kavramı, devasa boyutlarda verinin depolanması, gereksinim duyulan biçime dönüştürülmesi, karar vermeye olanak sağlayacak şekilde işlenmesi ve analiz edilmesi anlamına gelmektedir. Özellikle optimizasyon süreçlerinde karar vermede önemli bir araçtır. Eurostat istatistiklerine göre Avrupa ülkelerinde 2018 yılı itibariyle firmaların %12'si büyük data teknolojisini kullanmaktadır. Büyük ölçekli firmalarda bu oran %33'lere ulaşmıştır (Eurostat, 2020).

Büyük data kullanımının ekonomiye genel olarak birçok faydası bulunmaktadır. Yeni ürünlerin üretiminde, işletmede optimizasyon süreçlerinde, pazarlamada hedef kitlenin doğru olarak belirlenmesinde, tüketiciden geri dönüşlerin yapılmasıyla yeniliklerin daha kısa bir araştırmayla ortaya çıkması ve denenme sürecinde, kaynakların etkin kullanımında, ve enerji tüketiminin azalmasında oldukça etkili bir araçtır. Bununla birlikte kişisel bilgilerin korunma ihtiyacı ve bununla ilgili düzenlemeler serbest veri akışının önünde engel teşkil etmektedir.

Büyük veriyle ilgili olarak veri akışı sağlayan nesnelerin interneti kavramı da oldukça önemlidir. Bu teknoloji sayesinde ağa bağlanan cihazlar birbirleriyle karşılıklı iletişim kurabilmektedir. Çok sayıda cihaz fiziksel dünyada olayları ve durumları kaydeden sensörlere sahiptir ve bu cihazlara uzaktan erişim mümkün olmaktadır. Uluslararası lojistikte bu tür bilgiler servis süresini azaltmakta ve etkinliğini artırmaktadır. Nesnelerin interneti otomotiv, madencilik ve tıp gibi birçok sanayi kolunda uygulanmakta ve hızla yaygınlaşmaktadır.

3.4.c. Robotik Sistemler

Robot teknolojisi hızlı bir şekilde gelişmektedir. Otomotiv sektöründe robotik sistemler yaygın olarak kullanılmaktadır. Günümüzde robotlar endüstriyel, hizmet ve kişisel kullanım amaçlı robotlar olmak üzere üç kategoriye ayrılmıştır. ISO 8373: 2012'de endüstriyel robot ve robotik cihazlarla ilgili kavramlar tanımlanmıştır. Buna göre robot, endüstriyel otomasyon uygulamalarında kullanılmak üzere sabit veya hareketli olabilen, üç veya daha fazla programlanabilir eksene sahip olan, otomatik olarak kontrol edilebilen, yeniden programlanabilir ve uzaktan kumanda edilebilir cihazlardır. Bu robotlar kaynak, boyama, paletleme, montaj, presleme, taşıma, ürün denetimi, ürün testi gibi sanayide birçok amaçla kullanılabilir. Bu robotlar kaynak, boyama, paletleme, montaj, presleme, taşıma, ürün denetimi, ürün testi gibi sanayide birçok amaçla kullanılabilir.

Sosyo-kültürel-psikolojik özelliklere sahip olan insan; yasal tatiller, izin süreleri, hafta sonu tatilleri, sağlık sorunlarından dolayı izinler, annelik babalık izinleri bağlamında iş yasalarıyla korunmaktadır. Buna ayrıca, işe geç kalmalar vb. birçok etkenin eklenmesiyle neredeyse yılın üçte birlik bir bölümünde işgücü kaybı ortaya çıkmaktadır.

Bunun yanında insanlar tekrarlı ve tek düze işlerden sıkılma eğilimindedir, eğitim sorunları, bilgi, yetenek eksikliği ve dikkatsizlik gibi etkenler de hata oranını artırmaktadır. Sanayi firmaları, genellikle aradıkları nitelikli işgücünü bulamamakta işgücü eğitim sürecinde büyük maliyetlere katlanmaktadır. Tüm bu nedenlerden dolayı sanayi robotları; maaş almadan, 24 saat çalışabilmesi, yasal engellerle karşılaşmaması, eğitim sorunun olmaması, bir yazılımla istenilen işi yapmaya programlanması, tehlikeli ve sağlığa zararlı ortamlarda çalışabilmesi, daha büyük ağırlıkları kaldırabilmesi, sonuca hızlı bir şekilde ulaşabilmesi, hatasız

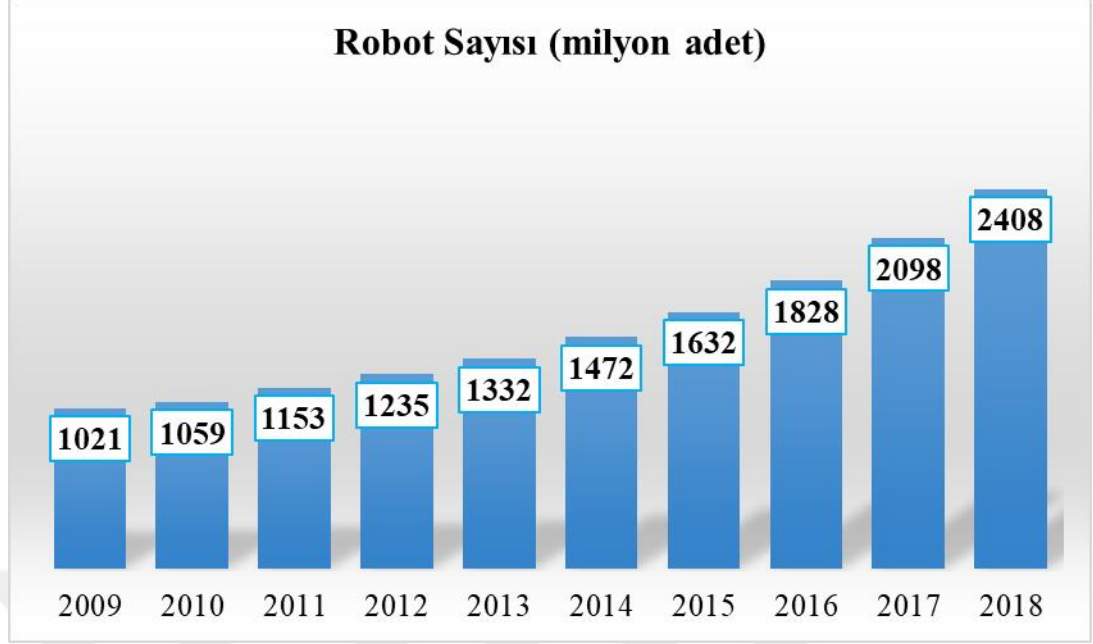
çalışması gibi özellikleri sayesinde personel sayısını ve giderleri büyük ölçüde düşürecek, üretimi niceliksel ve niteliksel olarak büyük ölçüde artırabilecektir. Sanayide robotların yaygınlaşmasıyla maliyetler önemli ölçüde düşecek, kalite ve standartlar ile birlikte etkinlik ve verimlilik artacaktır.

Hizmet amaçlı robot, Uluslararası Robot Federasyonu (IFR) tarafından endüstriyel otomasyon uygulamaları haricinde kalan, insanlar veya ekipmanlar için faydalı hizmetleri yerine getiren robotlar olarak tanımlanmaktadır. Bu hizmetler daha çok güvenliği sağlamak, eğlence, bakım ve onarım, temizlik gibi hizmetlerdir. Bu tür robotların bir özelliği de inceleme, taşıma ve veri toplama gibi işlevleri gerçekleştirmesidir.

Uluslararası Robot Federasyonu verilerine göre, dünyada endüstriyel robot kullanımı 2013-2018 yılları arasında %65 oranında artarak 2.4 milyon adete ulaşmıştır. Avrupa 10.000 çalışan başına 114 birimle robot kullanım yoğunluğunun en fazla olduğu bölgedir, her yıl 76.000 adet robotik sistem kurulumu gerçekleştirilmektedir. 2020 yılında COVID-19 salgının ortaya çıkmasıyla özellikle medikal sektörde robot talebinde artış görülmüştür (IFR, 2020).

IFR (2019), 2019 Dünya Endüstriyel Robot raporuna göre dünya genelinde robotik sistem kurulumu satışları 2018'de %6 artış göstererek 422.271 birime ve 16,5 milyar dolar ciroya ulaşmıştır. Robot kullanım oranlarına sektörel bazda bakıldığında %30 kurulumla otomotiv sanayinin birinci sırada geldiği görülmektedir. Otomotiv sektörünü sırasıyla, elektrik/elektronik (%25), metal ve makine (%10), plastik ve kimya endüstrisi (%5), yiyecek ve içecek sektörü (%3) takip etmektedir. 2013-2018 yılları arasında yıllık kurulum sayısı ortalama %19 artış göstermiştir.

Şekil 3.3. Sanayi Üretiminde Kullanılan Endüstriyel Robot Sayısı (milyon adet) (IFR 2019)



Robotik sistem sektörünün toplam pazar cirosu 421 bin adet satışla 2018’de 48 milyar dolara ulaşmıştır. Bu rakamlar birim maliyetin yaklaşık 110.000\$ olduğunu göstermektedir. Robot endüstrisinde Çin en büyük oyuncu durumundadır. Çin hükümetinin 2025 stratejik planlarında robotik sistemler önemli bir yer tutmaktadır. 2018 yılı itibariyle Çin ekonomisi 154.000 robotik sistemin kurulumuyla dünyada birinci sıradadır ve bu ülkeyi Japonya (55.200) ve ABD (40.400) takip etmektedir.

Türkiye’de imalat sanayinde robotik sistem kurulum sayısı 2017’de 2050 birim olarak gerçekleşmiştir ve yıllık kurulum sayısı bakımından dünya genelinde 20.sıradadır. Kullanım oranlarına bakıldığında dünya ortalamasının altında kaldığı görülmektedir. Yeni robot kurulumlarının %54’ü taşıma uygulamaları, %28’i kaynak sistemleri, %39’u otomotiv, %14’ü metal, %14’ü plastik ve kimya sektöründe gerçekleşmiştir. Robot yoğunluğundaki artışın yüksek olduğu sektör otomotiv sektörüdür. IFR 2018 raporu verilerine göre Türkiye’de imalat sanayinde

10 bin işçiye ortalama 27 robot düşmektedir ancak otomotiv sektöründe bu rakam 194 olup, diğer sektörlerde ise 17'dir. Türkiye'de robotların %35'i otomotiv, %23'ü metal sanayinde ve %15'i plastik ve kimya sanayinde kullanılmaktadır. Kalan %27'si ise tarım da dahil olmak üzere 30'a yakın sektöre dağılmış durumdadır (IFR, 2020).

Sonuç olarak Sanayi 4.0' la birlikte dünya ekonominin dijitalleşmesi, iş yapma koşullarını değiştirmiş, yeni teknolojilerle işgücü maliyetlerinin toplam üretim maliyetlerindeki payı büyük ölçüde azalmıştır. 3D yazıcı ve baskı sistemleri ve robotlaşmanın yanı sıra büyük veri setlerinin etkili bir şekilde analiz edilebilmesi sayesinde gelecekte üretim ve ticaret merkezlerinde önemli değişiklikler olacaktır. Günümüzde pek çok Asya ülkesi ve gelişmekte olan ülkelerde sanayi ithalatından dolayı dış ticaret açığı sorunları yaşamaktadır. Robotik sistemler ve 3D yazıcıların yaygın kullanımıyla ithal ürünlerin ve ara malların ülke içinde üretilebilmesi bu ülkelerin ticaret pozisyonlarını ve rekabet güçlerini iyileştirecektir. Buna karşılık dijital dönüşümü gerçekleştiremeyen sadece küresel zincirlerin parça tedarikçisi durumundaki ülkeler zorluklarla karşı karşıya kalacaklardır.

BÖLÜM IV

TÜRKİYE EKONOMİSİNDE SANAYİ 4.0

Bu bölümde Türkiye'nin Sanayi 4.0'a hazırlık durumu Almanya örneği ile karşılaştırılacak, Türkiye'nin dünyada ülkeler arasındaki konumu irdelenecek ve Türkiye'de Sanayi 4.0'ın işletme ölçeğine ve Türkiye ekonomisinde öne çıkan imalat sanayi sektörlerine göre yayılımı incelenecektir.

4.1. Dijital Ekonomide Almanya ve Türkiye'nin Konumu

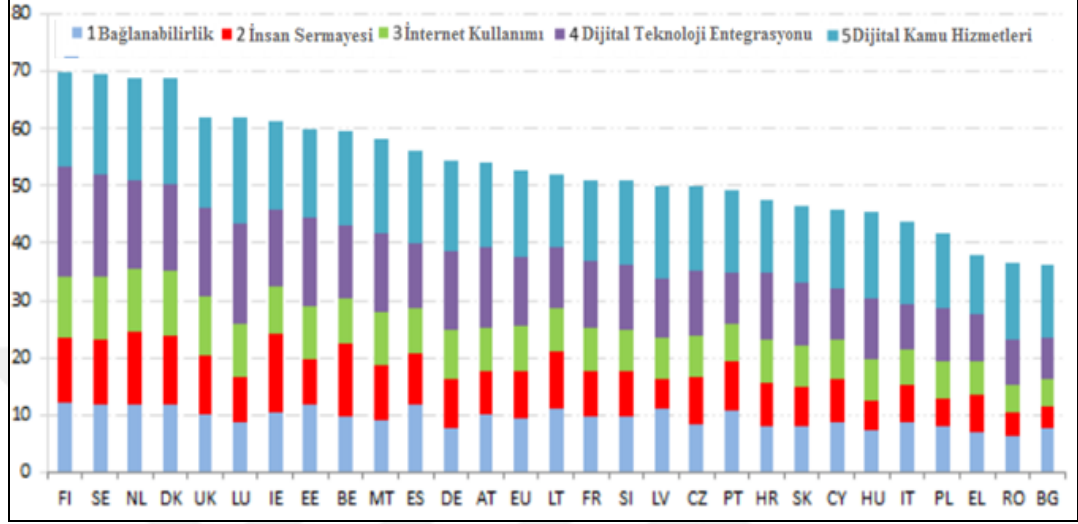
Türkiye ekonomisinde Sanayi 4.0 uygulamalarının açıklanmasına geçmeden önce Türkiye'nin neredeyse tüm sanayi kollarında Avrupa'daki en büyük rakibi olan; Sanayi 4.0 kavramını geliştiren ve ilk uygulayan ülkelerden Almanya'nın dijital dönüşümde mevcut durumunu incelemek yerinde olacaktır. Avrupa Dijital Gelişim Raporu (EDPR); Dijital Ekonomi ve Toplum Endeksi (DESI)'den gelen kantitatif verilerle ülkelerden gelen nitel verileri birleştirerek üye devlerin dijitalleşmelerinin kaydettiği ilerlemeleri takip etmektedir. Bu ilerlemeler beş temel kategoriye ayrılmıştır (Avrupa Komisyonu 2020):

- Bağlanabilirlik: Sabit geniş bant, mobil geniş bant, geniş bant hızı ve fiyatlar
- İnsan Sermayesi: İnternet kullanımı, temel ve ileri dijital beceriler
- İnternet Kullanımı: Vatandaşların içerik, iletişim ve çevrimiçi işlemleri kullanımı
- Dijital Teknolojinin Entegrasyonu: İşletme sayısallaştırması ve e-Ticaret

- Dijital Kamu Hizmetleri: e-Devlet

Rapora göre Almanya'nın Avrupa'daki dijital endeks sıralaması aşağıdaki grafikte verilmiştir.

Şekil 4.1. Avrupa Birliği Ülkeleri Dijital Ekonomi ve Toplum Endeksi (DESI) Sıralaması



Grafikten görüleceği üzere 2019'da listenin ilk sıralarında İskandinav ve Benelüks ülkeleri yer almaktadır. Almanya (DE) ise ortalama skoru 54,4 ile 28 Avrupa ülkesi arasında 12.sırada yer almaktadır. Almanya'nın Avrupa ortalamasının üstündeki performansının en önemli nedeni çok hızlı genişbant internetin ülkenin neredeyse tamamını kapsaması, kırsal alanlarda da ileri düzeyde mobil teknolojilerinin kullanılması ve internet kullanıcılarının dijital becerilerinin yüksek olmasıdır. Bu sayede Alman firmaları dijital teknolojilerin entegrasyonunda yüksek skorlar elde edebilmişlerdir. Dijital beceriler yönünden 7.sıradadır. Bununla birlikte Almanya'da Bilgi İletişim Teknoloji (BİT) uzmanları yönünden eksiklik bulunmakta ve bu durum sanayinin gelişmesini engelleyici bir risk faktörü durumundadır. Almanya'da internet kullanıcıları oldukça aktiftir ve internette sıklıkla alışveriş yapmaktadırlar. Alman firmaları dijital ekonominin sunduğu olanakları sonuna kadar kullanmaktadırlar. Grafikten de görülebileceği gibi

Almanya'nın dijital dönüşüm alanında yaşadığı en büyük zorluk e-devlet konusundadır ve bu alanda Almanya 26.sırada yani sondan ikinci sırada yer almakta olup, kamu yetkilileri ve vatandaşlar arasındaki iletişim ve etkileşimde bir sorun bulunmaktadır. Alman nüfusunun sadece %43'ü e-devlet üyesi ve nüfusun sadece %7'si e-sağlık hizmetlerini kullanmaktadır. Tüm kamu hizmetlerinin bir araya geldiği bir e-devlet sistemi kurulamamıştır. Türkiye'nin bu konuda Almanya'dan daha iyi olduğu söylenebilir. Almanya'da genişbant internet ülkenin %98'ini, mobilbant %73'ünü, 4G ise %86'sını kapsamaktadır. Hane halkının %87'sinin sabit genişbant internet erişimi bulunmaktadır. İnternet fiyatları da gelire karşılaştığında Avrupa'da ikinci en düşük ülkedir. Bu alandaki skoru 63.4'tür ve 11. sırada gelmektedir (Avrupa Komisyonu, 2020).

Türkiye ile Almanya Sanayi 4.0 bağlamında karşılaştırıldığında, dijital kamu hizmetleri bakımından eksikliklerin olduğu bilinen Almanya'nın telekomünikasyon altyapısı, insan sermayesi, dijital teknolojilerin entegrasyonu, işletmelerin internet kullanımı gibi diğer birçok bakımdan Türkiye'nin önünde olduğu görülmektedir.

Küresel Bilgi Teknolojisi raporuna göre Türkiye'nin 139 ülke içerisinde sıralaması ve puanları aşağıdaki tabloda verilmiştir. Bu rapor ülkelerin gelişmekte olan dijital teknolojilerin faydalarından, dijital devrimin sunduğu fırsatlardan yararlanmaya ne kadar hazır olduğunu değerlendirmektedir. Tablo 1'den görüleceği üzere Türkiye orta sıralarda yer almaktadır, en yüksek puanları ucuz mobil ve sabit internet tarifeleriyle ve toplumun dijital becerilerini geliştirerek bireysel kullanımı artırmasıdır. İş dünyası ve yenilik ortamı, alt yapı ve bireysel kullanımın fırsatlardan yararlanma konusunda olumlu etki yaratabileceği görülmektedir.

Alt İndeksler ve Bileşenleri	Sıra No (139 ülke)	Puan (1-7 ölçeği)
A. ÇEVRE ALT İNDEKSİ	49	4,2
1. Siyasi ve düzenleyici Çevre	69	3,8
2. İş dünyası ve yenilik ortamı	43	4,7
B. HAZIR OLMA ALT İNDEKSİ	40	5,5
3. Altyapı	59	4,5
4. Ekonomiklik	2	6,9
5. Beceriler	69	5,0
C. KULLANIM ALT İNDEKSİ	59	4,0
6. Bireysel Kullanım	65	4,3
7. İş dünyası kullanımı	56	3,8
8. Devlet kullanımı	57	4,1
D. ETKİ ALT İNDEKSİ	58	3,8
9. Ekonomik etkiler	67	3,2
10. Sosyal etkiler	54	4,4

Tablo 4.1. Küresel Bilgi Teknolojisi Raporunda Türkiye'nin Ağ Ekonomisine Hazırlık Karnesi (Dünya Ekonomik Forumu 2016)

4.2. Sanayi 4.0 Kapsamında Ülkelere Göre Sıralama

Türkiye ekonomisi yukarıda açıklanan sıralama ve değerlendirmelerde nispeten düşük puan alırken, endüstrinin gelişmesi için daha geniş koşulları değerlendiren A.T. Kearney (2018) göre, Türkiye ekonomisinin nispeten daha iyi performans gösterdiği görülmüştür. Kearney tarafından hazırlanan Raporda, Dördüncü Sanayi Devrimi ve Nesnelerin İnterneti, yapay zeka, robotik ve artımlı (eklemeli) üretim gibi üretimi önemli ölçüde artıracak yeni üretim tekniklerinin ve iş modellerinin geliştirilmesini teşvik edecek Sanayi 4.0 bileşenleri değerlendirilmiştir. Bu yeni trendler, düşük maliyetli ihrac ürünlerinin üretilmesini sağlamakta ve ülke ekonomisinin büyüme ve gelişmesinde önemli etken durumuna gelmektedir. Bu nedenle rekabet gücü zayıflayan ülkelerin yeni zorlukların üstesinden gelmek için bu yeni gelişmelere uyum sağlamaları gerekmektedir.

Bu raporda 100 farklı ülke ekonomisi, üretim yapısı, üretim çeşitliliği ve üretim faktörleri (teknolojiler ve yenilikler, beşeri sermaye, dış ticaret ve yatırım,

kurumsal koşullar, kaynakların sürdürülebilirliği ve ilgili ülkeden gelen mallara olan dış talep) açısından değerlendirmiştir. 100 ülkenin ilk 25'i liderler şeklinde onu takip eden 10 ülke ise legacy adı altında gruplandırılmıştır. Türkiye ekonomisi ikinci grupta 32'nci sırada yer almaktadır. Liderler olarak tanımlanan ülkeler şu anda üretimde önde gelen ve gelecekte üretime iyi hazırlanmış ülkeler olarak nitelendirilmektedir. Bu ülkeler dünyadaki en kompleks ekonomilerdir ve küresel katma değerin çoğundan sorumludurlar. Bu ülkeler tüm üretim alanlarında en iyi performans sergileyen ülkeler olup, yeni teknolojiler tasarlama, test etme ve yaratmada liderdir ve birçoğu Dördüncü Sanayi Devriminden yararlanmak için stratejiler geliştirmişlerdir (A.T. Kearney 2018). Legacy grubu ise şu anda üretimde önde gelen ancak gelecekte zayıf performans gösterme riskleri bulunan ülkelerdir. Türkiye bu grupta da sondan bir önce yer almaktadır.

Sıralama	Ülke	Üretim Yapısı		Üretim Çeşitliliği		Üretim Ölçeği	
		Puan	Derece	Puan	Derece	Puan	Derece
1	Japonya	8,99	1	10	1	7,47	5
2	Kore	8,85	2	8,96	4	8,69	2
3	Almanya	8,68	3	9,4	3	7,59	4
4	İsviçre	8,39	4	9,82	2	6,25	12
5	Çin	8,25	5	7,08	27	10	1
6	Çek Cumhuriyeti	7,94	6	8,74	5	6,76	8
7	ABD	7,78	7	8,58	8	6,59	10
8	İsveç	7,46	8	8,74	5	5,55	23
9	Avusturya	7,46	9	8,69	7	5,62	21
10	İrlanda	7,34	10	8,16	13	6,11	14
11	Singapur	7,28	11	8,4	11	5,59	22
12	Birleşik Krallık	7,05	13	8,58	8	4,74	37
13	Finlandiya	7,00	14	8,43	10	4,85	33
14	İtalya	6,99	15	7,74	18	5,87	16
15	Fransa	6,87	18	8	15	5,18	28
16	Polonya	6,83	19	7,47	21	5,88	15
17	Malezya	6,81	20	6,8	30	6,82	7
18	Slovenya	6,80	21	8,27	12	4,6	39
19	Belçika	6,51	24	7,61	19	4,88	32
20	İsrail	6,43	25	7,87	16	4,27	48
21	Hollanda	6,32	26	7,43	22	4,65	38
22	Danimarka	6,29	27	7,61	19	4,31	46
23	İspanya	6,05	29	6,7	32	5,06	30
24	Kanada	5,81	33	6,5	34	4,77	34
25	Estonya	5,75	34	7,36	23	3,34	70
26	Tayland	7,13	12	6,64	33	7,86	3
27	Slovakya	6,98	16	7,87	16	5,65	20
28	Macaristan	6,96	17	8,05	14	5,33	26
29	Meksika	6,74	22	7,16	25	6,11	13
30	Romanya	6,61	23	7,25	24	5,65	19
31	Filipinler	6,12	28	5,91	43	6,44	11
32	Hindistan	5,99	30	5,57	48	6,61	9
33	Litvanya	5,92	31	6,84	29	4,53	41
34	Türkiye	5,87	32	5,93	42	5,77	18
35	Rusya	5,71	35	5,9	44	5,42	25
36	Norveç	5,65	36	7,09	26	3,48	67
37	Portekiz	5,36	39	6,23	39	4,07	52
38	Yeni Zelanda	4,79	53	5,67	45	3,48	68
39	BAE	4,53	57	5,05	58	3,76	59
40	Hong Kong	4,52	58	6,8	31	1,1	97
41	Avustralya	4,26	61	4,47	68	3,96	54
42	Katar	3,89	72	4,28	74	3,3	71

Tablo 4.2. Üretim Yapısı Bakımından İlk 42 Ülke

Tablo 4.2’de ülkelere göre genel sıralamada önde gelen 42 ülkede üretim yapısının değerlendirilmesine ilişkin veriler sunulmuştur. Bu ekonomiler arasında Türkiye nispeten düşük olarak nitelendirilen 34. sırada yer alırken, söz konusu sıralamada daha aşağılara düşüşünü engelleyen büyük bir sanayi üretim ölçeğine (18.) sahip olmasıdır.

Tablo 4.3’te ise üretim faktörlerinin analizi bakımından da Türkiye’nin 34.sırada yer aldığı görülmektedir. Türkiye’nin en kötü skorunun insan sermayesi alanında ve kurumsal çerçevede olduğu görülmektedir. Buna karşın Türkiye’nin üst sıralarda yer almasının nedeni talep ortamı/çevresinin nispeten yüksek olmasıdır (26.). Türkiye’nin küresel ticaret ve yatırım (57.), talep ortamı ve sürdürülebilir kaynaklar, kurumsal çerçeve (64.), teknolojik ve yenilikler (54.) ve insan sermayesi konularından (72.) düşük puanlar aldığını göstermektedir. Bir ekonominin sanayi potansiyelini belirleyen daha fazla sayıda faktörün değerlendirmeye dahil edildiği A.T. Kearney (2018) raporunda geçen sıralamalarda ülkelerin teknolojik potansiyel ve BİT altyapısının daha geniş kapsamlı değerlendirildiği görülmektedir. Söz konusu raporun, Türk sanayinin 4. Sanayi Devrimine geçişte karşılaşılabileceği zorluklara karşı hazırlık durumu da dahil olmak üzere iyileştirilmesi gereken zayıflıkları göstermesi açısından daha faydalı olduğu düşünülmektedir.

Sıralama	Ülke	Ürün Çeşitliliği		Teknoloji ve İnovasyon		İnsan Sermayesi		Küresel Ticaret ve Yatırım		Kurumsal Çerçeve		Sürdürülebilir Kaynaklar		Talep Çevresi	
		Skor	Derece	Skor	Derece	Skor	Derece	Skor	Derece	Skor	Derece	Skor	Derece	Skor	Derece
1	ABD	8,16	1	8,52	1	7,91	3	7,73	5	8,55	9	6,69	37	8,54	1
2	Singapur	7,96	2	7,36	6	8	2	9,02	1	9,13	1	6,1	56	6,38	14
3	İsviçre	7,92	3	7,87	3	8,47	1	7,21	10	8,83	5	8,75	3	6,68	7
4	Birleşik Krallık	7,84	4	8,05	2	7,48	8	8,29	4	8,24	13	7,42	22	7,08	6
5	Hollanda	7,75	5	7,73	4	7,12	13	8,37	3	8,69	8	7,73	15	6,56	9
6	Almanya	7,56	6	7,16	8	7,49	7	7,32	8	8,22	14	7,78	13	7,55	4
7	Kanada	7,54	7	7,08	10	7,9	4	7,49	6	8,47	10	7,71	16	6,42	12
8	İsviçre	7,4	9	7,31	7	7,51	6	6,77	19	8,82	6	8,78	2	5,88	24
9	Danimarka	7,2	10	6,9	12	7,3	12	6,79	18	8,84	4	8,38	8	5,41	34
10	Finlandiya	7,16	11	7,45	5	7,34	11	6,06	29	8,89	3	8,46	6	5,29	37
11	Fransa	6,89	14	6,82	14	6,48	23	6,94	14	7,31	21	8,19	10	6,5	10
12	İrlanda	6,85	15	6,57	18	6,99	14	6,83	16	7,92	16	6,7	36	5,66	30
13	Japonya	6,82	16	6,58	16	6,03	28	6,2	27	7,76	17	6,67	39	7,81	3
14	Belçika	6,8	17	6,41	19	6,91	15	6,66	21	7,57	18	7,12	24	6,22	18
15	Avusturya	6,79	18	6,2	21	6,78	18	6,54	22	8,04	15	8,74	4	5,63	31
16	Kore	6,51	21	6,57	17	5,9	30	6,82	17	6,86	25	6,49	46	6,4	13
17	Malezya	6,51	22	5,85	23	6,52	21	7,39	7	6,56	30	5,98	60	6,32	17
18	İsrail	6,24	23	6,79	15	6,83	17	5,34	53	7,01	23	6,03	58	4,96	44
19	İspanya	6,23	24	5,69	26	5,9	31	6,85	15	6,54	31	6,91	29	5,93	22
20	Çin	6,14	25	5,74	25	5,57	40	7,21	9	4,88	61	5,52	66	7,93	2
21	Çek Cumhuriyeti	6,01	26	5,07	31	6,5	22	6,22	26	6,66	29	7,57	18	4,97	43
22	Estonya	6	27	5,8	24	6,52	20	5,83	35	7,33	20	6,24	52	3,95	74
23	İtalya	5,9	30	5,66	27	5,89	32	6,02	30	5,23	48	6,92	28	6,62	8
24	Polonya	5,83	31	4,75	37	5,66	36	6,41	23	6,14	39	7,09	25	5,9	23
25	Slovenya	5,71	32	4,82	35	6,03	27	5,62	40	6,79	27	8,56	5	4,18	67
26	Tayland	5,45	35	4,56	41	5,05	53	6,74	20	5,01	51	6,28	49	5,77	28
27	Litvanya	5,42	37	4,73	38	5,87	33	4,96	62	6,71	28	7,43	21	3,98	73
28	Slovakya	5,33	40	4,24	51	5,32	45	5,91	34	5,9	42	8,29	9	4,27	61
29	Macaristan	5,3	42	4,42	49	5,47	42	5,55	44	5,7	44	7,95	12	4,51	59
30	Rusya	5,3	43	4,65	39	6,27	25	5,45	49	3,79	87	6,7	35	6,19	20
31	Hindistan	5,24	44	4,84	34	4,66	63	5,16	55	4,99	54	3,97	96	7,43	5
32	Meksika	5,04	46	4,51	43	4,45	73	6,25	25	4,15	84	5,88	61	5,85	25
33	Romanya	4,93	52	3,85	67	4,93	57	5,12	58	5,47	46	7,29	23	4,57	57
34	Türkiye	4,9	57	4,18	54	4,45	72	5,13	57	4,8	64	6,25	51	5,82	26
35	Filipinler	4,51	66	4,02	59	4,59	66	4,52	69	4,35	76	5,45	69	4,94	45
36	Hong Kong	7,45	8	7,14	9	6,86	16	8,43	2	8,43	11	6,54	43	6,37	16
37	Avustralya	7,14	12	6,91	11	7,41	9	7,12	12	8,32	12	6,47	47	5,78	27
38	Norveç	7,07	13	6,86	13	7,75	5	5,67	38	8,72	7	8,84	1	5,55	32
39	BAE	6,76	19	6,28	20	6,62	19	7,19	11	7,46	19	5,44	70	6,5	11
40	Yeni Zelanda	6,73	20	6,06	22	7,38	10	5,55	45	9,1	2	7,75	14	4,85	50
41	Portekiz	5,99	28	5,49	28	6,02	29	6,13	28	6,86	26	6,71	34	5,01	40
42	Katar	5,99	29	5,16	29	6,11	26	5,78	37	7,07	22	5,51	67	5,76	29

Tablo 4.3. Teknoloji Dönüşümü Bakımından İlk 42 Ülke

4.3. Sektörlere Göre Türkiye’de Sanayi 4.0

Bu başlık altında, Türkiye’de tüm sektörlerde olmasa da belli başlı sektörlerde ve imalat sanayinde ağırlığı olan Kobi’lerde Sanayi 4.0 uygulamalarının kısa bir değerlendirmesine yer verilmiştir.

4.3.a. KOBİ’lerde Sanayi 4.0

Sanayi 4.0 modern üretim sistemleri ve bilişim teknolojileri açısından büyük bir dönüşümü ve değişimi gerektirmektedir. Bu değişim ve dönüşümü gerçekleştirebilmek için işletmelerin birçok yönden gerekli alt yapıya ve desteğe de sahip olması gerekmektedir. Sanayi 4.0 işletme içinde uygulanmaya başladıktan sonra mevcut sistem ile yeni teknolojilerin birbiri ile uyumlu çalışacak şekilde

entegre olması ve senkronize çalışabilmesi, sistemin devamlılığı için gereklidir. Bu endüstriyel dönüşümde verilerin büyüklüğünün artması ve onların güvenliğinin sağlanması noktasında işletmelere de büyük bir sorumluluk düşmektedir. Türkiye’de KOBİ’ler yeni sanayi dönemine henüz hazır değildirler; bu süreçte en fazla yeterli bütçe, gerekli bilgi donanım ve teknolojik alt yapıyı sağlama noktasında zorlanacakları düşünülmektedir. Ayrıca, küçük/orta ölçekli işletmelerin yeni teknoloji uygulamaları sayesinde en çok beklentisinin olduğu alanlar: yenilikçi üretim anlayışını kazanmaları, daha kaliteli ürünler üretebilmeleri, katma değersiz işlerde iyileştirmeler yapabilmeleri ve işletmelerin kurumsallaşmasına yardım etmesi olarak belirlenmiştir (Çevik D., 2019, s. 277;288).

Türkiye’nin imalat sanayi incelendiğinde üretimin düşük ve orta düşük teknolojili ürünler üzerinde yoğunlaştığı görülmektedir ancak, orta gelir tuzağında bulunan Türkiye’nin, gelişmiş ülkeler düzeyine çıkması ve yüksek gelirli ekonomiler arasına girebilmesi için, ileri teknoloji üretime geçmesi zorunludur. Sanayi 4.0’daki gelişmeler de yüksek teknolojili üretime geçişin ne kadar önemli olduğunu ortaya koymaktadır. Teknoloji düzeyinin artması gelir ve ücretleri de artırmakta ve bu durum refah ve tasarruf seviyesinin artmasına neden olmaktadır (Tutar, Terzi, & Tınmaz, 2018, s. 207).

4.3.b. Medya Sektörü

Diğer tüm alanlarla birlikte dijital basın yayın sektörü de Sanayi 4.0 uygulamalarından derinden etkilenmeye devam etmektedir. Bu dönüşüm sürecinde, haber niteliği olan veya olabilecek bilgilerin tespit edilmesi, haber niteliğini haiz olanların ortaya çıkarılması, kamuoyuna sunulması vb. süreçlerde yapay zeka teknolojileri, içerik analizi, ağ analizi vb. tekniklerin kullanıldığı görülmektedir.

Örneğin, dünyanın en çok kullanılan arama motoru uygulaması hizmetini sunan Google, Dijital Haberler İnisyatifi (The Digital News Initiative) projesini finanse etmektedir. Bu proje, medya sektörü için tasarlanan yapay zeka uygulamaları ile büyük veri üzerinden haber niteliği haiz bilgileri toplamakta, filtrelemekte, ilgili hedef kitlelere ve coğrafyalara talep edilen formatlarda sunabilmektedir (Ayer 2018, s. 2320-2321).

4.3.c. Otomotiv Sektörü

Sanayi 4.0'la birlikte üretim sistemlerindeki söz konusu bu değişimden en çok etkilenecek sanayilerden biri de otomotiv sektörüdür. Gerçekleşen yeni dönüşümün sektöre avantaj sağlaması beklenirken, dezavantajların da olabileceği düşünülmektedir. Türkiye bu sektörde dünyada önde gelen üretici ülkelerdendir. Türkiye'nin zengin ekonomiler sınıfına girebilmesi için yüksek katma değer getiren sektörlerle daha fazla odaklanması gerekmektedir. Bu bağlamda otomotiv sektöründe Sanayi 4.0 için gerekli dönüşümlerin yapılması oldukça önemlidir. Katma değer bakımından incelendiğinde ilk üç sektör arasında yer alan Türkiye otomotiv sektörü, öncelikli sektörler arasında yerini almalı, ulusal vizyon ve gerekli alt yapı oluşturulmalıdır. Endüstri 4.0'a adaptasyon sürecinde öncelikle üreticilere farkındalık yaratılmalı, değişimler devlet tarafından desteklenmelidir. Sanayideki dönüşüm sürecinde ağırlık verilmesi gereken en önemli konulardan biri nitelikli işgücünü oluşturmak için teknik eğitime önem verilmesi olmalıdır. Otomotiv ana sanayi ve yan sanayide ulusal nitelikte Ar-Ge merkezleri sayıca arttırılmalı ve inovasyon çalışmalarına ağırlık verilmelidir (Gabaçlı & Uzunöz, 2017).

4.3.ç. Mobilya Sektörü

Mobilya sektörü hanehalkları için yaşamlarının önemli bir kısmını geçirdikleri ev ortamında ve işyerlerinde yaşam kalitelerini doğrudan etkilemekte, bu yönüyle diğer sektörlerden farklı olarak özneliği öne çıkaran kişiye özel ürünlere doğru evrilen bir sektör olarak öne çıkmaktadır. Bunda, sanayi 4.0 teknolojilerinin getirdiği imkanlar, mobilya malzemelerinin üretiminden, CAD/CAM uygulamaları ile tasarlanan ürünlerin istenilen şekilde ortaya konulabilmesine imkan sağlayan CNC vb. üretim araçlarının sektörde yaygınlaşmasının etkisi büyüktür.

Bu teknoloji dönüşüm sayesinde, daha insan, doğa ve tasarım odaklı yenilikçi ürünlerin ortaya çıkması ile sektörün yapısının butik ve niş ürünler alt segmentinde gelişeceği öngörülmektedir. Halihazırda Türkiye’de Mobilya sektörü en önemli imalat ve dış ticaret sektörlerinden birisi olarak öne çıkmaktadır. İç pazar büyüklüğü 36 bin üreticisiyle yıllık 10 milyar dolara erişmiştir. Bu sektör ileri bağlantıları yüksek bir sektör olarak, 19 farklı sektörü de etkileyebilmektedir (Öztürk & Koç, 2018).

4.3.d. Lojistik Sektörü

Endüstri 4.0 uygulamaları arttıkça, üretim sürecinin en önemli unsurlardan biri olan lojistik sektöründe de iş süreçleri yeniden belirlenecektir. Lojistik faaliyetler üretilen malların, hizmetlerin ve tüm bilgi akışının üretim noktasından son tüketiciye kadar etkin ve verimli bir biçimde taşınması ve depolanması sürecindeki tüm faaliyetleri kapsamaktadır. Günümüzde Özellikle siber-fiziksel sistemler ve süreçleri otonom şekilde yöneten bilgisayarlı sistemler lojistik sistemlerin ölçülebilirliklerini, verimliliklerini ve sürdürülebilirliklerini önemli

ölçüde artırmıştır. Endüstri 4.0 lojistik sektörüne inovasyon, katma değer ve sürdürülebilirlik noktasında çok önemli fırsatlar sunmaktadır (Özdemir & Özgüner, 2018, s. 42-43).



BÖLÜM V

TÜRKİYE’NİN DIŞ TİCARETTE REKABET GÜCÜ

Çalışmanın bu bölümünde Türk imalat sanayisinin dış ticaretteki rekabet gücü, ithalat ve ihracatın yönünü dolayısıyla sermaye mallarının, ara malların tüketim mallarının akımını ayırt etmeye olanak sağlayan BEC sınıflandırmasına göre değerlendirilmiştir. Böylelikle üretim zincirlerinin ve sektörlerin analizi ticaret akımları bağlamında daha iyi anlaşılabilir. Bunu ifade eder.

Küreselleşme olgusu üretimde kullanılan çok farklı sayıdaki ara malların ve yatırım mallarının düşük maliyetle dünyanın çeşitli bölgelerinden daha kolay ve düşük maliyetlerle tedarik edilmesine olanak sağlamıştır. Bu olanak, ithal ürünleri kullanan firmalara bir rekabet avantajı da kazandırırken, yüksek maliyetle üretim yapan firmaları ise olumsuz etkilemektedir. Bunun yanında tüketicilerin giderek bilinçlenmesi, kaliteli ürün talebi, dünya genelinde üretim ve kalite standartlarının geliştirilmesine neden olmuş; bu tür kalite duyarlılığı yüksek pazarlara girmek için de küresel üretim ağları ve küresel alıcılar tarafından belirlenen standartlara uyma gerekliliğini doğurmuştur. Bu durum firmaların üretim yaparken kullandıkları tüm girdilerde niteliğe daha fazla dikkat etmelerini gerektirmiştir.

Küresel üretim zincirleri ve ağları gibi dikey uzmanlaşma yapıları sanayi-içi ticareti artırmış ve dış ticaret hacmini hızla geliştirmiştir. İthalatın üretim hacminden daha yüksek oranlarda büyümesi birçok ülkede ithalat girdi payını artırdığı gibi, gelişmekte olan ülkelerin rekabet ettiği ürünlerin fiyatlarında büyük düşüşler meydana geldiği için dış ticaret hadlerinde de önemli değişiklikler

yaşanmıştır. Söz konusu gelişmeler Türkiye ekonomisi için de geçerli olmuştur. Osmanlı döneminden beri sanayi yapısında en önemli yeri tutan tekstil sektörünün 1990'lardan itibaren (özellikle gümrük birliğinden sonra) dış ticaretteki payı giderek gerilemiş yerini taşıt araçları, elektrikli makine, ana metal ve işlenmiş metal gibi emek yoğunluğu görece daha düşük olan sektörler almıştır (Saygılı, Cihan, Yalçın, & Hamsici, 2010, s. 2).

5.1. Türkiye Ekonomisinde Dış Ticaretin Önemi

Dış ticaret hacminin milli gelire oranı 1990'da %24,5 düzeyindeyken 2008 yılından itibaren %50'lere ulaşmıştır. İmalat sanayi ve endüstri-içi ticaret oranları da %60'ların üzerine çıkmıştır. Dışa açıklık oranının artmasında endüstri-içi ticaretin büyük payı olmuştur.

2019 yılı dış ticaret verilerine göre Türkiye'nin ihracatı 180,46 milyar ithalatı ise 210,4 milyar dolar olarak gerçekleşmiş; buna göre dış ticaret 30 milyar dolar olarak açık vermiştir. Türkiye ile ilgili dış ticaret verilerinde dikkat edilmesi gereken bir husus da bir turizm ülkesi olarak 30 milyar doların üstünde gelire sahip olması ve dış ticaret açığının büyük bir kısmını bu şekilde kapatabilmesidir.

Dış ticaretin ülkenin yıllık büyümesine katkısı 4,7 olarak gerçekleşmiş; bu rakam son 18 yıldaki en büyük oran olmuştur. Devletin ihracatçılara verdiği destek 3,2 milyar dolar olarak gerçekleşmiştir.

Türkiye'nin ihracatında en büyük payı 16,6 milyar dolarla Almanya'ya yapılan hammadde ve ara mal satışları almakta, onun ardından 11,28 milyar dolarla İngiltere ve 10,2 milyar dolarla Irak gelmektedir. İthalatta ise en büyük payı 23,1

milyar dolarla Rusya; 19,1 milyar dolarla Çin, 11,9 milyar dolarla ABD ve 9,3 milyar dolarla İtalya almaktadır.

5.2. Dış Ticaretin Sektörel Yapısı

TÜİK'ten elde edilen 2018 dış ticaret verileri sanayi ve ticaret ayırımı yapılarak sektörlere göre Tablo 5.2'de verilmiş, orijinal verilerdeki toplam miktardaki “diğer” kategorisi bu tabloda kapsam dışında bırakılmıştır. İstatistiklere göre Türkiye'nin ihracata yönelik yapılan toplam imalat sanayi üretiminin yaklaşık %22'sini otomotiv sektörü oluşturmaktadır ve en büyük payı almaktadır. Bu sektörü yaklaşık %18'le metal sektörü (ana metal +fabrikasyon metal) üretimi takip etmektedir. Üçüncü sırada ise yaklaşık %10'la giyim eşyası ve tekstil sektörü gelmektedir.

Tablo 5.1 ve Tablo 5.2 birlikte incelendiğinde Türkiye imalat sanayinin yurt dışına sattığı ihraç ürünlerin üretiminde, ithal girdiler olarak ara malı ve yatırım malları kullandıkları anlaşılmaktadır. Özellikle otomotiv, elektrikli makine ve ana metal gibi uzmanlaşma yapısında öne çıkan sektörlerde ithal girdi kullanım oranlarının, tekstil gibi emek yoğun sektörlerle göre daha yüksek olduğu görülmektedir. Sonuç olarak Türkiye'de üretim yapısının değişmesi ara malları ve yatırım malları gibi ithalat girdi miktarlarını yüksek oranda artırmıştır.

Merkez Bankasının yaptığı bir çalışmada firmaların büyük bölümünün neden ithal ara mal ve yatırım malları kullandıkları araştırılmış; araştırma sonuçlarına göre bunun nedenleri; yurt içi üretimin bu ürünlerde yeterli miktarda ve kalitede olmaması, Çin ve Hindistan gibi ülkelere daha ucuza tedarik imkanı,

küresel üretim ağları (dikey uzmanlaşma yapıları) ve yabancı sermaye şirketlerin örgütlenme yapıları olarak belirtilmiştir (Saygılı, Cihan, Yalçın, & Hamsici, 2010).

İhracat Verileri (1000 Dolar)	Toplam	Sanayi	Ticaret
Toplam	167.917.921	96.551.530	65.380.598
Tarım, ormancılık ve balıkçılık ürünleri	5.957.503	1.597.209	3.515.368
Madencilik, taş ocaklığı	3.384.304	1.389.073	1.728.556
İmalat sanayi	157.849.496	93.226.337	59.784.242
Motorlu kara taşıtları, treyler (römork) ve yarı treyler (yarı römork)	27.055.961	20.967.436	5.974.808
Ana metaller	19.242.558	11.062.578	6.923.136
Giyim eşyası	15.604.738	5.274.934	9.986.717
Tekstil	11.629.534	5.163.626	6.357.455
Gıda ürünleri	10.995.052	6.975.383	3.818.189
Makine ve Ekipmanlar	10.858.646	6.841.909	3.594.771
Elektrikli teçhizat	10.516.006	6.954.816	3.320.437
Fabrikasyon metal ürünler (makine ve ekipmanlar hariç)	8.151.114	5.280.307	2.407.081
Kimyasallar ve kimyasal ürünler	8.150.497	4.630.180	3.409.488
Kauçuk ve plastik ürünler	7.498.435	5.283.705	2.064.776
Diğer mamul eşyalar	5.507.131	2.380.133	2.961.399
Diğer metalik olmayan mineral ürünler	4.127.190	1.876.158	2.086.309
Kok ve rafine petrol ürünleri	4.038.633	2.745.675	1.249.880
Diğer ulaşım araçları	2.758.801	1.848.909	338.309
Bilgisayarlar ile elektronik ve optik ürünler	2.524.257	711.536	1.655.740
Kağıt ve kağıt ürünleri	2.488.911	1.571.030	863.958
Mobilya	2.341.400	1.057.327	1.151.075
Deri ve ilgili ürünler	1.325.102	507.728	782.966
Temel eczacılık ürünleri ve müstahzarları	1.189.528	847.481	338.821
Kereste, ağaç ürün. ve mantar ürün.(mobilya hariç); has. ve örme malzemeleri	854.398	501.095	302.995
Tütün ürünleri	627.677	586.190	112
Su temini; kanalizasyon, atık yönetimi ve iyileştirme faaliyetleri	498.946	180.290	317.252
İçecekler	349.429	144.112	195.500
Elektrik, gaz, buhar ve iklimlendirme	99.680	99.624	55
Basım ve kayıt hizmetleri	14.500	14.089	321

Tablo 5.1. İhracat Verileri Sektöre Göre ve Sanayi Ticaret Ayırımıyla (TÜİK)

İthalat Verileri (1000 Dolar)	Toplam	Sanayi	Ticaret
Toplam	222 980 756	125 887 311	70 358 018
Tarım, ormancılık ve balıkçılık ürünleri	9 272 671	5 390 150	3 310 516
Madencilik, taş ocakçılığı	8 037 315	5 777 391	2 255 539
İmalat sanayi	176 515 974	96 146 620	64 563 220
Ana metaller	31.781.081	18.140.144	8.388.551
Kimyasallar ve kimyasal ürünler	28.366.819	19.313.266	8.853.671
Makine ve Ekipmanlar	18.934.633	11.440.585	4.680.902
Motorlu Kara Taşıtları, treyler ve yarı treyler	17.466.180	10.798.125	6.534.856
Kok ve rafine petrol ürünleri	15.553.241	5.368.580	10.155.133
Bilgisayarlar ile elektronik ve optik ürünler	12.895.321	5.011.194	6.273.665
Elektrikli teçhizat	8.558.754	5.794.217	2.208.903
Su temini; kanalizasyon, atık yönetimi ve iyileştirme faaliyetleri	7.883.567	7.750.530	121.432
Diğer Ulaşım Araçları	5.139.706	1.657.574	229.931
Temel Eczacılık Ürünleri	5.040.690	1.576.039	3.311.398
Gıda ürünleri	4.773.871	2.774.159	1.864.766
Kauçuk ve Plastik Ürünler	4.699.014	2.751.076	1.820.652
Fabrikasyon metal ürünler (makine ve ekipmanlar hariç)	4.628.727	2.773.776	1.170.544
Tekstil	4.623.714	2.683.720	1.881.416
Kağıt ve kağıt ürünleri	3.880.912	2.861.558	909.881
Diğer Mamul Eşyalar	3.768.865	827.549	2.410.434
Giyim eşyası	1.737.719	187.984	1.517.157
Diğer Metalik Olmayan Ürünler	1.708.490	1.042.702	613.020
Deri ve ilgili ürünler	1.010.198	170.481	833.003
Kereste, ağaç ürün. ve mantar ürün.(mobilya hariç); has. ve örme ürünleri	779.544	420.273	338.108
İçecekler	495.700	182.371	293.546
Mobilya	480.043	183.173	270.369
Tütün ürünleri	176.107	173.045	1.893
Elektrik, gaz, buhar ve iklimlendirme	57.031	57.031	-
Basım ve kayıt hizmetleri	16.646	15.030	1.420

Tablo 5.2. İthalat Verileri Sektöre Göre ve Sanayi Ticaret Ayırımıyla (TÜİK)

Türkiye ekonomisinin küresel ekonomiyle bütünleşmesi dolayısıyla yaşanan üretim ve ihracat hacmindeki artışlar büyüme oranlarına ortalama %3'ün üzerinde katkıda bulunmuştur. Buna karşılık 1994-2008 dönemi incelendiğinde ara malı

ithalatının sanayi üretimine oranla iki kat artış gösterdiği, ana ihracat kalemi olan nihai malların fiyatlarının, temel ithalat kalemi olan ara mallarının fiyatlarına göre büyük ölçüde düştüğü görülmektedir. Dış ticaret hadlerinin de düşmesiyle birlikte ortaya çıkan dış ticaret açığı yüksek oranlı büyümenin önünde bir engel teşkil etmektedir. Türkiye ekonomisinin ihracat performansının temelde imalat sanayi tarafından belirlendiği anlaşılmaktadır. 1990’da imalat sanayinin toplam ihracattaki payı %81’den 2008 yılında %95’ler düzeyine ulaşmıştır (Saygılı, Cihan, Yalçın, & Hamsici, 2010). Söz konusu oranının 2019 yılı sonu itibarı ile ise %94,6’lar seviyesinde olduğu görülmektedir (TÜİK, 2020).

5.3. Geniş Ekonomik Grupların Sınıflamasına (BEC) Göre İhracat

Aşağıdaki Tablo 5.3’te 2003 yılından sonra göre BEC’e göre sınıflandırılmış ihracat ürün grupları görülmektedir. Karşılaştırmaların daha iyi anlaşılabilmesi için yıllar belli aralıklarla seçilmiştir. İlk on aylık veriler itibarıyla 2003’ten 2019’a kadar ihracat yaklaşık üç katına çıkmıştır. Bu artışın büyük bir kısmının hammadde ve ara mal ihracatından kaynaklandığı, bunun da büyük bölümünün sanayi için işlem görmüş ara mal ihracatındaki büyük artışlardan kaynaklandığı net bir şekilde görülmektedir. İhracattaki artışın ikinci ana nedeni ise tüketim mallarındaki artıştır. Tüketim mallarında genel olarak tüm gruplarda bir artış görülmektedir. Bu durum Türkiye’nin rekabette riskini azaltması bakımından iyi bir göstergedir. Üçüncü neden ise yatırım malları ihracatının yaklaşık 4 katına çıkmış olmasıdır. İstatistikî verilerin daha iyi anlaşılması için ürün gruplarının toplam ihracata oranları Tablo 5.3’te verilmiştir. Oran olarak bakıldığında yatırım malları kategorisinin %10 civarında; hammadde ve ara mal kategorisinin %50’ler seviyesinde ve tüketim

mallarının ise %40 civarında olduğu görülmektedir. Bununla birlikte 2003'e göre tüketim mallarının ihracata oranının %50'den 40'lar düzeyine düştüğü görülmektedir, hammadde ihracında ise %39'lardan %47'e artış olmuştur. Hammadde kategorisinde en büyük payı sanayi için işlem görmüş ara malları almaktadır ve yaklaşık üçte birini teşkil etmektedir.

Ürün Grupları	2003	2007	2011	2015	2018	2019
Toplam	47.252.836	107.271.750	134.906.869	143.838.871	167.920.613	141.409.228
Yatırım (sermaye) malları	4.344.031	13.754.544	14.191.696	15.391.913	19.843.316	16.839.148
Yatırım (sermaye) malları (taşımacılık araçları hariç)	1.942.475	5.598.988	7.745.058	8.498.755	10.130.108	8.851.627
Sanayi ile ilgili taşımacılık araç ve gereçleri	2.401.556	8.155.556	6.446.638	6.893.157	9.713.207	7.987.520
Hammadde (ara mallar)	18.494.475	49.402.983	67.941.697	68.432.756	79.264.032	66.960.613
Sanayi için işlem görmemiş hammaddeler	1.197.984	2.802.435	4.031.424	3.760.851	4.700.631	3.472.571
Sanayi için işlem görmüş hammaddeler	12.879.460	32.698.929	45.717.612	47.347.304	53.878.299	44.110.199
İşlem görmemiş yakıt ve yağlar	4.303	6.342	132.304	181.852	185.152	199.039
Yatırım mallarının aksam ve parçaları	973.652	3.168.135	4.431.815	4.534.975	5.406.019	4.748.503
Taşımacılık araçlarının aksam ve parçaları	2.452.931	6.162.238	7.987.758	8.594.838	10.760.754	9.014.833
Esası yiyecek ve içecek olan işlenmemiş hammaddeler	119.670	181.730	208.721	239.308	371.659	352.458
Esası yiyecek ve içecek olan işlenmiş hammaddeler	351.025	852.685	1.831.543	1.618.374	1.832.577	1.575.738
İşlem görmüş diğer yakıt ve yağlar	515.450	3.530.490	3.600.520	2.155.255	2.128.940	3.487.273
Tüketim Malları	24.125.341	43.695.868	52.218.849	59.145.648	68.030.599	56 741 228
Binek otomobilleri	2.197.461	6.839.589	6.485.467	6.899.251	12.441.372	9 602 828
Dayanımlı tüketim malları	4.350.678	8.555.679	10.464.734	13.129.983	14.927.085	12 944 083
Yarı dayanıklı tüketim malları	8.842.741	12.442.507	13.069.139	14.626.115	15.919.110	13 528 781
Dayanımsız tüketim malları	4.408.361	6.834.491	7.877.589	8.694.354	8.732.188	7 504 670
Esası yiyecek ve içecek olan işlenmemiş tüketim malları	2.033.484	3.812.543	5.512.490	6.184.580	6.163.521	4 749 453
Esası yiyecek ve içecek olan işlenmiş tüketim malları	1.776.675	3.484.368	5.892.902	7.406.765	7.716.438	6 423 304
Motor benzini ve diğer hafif yağlar	449.575	1.552.640	2.615.956	2.057.861	1.921.907	1 723 605
Sanayi ile ilgili olmayan taşıma araç ve gereçleri	66.366	174.051	300.571	146.739	208.979	264 504
Diğer Mallar	288.989	418.354	554.626	868.554	782.667	868 239

Tablo 5.3. Geniş Ekonomik Grupların Sınıflamasına (BEC) Göre İhracat (TÜİK)

Tablo 5.4'te sunulan oransal göstergeler incelendiğinde tüketim malları grubu içerisinde binek otomobil oranının arttığı görülmektedir. Dayanısız tüketim malları ve yarı dayanıklı tüketim mallarında azalma göze çarpmaktadır.

Tablo 5.4'te en son Türkiye'nin 2019 dış ticaret verilerine göre toplam dış ticaretin %47,35'ini ara mallar, %49,13'ünü tüketim malları ve %11,91'ini yatırım malları teşkil etmektedir. Burada dikkat edilmesi gereken bir nokta da binek otomobilin hem tüketim hem de yatırım malı olarak kullanılabilmesidir. Türkiye'nin binek otomobil kategorisindeki ihracatı 2019'da %6,79 olarak gerçekleşmiştir. Bu kategoride yıllar içinde hafif bir artış olmuştur ancak, yüksek rekabetin olduğu ve otomasyon ve robotik kollar gibi Sanayi 4.0 öğelerinin kullanıldığı bu sektörde rekabet avantajını kaybetmemesi bir başarıdır ve olumlu bir göstergedir; otomotiv üreticilerinin yüksek teknolojiyi üretimlerine adapte edebildiğini göstermektedir.

Türkiye'nin toplam ihracatı yıllara göre ilk on aylık veriler karşılaştırıldığında önemli ölçüde artış göstermiştir; 2003'te yaklaşık 47 milyar dolardan 2018'de 168 milyara çıkmış 2019'da 141 milyar dolara düşmüştür. Dış ticarete niceliksel artışın yanı sıra niteliksel değişim de olmuş, tüketim malları ihracatı 2003'te yaklaşık 24 milyar dolardan 2019'da 57 milyar dolara yükselmesine rağmen toplam ihracattaki payı %51'den %40'a düşmüştür. Buna karşılık ara mal ihracatı 2003'te 18 milyar dolardan 2019'da 67 milyar dolara çıkarken oran olarak da %39'dan %47'ye yükselmiştir. Yatırım malları ihracatı ise 2003'te 4 milyar dolardan 2019'da 17 milyar dolara, oran olarak ise %9'dan %12'ye yükselmiştir. Bu sonuca göre tüketim mallarının ihracattaki payı düşerken

bu düşünün büyük bölümü ara mal ihracatının artmasından kaynaklanmıştır. Yatırım malları ihracat oranı hafif yükselme eğiliminde olmuştur.

Geniş Ekonomik Grupların Sınıflamasına (BEC) Göre İhracat	2003	2007	2011	2015	2018	2019
Toplam	47.252.836	107.271.750	134.906.869	143.838.871	167.920.613	141.409.228
Yatırım (sermaye) malları	9,19%	12,82%	10,52%	10,70%	11,82%	11,91%
Yatırım (sermaye) malları (taşımacılık araçları hariç)	4,11%	5,22%	5,74%	5,91%	6,03%	6,26%
Sanayi ile ilgili taşımacılık araç ve gereçleri	5,08%	7,60%	4,78%	4,79%	5,78%	5,65%
Hammadde (ara mallar)	39,14%	46,05%	50,36%	47,58%	47,2%	47,35%
Sanayi için işlem görmemiş hammaddeler	2,54%	2,61%	2,99%	2,61%	2,80%	2,46%
Sanayi için işlem görmüş hammaddeler	27,26%	30,48%	33,89%	32,92%	32,09%	31,19%
İşlem görmemiş yakıt ve yağlar	0,01%	0,01%	0,10%	0,13%	0,11%	0,14%
Yatırım mallarının aksam ve parçaları	2,06%	2,95%	3,29%	3,15%	3,22%	3,36%
Taşımacılık araçlarının aksam ve parçaları	5,19%	5,74%	5,92%	5,98%	6,41%	6,37%
Esası yiyecek ve içecek olan işlenmemiş hammaddeler	0,25%	0,17%	0,15%	0,17%	0,22%	0,25%
Esası yiyecek ve içecek olan işlenmiş hammaddeler	0,74%	0,79%	1,36%	1,13%	1,09%	1,11%
İşlem görmüş diğer yakıt ve yağlar	1,09%	3,29%	2,67%	1,50%	1,27%	2,47%
Tüketim Malları	51,06%	40,73%	38,71%	41,12 %	40,51 %	40,13%
Binek otomobilleri	4,65%	6,38%	4,81%	4,80%	7,41%	6,79%
Dayanıklı tüketim malları	9,21%	7,98%	7,76%	9,13%	8,89%	9,15%
Yarı dayanıklı tüketim malları	18,71%	11,60%	9,69%	10,17%	9,48%	9,57%
Dayanısız tüketim malları	9,33%	6,37%	5,84%	6,04%	5,20%	5,31%
Esası yiyecek ve içecek olan işlenmemiş tüketim malları	4,30%	3,55%	4,09%	4,30%	3,67%	3,36%
Esası yiyecek ve içecek olan işlenmiş tüketim malları	3,76%	3,25%	4,37%	5,15%	4,60%	4,54%
Motor benzini ve diğer hafif yağlar	0,95%	1,45%	1,94%	1,43%	1,14%	1,22%
Sanayi ile ilgili olmayan taşıma araç ve gereçleri	0,14%	0,16%	0,22%	0,10%	0,12%	0,19%
Diğer Mallar	0,61%	0,39%	0,41%	0,60%	0,47%	0,61%

Tablo 5.4. Geniş Ekonomik Grupların Sınıflamasına (BEC) Göre İhracat Oranları (TÜİK)

Ara mallar kategorisi analiz edildiğinde ilk sırada sanayi için işlem görmüş ara mallar, ikinci sırada taşımacılık araçlarının aksam ve parçaları, üçüncü sırada

yatırım mallarının aksam ve parçaları, dördüncü sırada işlem görmüş yakıt ve yağlar, beşinci sırada sanayi için işlem görmemiş ara mallar gelmektedir.

Özetlemek gerekirse; Türkiye ekonomisi küresel ekonomisi içerisinde küresel tedarik zincirleri ve ağlarıyla entegre olmuş görünmektedir. Otomotiv ve dayanıklı mal gibi tüketim mallarındaki üretimine karşılık gerekli parçaları ithalat yoluyla alabilirken aynı zamanda yurt dışına ara mal ve hammadde de satabilmektedir. Bu durum uluslararası rekabette pozisyonunu koruyabileceğini göstermektedir. Bununla birlikte turizm gelirlerinin düşmesi, döviz kurunun yükselmesi, ihrac mallarının fiyatlarındaki düşüşler gibi risklerle karşı karşıyadır. Bunun yanı sıra, gelecekte otomotiv, elektronik ve dayanıklı mal kategorilerinde diğer ülkelerin Sanayi 4.0'a geçişlerinin Türkiye'nin uluslararası rekabette avantajını kaybetmesine neden olabileceği değerlendirilmektedir. Bu nedenle Türkiye'nin şimdiden Sanayi 4.0 a adaptasyon çalışmalarını yürütmesi gerekmektedir.

BÖLÜM VI

TÜRKİYE DIŞ TİCARETİNİN YAPISAL ANALİZİ

Bu bölümde 1978-2019 dönemindeki ithalat ve ihracat verilerinden hareketle Türkiye'nin dış ticaretinin yapısal dönüşümü endüstri-içi ticaret teorisi üzerinden ortaya konulacak, sanayi 4.0 geçiş süreci teknoloji açığı yaklaşımı çerçevesinde incelenecektir.

6.1. Hipotezler

Bu tez çalışması kapsamında literatüre katkı sağlayacak, kamu politikalarına kaynak teşkil edecek şekilde aşağıdaki hipotezler test edilecektir.

Hipotez 1: Türkiye'nin dünya ekonomisine eklemlenmesi ve dışa açıklığı giderek artmakta, dışa açıklık arttıkça endüstri içi ticaret artmaktadır.

Hipotez 2: Türkiye'nin endüstri-içi ticareti ile imalat sanayinin GSYH'dan aldığı pay arasında güçlü bir ilişkisellik vardır.

Hipotez 3: Türkiye'de dünya ekonomisine giderek eklemlendikçe imalat sanayi ürünlerinde düşük teknolojiden ileri teknolojiye doğru bir gelişim sürecine girmiştir.

Hipotez 4: Türkiye dış ticaret yapısında ve teknoloji açığı giderek azalmaktadır.

Hipotez 5: Türkiye'nin orta yüksek imalat sanayi ürünlerinde endüstri içi ticaret arttıkça dış ticaret açığı da azalmaktadır.

Türkiye'de dış ticaretinin 1978-2019 döneminde yapısal dönüşümü, ekonometrik analizler ile endüstri içi ticaret ve teknoloji dönüşümü perspektifinde ortaya konulmuştur.

6.2. Araştırmanın Veri Seti

Türkiye İstatistik Kurumu tarafından yıllık olarak yayımlanan Dış Ticaret İstatistikleri referans alınmıştır. Dış Ticaret İstatistikleri Özel Ticaret Sistemi Mayıs 2020 döneminde yayımlanan ISIC Rev.3 Düzey 4 (4 basamak) cari yıl fiyatlarıyla ABD doları cinsinden ithalat ve ihracat verileri kullanılmıştır.

Dışa açıklık analizinde 1998-2019 dönemine ilişkin GSYH, Mal ve Hizmet İhracatı ve İthalatı, İmalat Sanayi Sektörü ve Gayri Safi Sabit Sermaye Oluşumu verileri çeyreklik (3 aylık) bazda kullanılmıştır.

Analizler 1978-2019 dönemine ilişkin yapılmıştır. Bunun temel nedeni Türkiye ekonomisinin seçilen 41 yıllık dönemde önemli dönüşüm süreçlerinden geçmesidir.

Aşağıdaki tabloda analizde kullanılan 147 sektör Tarım, Madencilik, İmalat, Enerji ve Hizmet ana başlıkları altında sıralanmıştır.

Sıra	Teknoloji Seviyesi	ISIC	ISIC adı	Sıra	Teknoloji Seviyesi	ISIC	ISIC adı	Sıra	Teknoloji Seviyesi	ISIC	ISIC adı
1	TARIM	111	Tahıl ve başka yerde sınıflandırılmamış bitkisel	50	DÜŞÜK	2022	İnşaat kerestesi	99	ORTA YÜKSEK	2430	Suni ve sentetik elyaf
2	TARIM	112	Sebze, bahçe ve kültür bitkileri ürünleri	51	DÜŞÜK	2023	Ağaçtan yapılan ambalaj malzemeleri	100	ORTA YÜKSEK	2911	İçten yamalı motor ve türbin (uçak, motorlu taşıt
3	TARIM	113	Meyveler, sert kabuklular, içecek ve baharat	52	DÜŞÜK	2029	Diğer ağaç ürünleri, hasır vb. örülerek yapılan	101	ORTA YÜKSEK	2912	Pompa, kompresör, musluk ve vana
4	TARIM	121	Sığır, koyun, keçi, at, eşek, bardo, katır v.b.	53	DÜŞÜK	2101	Kağıt hamuru, kağıt ve mukavva	102	ORTA YÜKSEK	2913	Mil yatağı, dişli, dişli takımı ve tahrik tertibatı
5	TARIM	122	Başka yerde sınıflandırılmamış hayvanlar ve	54	DÜŞÜK	2102	Ohuklu karton ve mukavva ile kağıt ve mukavadan	103	ORTA YÜKSEK	2914	Sanayi fırını, ocak ve ocak ateşleyiciler
6	TARIM	200	Ormancılık ve tomrukçuluk	55	DÜŞÜK	2109	Diğer kağıt ve mukavva ürünleri	104	ORTA YÜKSEK	2915	Kaldırma ve taşıma teçhizatı
7	TARIM	500	Balıkçılık	56	DÜŞÜK	2211	Kitap, broşür, müzik kitapları ve diğer yayınlar	105	ORTA YÜKSEK	2919	Diğer genel amaçlı makineler
8	MADENCİLİK	1010	Maden kömürü	57	DÜŞÜK	2212	Gazete, dergi ve süreli yayınlar	106	ORTA YÜKSEK	2921	Tarım ve orman makineleri
9	MADENCİLİK	1020	Linyit	58	DÜŞÜK	2213	Plak, kaset vb.	107	ORTA YÜKSEK	2922	Takım tezgahları
10	MADENCİLİK	1030	Turba(turb)	59	DÜŞÜK	2219	Diğer yayınlar	108	ORTA YÜKSEK	2923	Metalleri makineleri
11	MADENCİLİK	1110	Ham petrol ve doğal gaz	60	DÜŞÜK	2221	Basım	109	ORTA YÜKSEK	2924	Maden, taşocağı ve inşaat makineleri
12	MADENCİLİK	1200	Uranyum ve toryum cevherleri	61	DÜŞÜK	2222	Basımla ilgili hizmetler	110	ORTA YÜKSEK	2925	Gıda, içecek ve tütün işleyen makineler
13	MADENCİLİK	1310	Demir cevheri	62	DÜŞÜK	2230	Manyetik şeritli kartlar (ses kaydı yapılmış)	111	ORTA YÜKSEK	2926	Tekstil, giyim eşyası ve deri işleme kullanılan
14	MADENCİLİK	1320	Demir dışı metal cevherleri	63	DÜŞÜK	3610	Mobilya	112	ORTA YÜKSEK	2927	Silah ve mühimmat
15	MADENCİLİK	1410	Kum, kil ve taşocakçılık	64	DÜŞÜK	3691	Kuyumculuk ve ilgili maddeler	113	ORTA YÜKSEK	2929	Diğer özel amaçlı makineler
16	MADENCİLİK	1421	Kımya ve gübre sanayiinde kullanılan mineraller	65	DÜŞÜK	3692	Müzik aletleri	114	ORTA YÜKSEK	2930	Başka yerde sınıflandırılmamış ev aletleri
17	MADENCİLİK	1422	Tuz	66	DÜŞÜK	3693	Spor malzemeleri	115	ORTA YÜKSEK	3110	Elektrik motoru, jeneratör, trasformatörler
18	MADENCİLİK	1429	Başka yerde sınıflandırılmamış madencilik ve	67	DÜŞÜK	3694	Oyun ve oyuncak	116	ORTA YÜKSEK	3120	Elektrik dağıtım ve kontrol cihazları
19	DÜŞÜK	1511	Mezbahacılık	68	DÜŞÜK	3699	Başka yerde sınıflandırılmamış diğer ürünler	117	ORTA YÜKSEK	3130	İzole edilmiş tel ve kablolar
20	DÜŞÜK	1512	Balık ürünleri	69	ORTA DÜŞÜK	2310	Kok fırını ürünleri	118	ORTA YÜKSEK	3140	Akümülatör, pil ve batarya
21	DÜŞÜK	1513	İşlenmiş sebze ve meyveler	70	ORTA DÜŞÜK	2320	Rafine edilmiş petrol ürünleri	119	ORTA YÜKSEK	3150	Elektrik ampulü ve lambaları ile aydınlatma teçhizatı
22	DÜŞÜK	1514	Bitkisel ve hayvansal sıvı ve katı yağlar	71	ORTA DÜŞÜK	2330	Nükleer yakıt	120	ORTA YÜKSEK	3190	Başka yerde sınıflandırılmamış elektrikli teçhizat
23	DÜŞÜK	1520	Süt ürünleri	72	ORTA DÜŞÜK	2511	İç ve dış lastik	121	ORTA YÜKSEK	3410	Motorlu kara taşıtları ve motorları
24	DÜŞÜK	1531	Öğütülmüş tahıl ürünleri	73	ORTA DÜŞÜK	2519	Diğer kauçuk ürünleri	122	ORTA YÜKSEK	3420	Motorlu kara taşıtlarının karasörleri ve römorkları
25	DÜŞÜK	1532	Nişasta ve nişastalı ürünler	74	ORTA DÜŞÜK	2520	Plastik ürünleri	123	ORTA YÜKSEK	3430	Motorlu kara taşıtlarının motorlarıyla ilgili parça ve
26	DÜŞÜK	1533	Hazır hayvan yemleri	75	ORTA DÜŞÜK	2610	Cam ve cam ürünleri	124	ORTA YÜKSEK	3520	Demiryolu ve tramway lokomotifleri ile vagonları
27	DÜŞÜK	1541	Fırın ürünleri	76	ORTA DÜŞÜK	2691	Yapı malzemeleri dışındaki, ateşe dayanıklı	125	ORTA YÜKSEK	3591	Motosiklet
28	DÜŞÜK	1542	Şeker	77	ORTA DÜŞÜK	2692	Ateşe dayanıklı seramik ürünleri	126	ORTA YÜKSEK	3592	Bisiklet ve sakat taşıyıcıları
29	DÜŞÜK	1543	Kakao, çikolata ve şekerleme	78	ORTA DÜŞÜK	2693	Ateşe dayanıklı olmayan, kil ve seramik yapı	127	ORTA YÜKSEK	3599	Başka yerde sınıflandırılmamış ulaşım araçları
30	DÜŞÜK	1544	Makarna, şehriye, kuskus vb. unlu mamüller	79	ORTA DÜŞÜK	2694	Cimento, kireç ve alçı	128	YÜKSEK	2423	Tıpta ve eczacılıkta kullanılan kimyasal ve bitkisel
31	DÜŞÜK	1549	Başka yerde sınıflandırılmamış gıda maddeleri	80	ORTA DÜŞÜK	2695	Cimento ve alçı ile sertleştirilmiş maddeler	129	YÜKSEK	3000	Büro, muhasebe ve bilgi işleme makineleri
32	DÜŞÜK	1551	Mavalı maddelerden etil alkol	81	ORTA DÜŞÜK	2696	Taş	130	YÜKSEK	3210	Elektronik valf ve elektron tüpleri ile diğer
33	DÜŞÜK	1552	Şarap	82	ORTA DÜŞÜK	2699	Başka yerde sınıflandırılmamış metalik olmayan	131	YÜKSEK	3220	Radio ve televizyon vericileri ile telefon, telgraf
34	DÜŞÜK	1553	Bira ve malt	83	ORTA DÜŞÜK	2710	Demir-çelik ana sanayi	132	YÜKSEK	3230	Televizyon ve radyo alıcıları, ses ve görüntü
35	DÜŞÜK	1554	Alkolsüz içecekler, maden ve mamba suları	84	ORTA DÜŞÜK	2720	Demir-çelik dışındaki ana metal sanayi	133	YÜKSEK	3311	Tıbbi ve cerrahi teçhizat ile ortopedik araçlar
36	DÜŞÜK	1600	Tütün ürünleri	85	ORTA DÜŞÜK	2811	Metal yapı malzemeleri	134	YÜKSEK	3312	Ölçme, kontrol, test, seyirüsefer vb. amaçlı alet ve
37	DÜŞÜK	1711	Tekstil elyafından iplik ve dokunmuş tekstil	86	ORTA DÜŞÜK	2812	Tank, sarnıç ve metal muhafazalar	135	YÜKSEK	3313	Otomatik kontrol ve ayar alet ve cihazların aksam-
38	DÜŞÜK	1721	Giyim eşyası dışındaki hazır tekstil ürünleri	87	ORTA DÜŞÜK	2813	Buhar kazanı (merkezi kalorifer kazanları hariç)	136	YÜKSEK	3320	Optik alet ve fotoğrafçılık teçhizatı
39	DÜŞÜK	1722	Hali ve kilim	88	ORTA DÜŞÜK	2893	Catal-bıçak takımı, el aletleri ve hırdavat	137	YÜKSEK	3330	Saat
40	DÜŞÜK	1723	Halat, ip, sicim ve ağ	89	ORTA DÜŞÜK	2899	Başka yerde sınıflandırılmamış metal eşya	138	YÜKSEK	3530	Hava ve uzay taşıtları
41	DÜŞÜK	1729	Başka yerde sınıflandırılmamış tekstil ürünleri	90	ORTA DÜŞÜK	3511	Gemi	139	ENERJİ	4010	Elektrik
42	DÜŞÜK	1730	Trikotaj (örme) ürünleri	91	ORTA DÜŞÜK	3512	Eğlence ve sportif amaçlı tekneler	140	ENERJİ	4020	Gaz
43	DÜŞÜK	1810	Giyim eşyası (kürk hariç)	92	ORTA YÜKSEK	2411	Ana kimyasal maddeler (kimyasal gübre ve azotlu)	141	HİZMETLER	5149	Atık ve hurdalar
44	DÜŞÜK	1820	Kürk mamülleri	93	ORTA YÜKSEK	2412	Kimyasal gübre ve azotlu bileşikler	142	HİZMETLER	7421	Mimarlık, mühendislik faaliyetleri ve ilgili teknik
45	DÜŞÜK	1911	Dabaklanmış deri	94	ORTA YÜKSEK	2413	Sentetik kauçuk ve plastik hammaddeler	143	HİZMETLER	7494	Fotoğrafçılıkla ilgili faaliyetler
46	DÜŞÜK	1912	Bavul, el çantası vb. saracıye	95	ORTA YÜKSEK	2421	Pestisit (haşarat ilacı) ve diğer zirai-kimyasallar	144	HİZMETLER	9211	Sinema ve video filmi yapımı ve dağıtım
47	DÜŞÜK	1920	Ayakkaşı	96	ORTA YÜKSEK	2422	Boya, vernik vb. kaplayıcı maddeler ile matbaa	145	HİZMETLER	9214	Dramatik sanatlar, müzik ve diğer sanat faaliyetleri
48	DÜŞÜK	2010	Kereste ve parke	97	ORTA YÜKSEK	2424	Sabun, deterjan, temizlik, cilalama maddeleri;	146	HİZMETLER	9302	Berber, kuaför ve güzellik salonlarının faaliyetleri
49	DÜŞÜK	2021	Tahta plaka; kontrplak, yonga levha, sunta, diğer	98	ORTA YÜKSEK	2429	Başka yerde sınıflandırılmamış kimyasal ürünler	147	GİZLİ VERİ	9999	Gizli veri

Tablo 6.1. Analizde Kullanılan ISIC Rev.3 Düzey 4 Sektörleri ve Teknoloji Sınıflandırması

6.3. Araştırma Yöntemi

Test edilecek hipotezlere göre farklı araştırma yöntemleri kullanılmıştır. 1978-2019 dönemine ait 147 sektörlü ihracat verileri üzerinde Sanayi 4.0'a dönüşümü ortaya koymak ve teknoloji açığını tespit etmek amacıyla İmalat sanayi için TÜİK tarafından kullanılan teknoloji seviyeleri Düşük, Orta-Düşük, Orta-Yüksek ve Yüksek olarak sınıflandırılmıştır. Teknoloji açığının hesaplanmasında ise imalat sanayinin teknoloji seviyesi için tek bir değer belirlenmiştir. Bu değer hesaplanmasında Yeldan ve diğ. (2013) tarafından kullanılan teknoloji düzeyi hesaplama tekniği referans alınmıştır.

Düşük teknoloji için 1,

Orta-Düşük teknoloji için 2,

Orta-Yüksek teknoloji için 3,

Yüksek Teknoloji için 4,

endeks değeri belirlenmiş, o sektörün ihracat veya ithalat değeriyle çarpılarak o yılın toplam imalat sanayi ihracat ve ithalatının 1 ile 4 arasında teknoloji düzeyi tespit edilmiştir.

Endüstri içi ticarete ilişkin ise bu çalışmanın ikinci bölümünde açıklanan Grubel-Lloyd Endeksi kullanılacaktır. Aşağıdaki formül ile tüm sektörler için 100 puan üzerinden bir değer üretilecektir.

$$Bi = [(Xi + Mi) - |Xi - Mi|] \times 100 / (Xi + Mi)$$

X_i , i sektöründeki yıllık toplam ihracat tutarını, M_i , i sektöründeki yıllık toplam ithalat tutarını, ve B_i ise i sektörünün endüstri içi ticaret endeks değerini vermektedir.

Hipotezlerin test edilmesinde STATA ekonometrik analiz yazılımı kullanılmıştır.

6.3.a. Hipotez 1: Türkiye'nin Dünya Ekonomisine Eklemlenmesi Ve Dışa Açıklığı Giderek Artmakta, Dışa Açıklık Arttıkça Endüstri İçi Ticaret Artmaktadır

Dış ticarete bir ülkenin dışa açıklığı toplam dış ticaretinin GSYH'a oranı olarak ifade edilmektedir. Dışa açıklık arttıkça o ülkenin ihracat mallarını üreten sektörlerinin dünyadaki değer zincirleriyle olan bağları da giderek güçlenmektedir. Ülke içindeki sanayide yapısal dönüşümü tetikleyen bu süreç öncelikle, pazar genişlemesini, aynı sektör altında bile olsa farklılaşmış ürünlerin ortaya çıkmasını ve buna bağlı olarak yenilikçi ve rekabetçi ürünlerin o sektörde kendilerine fırsatlar oluşturmasını, ilaveten ölçek ekonomilerine geçişi hızlandırarak işgücü ve sermaye verimliliğini artıran bir yapısal dönüşümü de tetiklemektedir. Balassa (1965) gümrük tarife indirimleri ile dış ticaret alanındaki liberalizasyonun endüstri içi ticareti geliştirdiğini, ülkelerin küresel ekonomik sisteme entegrasyonunu güçlendirdiğini ileri sürmektedir. Dışa açıklık ile başlayan süreç endüstri içi ticareti geliştirmekte, endüstri içi ticaret ise özellikle ihracatçı sektörlerde teknolojik dönüşümü tetiklemektedir.

Hipotez 1 : Türkiye'nin dünya ekonomisine eklemlenmesi ve dışa açıklığı giderek artmakta, dışa açıklık arttıkça endüstri içi ticaret artmaktadır. hipotezine ilişkin olarak ise Türkiye'nin 1998-2019 dönemine ilişkin dışa açıklığı ile endüstri- içi ticaret arasındaki korelasyon incelenmiştir.

$$\text{Açıklık Oranı} = \text{Dış Ticaret Hacmi} / \text{GSYH}$$

formülü ile hesaplanmıştır.

Hipotezin test edilmesinde kullanılan veri seti aşağıdaki tabloda sunulmuştur. Endüstri içi ticaret endeksinde Grubel-Lloyd endeksi referans alınmıştır. Tüm mal ve hizmet ihracatı ve ithalatı tek sektör olarak kabul edilmiştir. Dışa açıklık oranı ile ilişkiselliği incelenmiştir.

Dönem	Endüstri İçi Ticaret Endeks	Dışa Açıklık Oranı (%)	İmalat Sanayinin GSYH içindeki Oranı (%)	Yatırımların GSYH içindeki Oranı (%)
1998q1	31,755	44,965	25,839	24,670
1998q2	33,578	42,956	23,698	25,980
1998q3	35,264	37,008	19,740	21,176
1998q4	35,942	38,414	21,521	22,948
1999q1	36,329	38,955	22,027	19,595
1999q2	31,977	38,396	21,515	21,073
1999q3	33,463	34,306	17,833	17,943
1999q4	31,599	38,570	19,894	21,015
2000q1	29,057	44,048	20,140	20,439
2000q2	29,752	44,096	20,071	24,157
2000q3	31,787	39,426	17,071	20,789
2000q4	29,713	41,411	18,381	23,533
2001q1	33,542	44,865	19,723	19,710
2001q2	38,243	50,732	17,598	18,853
2001q3	38,444	50,845	16,119	16,762
2001q4	35,913	49,740	18,244	17,715
2002q1	33,724	47,087	18,263	17,694
2002q2	33,891	45,017	17,830	20,082
2002q3	37,157	48,856	15,470	18,361
2002q4	33,631	48,299	16,684	21,708
2003q1	31,044	52,530	18,269	18,641
2003q2	31,762	44,734	18,035	20,814
2003q3	35,153	41,936	15,375	19,306
2003q4	31,102	44,880	17,232	24,045
2004q1	28,886	47,713	18,488	24,424
2004q2	30,582	49,749	17,757	27,797
2004q3	33,221	46,727	15,431	23,605
2004q4	30,681	48,408	16,616	25,907
2005q1	29,513	49,174	18,306	25,689
2005q2	29,707	46,775	17,572	28,283
2005q3	31,875	42,668	15,118	24,812
2005q4	29,235	44,192	17,053	27,790
2006q1	27,717	47,994	17,665	27,092
2006q2	27,887	50,366	17,690	29,759
2006q3	30,521	47,461	15,848	27,583
2006q4	29,542	46,992	17,312	30,019
2007q1	28,529	52,303	18,329	27,241
2007q2	28,970	49,236	17,337	29,051
2007q3	29,945	44,254	15,285	26,814
2007q4	28,268	44,619	16,704	29,201
2008q1	28,561	53,604	17,904	27,658
2008q2	28,264	52,527	17,096	29,026
2008q3	30,276	48,144	14,970	24,448
2008q4	31,618	46,094	15,517	26,557

Dönem	Endüstri İçi Ticaret Endeks	Dışa Açıklık Oranı (%)	İmalat Sanayinin GSYH içindeki Oranı (%)	Yatırımların GSYH içindeki Oranı (%)
2009q1	33,712	48,807	15,613	21,347
2009q2	31,608	44,811	15,669	24,270
2009q3	33,522	45,373	14,216	20,556
2009q4	31,573	45,261	15,283	23,300
2010q1	28,978	46,337	15,740	21,879
2010q2	29,154	47,892	15,875	24,961
2010q3	29,503	43,669	13,621	24,335
2010q4	27,211	46,055	15,421	27,543
2011q1	25,308	53,310	17,273	25,649
2011q2	25,429	52,347	17,041	29,897
2011q3	28,400	52,986	15,348	26,829
2011q4	27,596	52,132	16,516	29,519
2012q1	27,169	55,194	17,219	25,641
2012q2	28,810	55,227	16,803	28,468
2012q3	30,943	50,541	14,506	26,402
2012q4	29,968	48,992	15,376	28,508
2013q1	27,656	50,845	16,681	27,133
2013q2	27,578	51,757	16,471	29,180
2013q3	29,810	48,637	15,305	27,870
2013q4	28,404	50,410	16,619	29,683
2014q1	29,900	55,480	17,772	29,054
2014q2	29,711	53,399	17,579	29,455
2014q3	31,837	48,979	15,557	27,490
2014q4	28,811	48,785	16,526	29,659
2015q1	29,882	51,029	17,116	28,611
2015q2	30,075	51,727	17,329	30,872
2015q3	33,094	48,131	15,300	28,198
2015q4	30,861	46,997	17,237	31,018
2016q1	30,412	49,794	17,678	29,037
2016q2	29,705	48,257	17,275	30,014
2016q3	31,879	43,679	14,721	28,134
2016q4	30,654	46,147	16,887	29,984
2017q1	30,510	57,320	18,413	29,343
2017q2	29,522	55,557	17,872	31,351
2017q3	30,367	51,361	16,301	29,636
2017q4	28,716	52,969	17,964	29,981
2018q1	28,304	56,953	19,017	30,670
2018q2	29,635	59,162	18,810	32,656
2018q3	35,350	62,842	18,358	28,010
2018q4	35,398	60,808	19,973	28,846
2019q1	33,474	62,733	20,048	28,416
2019q2	34,510	65,054	20,101	25,381
2019q3	36,655	59,615	17,540	24,250
2019q4	33,932	58,926	18,495	26,677

Tablo 6.2. Hipotez-1'in Test Edilmesinde Kullanılan Veri Seti

Yukarıdaki veriler STATA ekonometri yazılım programına yüklenmiş, 1998-2019 döneminde çeyreklik zaman serisi olarak tanımlanmıştır.

OLS analizinin yapılabilmesi için birim-kök testi yapılmıştır. Birim kök testinin durağan çıkması durumunda OLS yöntemi uygulanabilmektedir. Değişen varyans (heteroskedasticity) problemine karşı “robust” yapılmıştır.

Dickey-Fuller birim kök test sonucunda dışa açıklık değişkeni (Opennes) için P olasılık değeri 0,0915 olduğu için %10 istatistiki anlamlılık düzeyinde durağandır. Dickey-Fuller birim kök test sonucunda dışa açıklık değişkeni (Opennes) için P olasılık değeri 0,0053 olduğundan %1 istatistiki anlamlılık düzeyinde durağandır. Değişkenlerin durağan olduğunun tespit edilmesi nedeniyle modelimiz OLS yöntemiyle tahmin edilmiştir. Modelimizde otokorelasyon probleminin olup olmadığı incelenmiş olup, otokorelasyona ilişkin Breusch-Godfrey LM test sonucunda P olasılık değeri 0,10’dan büyük olduğu için “boş hipotez olan otokorelasyon yoktur” hipotezi kabul edilmiştir. Netice itibarıyla verinin OLS analizi yapılmaya uygun olduğu ortaya konulmuştur.

Endüstri içi ticaret ile dışa açıklık arasındaki ilişkiselliğe ilişkin sıradan en küçük kareler (OLS) yöntemiyle yapılan gecikme (lag) kullanılmaksızın analizde aşağıdaki sonuç elde edilmiştir.

```
reg IntraInd Opennes
```

Source	SS	df	MS	Number of obs	=	88
Model	32.1022376	1	32.1022376	F(1, 86)	=	0.93
Residual	2974.5796	86	34.5881348	Prob > F	=	0.3381
				R-squared	=	0.0107
				Adj R-squared	=	-0.0008
Total	3006.68183	87	34.5595613	Root MSE	=	5.8812

IntraInd	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]
Opennes	-.2161105	.224322	-0.96	0.338	-.6620478 .2298268
_cons	55.5457	6.995261	7.94	0.000	41.63958 69.45182

Olasılık P-Değeri 0.05’ten büyük olduğu ve açıklama oranı (R-kare) çok düşük düzeyde olduğundan, Türkiye’nin 1998-2019 döneminde çeyreklik verilere dayalı olarak Dış Ticaret Açıklığı ile Endüstri içi ticaret arasında anlamlı bir ilişki

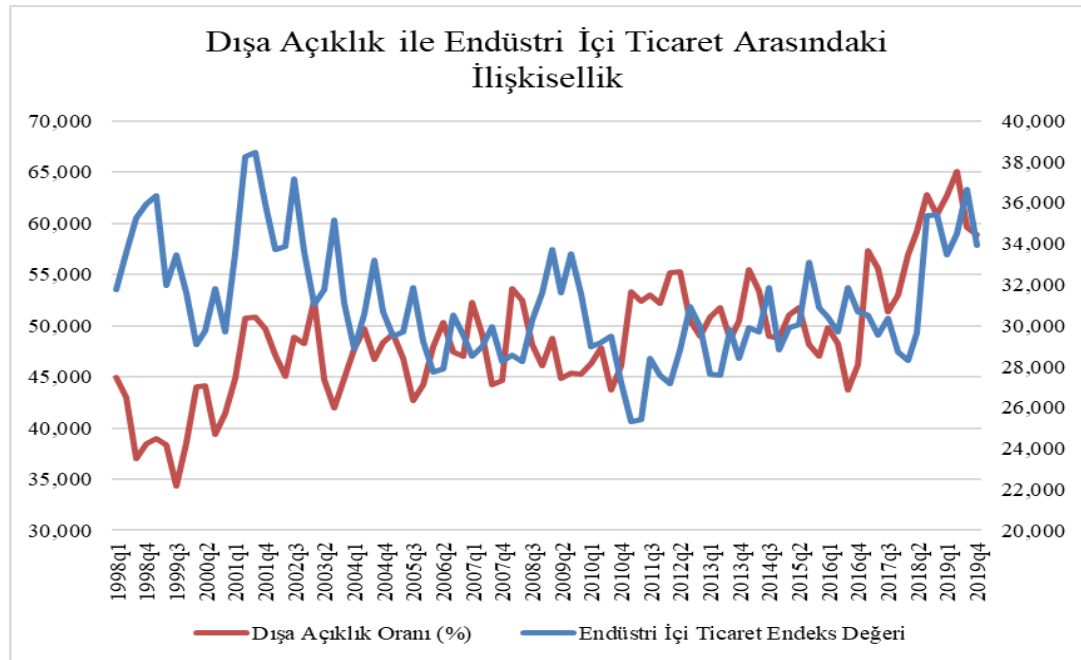
mevcut değildir. Ancak, dış ticaret açıklığının endüstri içi ticareti sonradan etkileme düzeyine ilişkin çeyreklik gecikmelerin dikkate alındığı analiz sonuçları aşağıda verilmiştir.

	Lag 0	Lag 1	Lag 2	Lag 3	Lag 4	Lag 5	Lag 6	Lag 7	Lag 8
R-squared	0,011	0,000	0,008	0,000	0,001	0,004	0,004	0,024	0,096
_cons	33,47	30,62	28,84	30,66	31,54	29,17	29,16	35,09	39,51
P> t	33,8%	86,6%	40,7%	91,1%	82,3%	55,8%	58,0%	16,6%	0,5%
Openness								-0,09	-0,18

Tablo 6.3. Hipotez 1'in Test Edilmesine İlişkin Regresyon Analizi Sonuçları: Dışa Açıklık ve Endüstri İçi Ticaret Arasındaki İlişkisellik

Yukarıdaki tablodan görüleceği üzere Dışa Açıklık çeyreklik dönemler itibarıyla endüstri içi ticareti Türkiye’de 8 çeyrek yani 2 yıl sonra etkilemektedir. Bu ilişkisellik %1 anlamlılık düzeyinde istatistiki olarak anlamlı ve negatif yönlüdür. Daha açık bir ifadeyle Türkiye’nin dışa açıklığı arttıkça endüstri içi ticaret, ithalat yaptığımız ülkeler lehine gelişmektedir. Buna ilişkin şekil aşağıda sunulmuştur.

Şekil 6.1. Türkiye'nin Dışa Açıklık Düzeyi ile Endüstri içi Ticareti Arasındaki İlişkisellik



Netice itibarıyla hipotez 1 red edilmiştir. Türkiye'nin dışa açıklık oranı ithalat lehine arttığından, dışa açıklık düzeyinin artması endüstri içi ticareti olumsuz yönde etkilemektedir. Dışa açıklığın artışının, yerel sanayinin ihracatına zarar vermekte ve dış pazarlarda rekabet gücünü olumsuz yönde etkilemekte olduğu sonucu ortaya çıkmaktadır. Türkiye'nin dışa açıklığını endüstri içi ticaret lehine gözden geçirmesi, ithalat rejiminde bebek endüstri teorisine uygun şekilde korumacı politikalara yönelmesi uygun olacaktır.

6.3.b. Hipotez 2: Türkiye'nin Endüstri-İçi Ticareti İle İmalat Sanayinin GSYH'dan Aldığı Pay Arasında Güçlü Bir İlişkisellik Vardır

Hipotez 1'in test edilmesi sonucunda elde edilen bulguyla bağlantılı olarak dışa açıklığın belirli düzeyde kontrol edilmesi, ülke içinde imalat sanayinin korunması bakımından önem arz etmektedir. Bununla birlikte, endüstri içi ticaretin geliştirilmesinin imalat sanayinin dış pazarlarda rekabetçiliğini arttıracığı da düşünülmektedir.

OLS analizinin yapılabilmesi için birim-kök testi yapılmıştır. Birim kök testinin durağan çıkması durumunda OLS yöntemi uygulanabilmektedir. Değişen varyans (heteroskedasticity) problemine karşı "robust" yapılmıştır.

Dickey-Fuller birim kök test sonucunda İmalat Sanayinin GSYH içindeki Payı (IndShareGDP) değişkeni için P olasılık değeri 0,00 olduğundan %1 istatistiki anlamlılık düzeyinde durağandır. Regresyon analizine dahil edilen değişkenlerimiz durağan olduğu için modelimiz OLS yöntemiyle tahmin edilmiştir. Modelimizde otokorelasyon probleminin olup olmadığı incelenmiş ve otokorelasyona ilişkin Breusch-Godfrey LM test sonucunda P olasılık değeri 0,10'dan büyük olduğu için

“boş hipotez olan otokorelasyon yoktur” hipotezi kabul edilmiştir. Sonuç itibarıyla söz konusu verinin OLS analizi yapılmaya uygun olduğu ortaya konulmuştur.

İkinci hipotez, endüstri içi ticaretinin gelişiminin imalat sanayinin gelişimini teşvik ettiği, Türkiye'nin sanayileşmesine katkı sağladığı şeklindedir. Bu hipotezin test edilmesinde yine birinci hipotezde kullanılan veri seti üzerinde sıradan en küçük kareler (OLS) regresyon analizi yapılmıştır. Çeyreklik dönemler itibarıyla endüstri içi ticaret endeks değeri ile imalat sanayinin GSYH içindeki payı (%) arasındaki ilişkisellik incelenmiştir. Herhangi bir çeyreklik bazda gecikme kullanılmaksızın yapılan analizde Endüstri içi ticaretin imalat sanayinin GSYH'dan aldığı pay arasında %10 anlamlılık düzeyinde istatistiki olarak anlamlı bir ilişkisellik tespit edilememiştir.

```
reg IndShareGDP l(0).IntraInd
```

Source	SS	df	MS	Number of obs	=	88
Model	14.5494623	1	14.5494623	F(1, 86)	=	3.65
Residual	342.800299	86	3.98604999	Prob > F	=	0.0594
Total	357.349761	87	4.10746852	R-squared	=	0.0407
				Adj R-squared	=	0.0296
				Root MSE	=	1.9965

IndShareGDP	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]
IntraInd	.1454895	.0761517	1.91	0.059	-.0058951 .2968741
_cons	12.92486	2.374716	5.44	0.000	8.204082 17.64564

Ancak üretim ile dış ticaret arasındaki ileri ve geri bağlantılar bakımından ithalatın imalat sanayi için ara girdi teminin, ihracatın ise imalat sanayinin nihai ürünün pazarlara ulaştırılması işlevini üstlendiği değerlendirildiğinde, aynı OLS regresyon analizlerinin çeyreklik bazda (3'er aylık) gecikmeli olarak yapılması uygun görülmüştür.

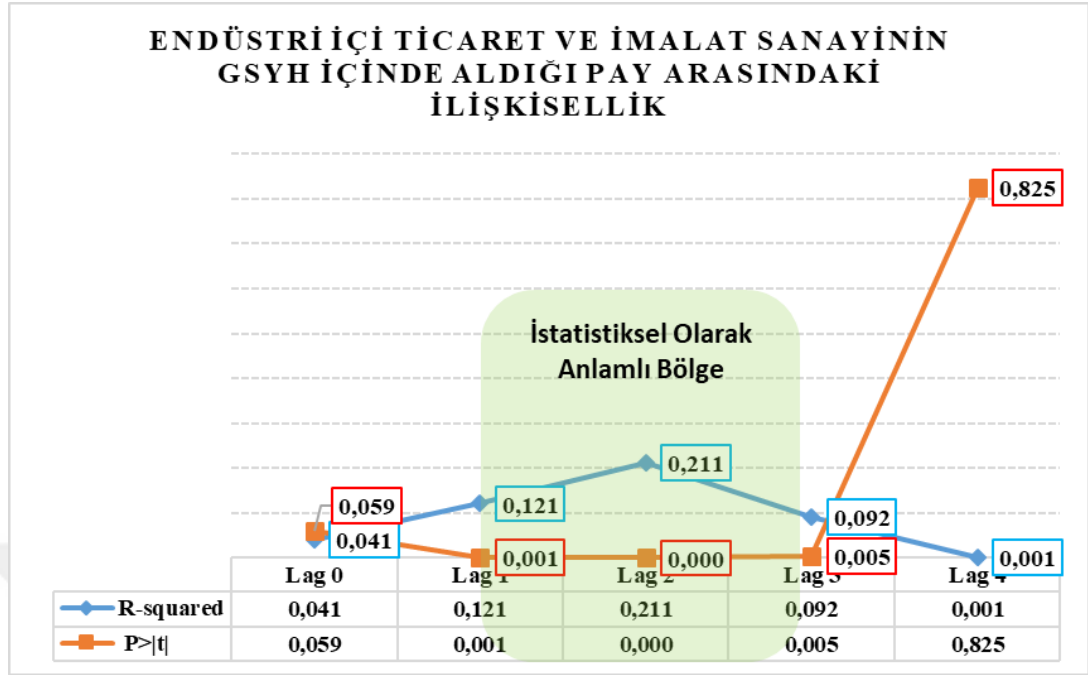
Buradaki varsayımımız endüstri içi ticaretteki gelişimin imalat sanayine gecikmeli olarak olumlu yansıdığı şeklindedir. Aşağıdaki tabloda lag 0 gecikmesiz dönemi, lag 1 ise bugünkü endüstri içi ticaretin 3 ay, lag 2 6 ay, lag 3 9 ay ve lag 4 ise 12 ay sonra imalat sanayinin GSYH içindeki payını nasıl etkilediğine dair anlamlı bir ilişki olup olmadığını incelemektedir. Yapılan regresyon analizinin sonuçları aşağıdaki tabloda sunulmuştur.

	Lag 0	Lag 1*	Lag 2*	Lag 3*	Lag 4
R-squared	0,041	0,121	0,211	0,092	0,001
P> t 	0,059	0,001	0,000	0,005	0,825
IntraInd Coef.	0,145	0,226	0,283	0,186	0,015
Cons.	12,924	10,348	8,509	11,491	16,743
<i>* %95 güven aralığında anlamlı</i>					

Tablo 6.4. Hipotez 2'nin Test Edilmesine İlişkin OLS Regresyon Analizi Sonuçları

Yukarıdaki tablodan görüleceği üzere endüstri içi ticaretin Türkiye imalat sanayine 3 ay ile 9 ay arasında olumlu yansıdığı görülmektedir. 9 aydan sonra bu iki değişken arasında anlamlı bir ilişkisellik sözkonusu değildir. Ancak, 3 ay ile 9 ay arasında ise R-kare açıklama oranları bakımından 6 ay'ın bu ilişkiselliği ortaya koyan istatistiki bakımdan en anlamlı dönem olduğu ortaya çıkmaktadır.

Şekil 6.2. Endüstri İçi Ticaret ve İmalat Sanayinin GSYH İçinde Aldığı Pay Arasındaki İlişkisellik



Bu bulgular neticesinde, hipotez 2 kabul edilmektedir. Netice itibarıyla endüstri içi ticaretin gelişimi Türk imalat sanayini pozitif yönde etkilemektedir.

6.3.c. Hipotez 3: Türkiye’de Dünya Ekonomisine Giderek Eklemlendikçe İmalat Sanayi Ürünlerinde Düşük Teknolojiden İleri Teknolojiye Doğru Bir Gelişim Sürecine Girmiştir

3 üncü Hipotezin testinde Türkiye’nin dış ticaretinin arttıkça, dış ticaretin sektör yapısında imalat sanayi ürünlerinde düşük teknolojiye ileri teknolojiye doğru bir gelişim sürecine girip girmediği incelenmiştir. 1978-2010 döneminde TÜİK dış ticaret istatistikleri referans alınarak imalat sanayinin dış ticaretin teşvik etmesiyle Sanayi 4.0’a dönüşüm sürecince olup olmadığı irdelenmiştir.

10’ar yıl atlayarak 1978, 1988, 1998, 2008, 2018 ve 2019 yıllarına ilişkin ihracatçı ve ithalatçı sektörlerin ihracat ve ithalat düzeyleri ile imalat sanayi

sektörünün ihracat ve ithalatının teknoloji düzeyindeki değişimi ortaya konulmuştur.

Tablo 6.5. ve 6.6.'dan görüleceği üzere, 1978 yılında Türkiye cari yıl fiyatlarıyla toplam 6,8 milyar ABD doları dış ticaret hacmine sahip ihracatının %67'si tarım ve %28'si imalat sanayi ürünleri olan bir ülke iken, sadece 10 yıllık bir süre için 1988 yılında ihracatının %77'si imalat sanayi ve %20'si tarım ürünleri olan bir ülke halinde gelmiştir. Dış ticaretteki yapısal dönüşüm bakımından 1978-1988 dönemi baş döndürücüdür. Sadece 10 yıl içinde dış ticaret hacmi 3,7 katına, ülke ihracatı ise 5,1 katına çıkmıştır.

1988-1998 döneminde ise bir önceki on yıla oranla yavaşlama sözkonusu olsa da Türkiye'nin dış ticareti 73 milyar dolara erişmiş, ihracat ürünlerinin %89'u imalat sanayi ve sadece %9'u tarım ürünlerinden oluşmaktadır. Bu dönemde dış ticaret 2,8 katına, ihracat ise 2,3 katına yükselmiştir.

1998-2008 dönemi ise 1999 depremi ve 2001 finansal krizine rağmen dış ticaret performansı bakımından Türkiye'nin altın dönemlerinden birisi olarak öne çıkmaktadır. Bu dönemde dış ticaret hacmi 4,5 katına çıkarak 334 milyar dolara, ihracat ise 4,9 katına çıkarak 132 milyar dolara erişmiştir. İhracat içindeki imalat sanayinin payı %95'e erişmiştir. Bu dönemde ihracat içinde tarımın payı sadece %3'tür.

2008-2018 dönemi ise Türkiye'nin dış ticareti bakımından 2009 küresel krizinin etkilemesi nedeniyle düşük performans gösterdiği bir dönemi işaret etmektedir. 2009 krizinin çıkışı 4 yılı bulmuş, Türkiye'nin milli geliri 952 milyar

dolar ile 2013 yılında rekor seviyeye erişmiştir. Ancak, 2013-2018 döneminde GSYH dolar bazında gerileme seyri göstermiştir. Bu dönemde Türkiye'nin dış ticareti sadece %17 artarak 391 milyar dolara, ihracatı ise %27 artarak 168 milyar dolar seviyesine erişmiştir. İmalat sanayinin toplam ihracat içindeki payı da %1 gerileyerek %94 seviyesinde olmuştur.

2019 yılı sonu itibarıyla Türkiye'nin toplam dış ticareti 374,2 milyar dolar, ihracatı ise 171,5 milyar dolar seviyesindedir.

İmalat sanayi dış ticareti bakımından ise Türkiye 1978 yılında düşük teknoloji mallar ihraç eden (472 milyon dolar), orta düşük ve orta yüksek teknoloji (toplam 3 milyar dolar) ürünler ithal eden bir ülke konumundadır. 1978 yılında orta yüksek ve yüksek teknoloji mallarda dış ticaret açığı 1,89 milyar dolar düzeyindedir.

1988 yılında ise Türkiye'nin ihracatında düşük teknoloji ürünler ağırlıklı olmasına karşın, orta düşük teknoloji ürünlerin ihracatında önemli bir atılım yapıldığı görülmektedir. Türkiye düşük teknoloji imalat sanayi ürünlerinde 3,2 milyar dolar fazla verirken, orta düşük teknoloji de sadece 320 milyon dolar, orta yüksek teknoloji de 3 milyar dolar, yüksek teknoloji de 1,5 milyar dolarlık açık vermiştir.

1998 yılı verileri incelendiğinde Türkiye'nin imalat sanayi ürünleri ihraç eden pozisyonunun netleştiği görülmektedir. İmalat sanayi dış ticaretinin kompozisyonunda ise düşük teknoloji ürünlerin ağırlığını koruduğu fakat, orta düşük ve orta yüksek teknoloji de önemli ihracat değerline erişildiği

görülmektedir. 1998 döneminde 10 yıl öncesine göre en önemli atılımın yüksek teknoloji de olduğu görülmektedir. 1988 yılında yüksek teknoloji ihracatı sadece 166 milyon dolar iken, 1998 de bu değer 1,2 milyar dolara erişmiştir. Teknoloji seviyeleri bakımından dış ticaret dengesi ise, düşük teknoloji de 8 milyar dolar fazla verilirken, orta düşük teknoloji de 2 milyar dolar, orta yüksek teknoloji de 15 milyar dolar ve yüksek teknoloji de 5,5 milyar dolar açık verildiği görülmektedir.

2008 yılı ise Türkiye'nin ekonominin diğer alanlarında olduğu gibi ihracat yapısı bakımından da altın dönemlerinden birisi olarak göze çarpmaktadır. 2008 yılında Türkiye'nin ihracat yapısının orta düşük ve orta yüksek teknolojiye kaydığı görülmektedir. Türkiye 2008 yılında 35,4 milyar dolar düşük teknoloji imalat sanayi ürünü ihraç ederken, orta düşük teknoloji de 47,1 milyar dolar ve orta yüksek teknoloji de ise 38,7 milyar dolarlık ihracat seviyesine erişmiştir. Ancak, aynı nispette ithalatta arttığı için bu dönemde Türkiye'nin orta yüksek ve yüksek teknoloji dış ticaretindeki açığı 38,6 milyar doları bulmaktadır. Ayrıca, imalat sanayinde ihracatın ithalatı karşılama oranı %83,3'tür.

2018 yılında Türkiye hacim olarak imalat sanayi dış ticaretini bir önceki 10 seneye göre fazla artırmadığı görülmektedir. Ancak, 333 milyar dolarlık imalat sanayi dış ticaret hacmi ülke sanayinin geldiği seviye bakımından önemli bir değeri ifade etmektedir. İmalat sanayinde ihracatın ithalatı karşılama oranı %89,6 seviyesine yükselmiştir. İhracatın kompozisyonu da orta yüksek teknolojiye doğru evrilmiştir. 2019 yılında ise imalat sanayinde ihracatın ithalatı karşılama oranı %104 olarak gerçekleşmiş, ileri teknoloji ihracatı 5,8 milyar dolar, orta yüksek teknoloji ihracatı 58,2 milyar dolar seviyesine yükselmiştir.

ISIC adı	1978		1988		1998		2008		2018		2019	
	İhracat	İthalat	İhracat	İthalat	İhracat	İthalat	İhracat	İthalat	İhracat	İthalat	İhracat	İthalat
TARIM	1.526.977.289	58.496.996	2.331.870.144	300.870.567	2.374.606.934	2.126.515.904	4.177.041.010	6.433.039.703	6.041.924.894	9.334.984.107	6.032.704.179	9.518.851.319
MADENCİLİK	124.109.373	1.156.533.223	359.207.316	2.931.862.961	363.651.643	3.747.470.664	2.155.150.170	2.492.047.886	3.399.632.368	6.056.539.988	3.194.714.613	5.165.910.424
ENERJİ	0	0	0	0	14.910.998	114.379.623	73.323.606	15.491.804	99.680.003	57.030.872	104.451.913	40.606.430
HİZMETLER	316.423	38.948.958	46.570.078	486.788.928	156.196.008	908.096.431	434.021.503	9.613.003.429	674.221.877	8.707.943.134	580.832.672	7.142.901.386
GİZLİ Sektör	0	0	0	0	0	0	0	33.157.656.394	0	22.911.418.535	0	26.581.992.686
İMALAT SANAYİ TOPLAMI	636.759.604	3.345.045.388	8.924.180.928	10.615.626.544	24.064.586.155	39.024.929.280	125.187.659.337	150.252.334.893	157.705.154.313	175.979.177.846	161.555.429.088	154.252.285.612
DÜŞÜK TEKNOLOJİ	472.163.713	167.751.889	4.692.790.701	1.494.167.287	13.846.709.750	5.789.456.527	35.418.555.849	19.399.639.691	51.362.685.450	20.020.346.429	53.025.880.231	18.491.925.768
ORTA DÜŞÜK TEKNOLOJİ	113.653.733	1.240.238.353	2.461.156.682	2.781.550.167	4.884.340.732	6.932.483.406	47.145.230.571	49.644.542.322	43.458.671.036	58.435.887.642	44.445.014.714	49.563.176.002
ORTA YÜKSEK TEKNOLOJİ	45.131.173	1.681.760.113	1.603.931.788	4.657.345.719	4.089.134.827	19.600.591.761	38.704.286.388	62.399.612.639	57.362.822.802	73.854.457.378	58.201.171.525	62.545.743.580
YÜKSEK TEKNOLOJİ	5.810.985	255.295.033	166.301.757	1.682.563.371	1.244.400.846	6.702.397.586	3.919.586.529	18.808.540.241	5.520.975.025	23.668.486.397	5.883.362.618	23.651.440.262
SEKTÖRLER TOPLAMI	2.288.162.689	4.599.024.565	11.661.828.466	14.335.149.000	26.973.951.738	45.921.391.902	132.027.195.626	201.963.574.109	167.920.613.455	223.047.094.482	171.468.132.465	202.702.547.857

Tablo 6.5. Seçilen Yıllarda Türkiye İhracat ve İthalatının Teknoloji Düzeyindeki Değişim (cari yıl fiyatlarıyla ABD doları) (1978-2019)

	1978		1988		1998		2008		2018		2019	
ISIC adı	İhracat	İthalat	İhracat	İthalat	İhracat	İthalat	İhracat	İthalat	İhracat	İthalat	İhracat	İthalat
DÜŞÜK TEKNOLOJİ	74,2%	5,0%	52,6%	14,1%	57,5%	14,8%	28,3%	12,9%	32,6%	11,4%	32,8%	12,0%
ORTA DÜŞÜK TEKNOLOJİ	17,8%	37,1%	27,6%	26,2%	20,3%	17,8%	37,7%	33,0%	27,6%	33,2%	27,5%	32,1%
ORTA YÜKSEK TEKNOLOJİ	7,1%	50,3%	18,0%	43,9%	17,0%	50,2%	30,9%	41,5%	36,4%	42,0%	36,0%	40,5%
YÜKSEK TEKNOLOJİ	0,9%	7,6%	1,9%	15,8%	5,2%	17,2%	3,1%	12,5%	3,5%	13,4%	3,6%	15,3%

Tablo 6.6. Seçilen Yıllarda İmalat Sanayi İhracat ve İthalatının Teknoloji Düzeyindeki Değişim (%) (1978-2019)

Yukarıdaki tablodan görüleceği üzere 1978-2019 döneminde Türkiye'nin dış ticareti ciddi bir yapısal dönüşüm geçirmiş, düşük teknoloji ürünler ihraç eden bir ülke konumundan orta-yüksek teknoloji ürün ihraç eden bir yapıya evrilmiştir. 2019 yılı itibarıyla imalat sanayi ihracatının %36'sı orta yüksek teknoloji, %27,5'i orta düşük teknoloji, %32,8'i düşük teknoloji, % 3,6'sı ise ileri teknoloji ürünlerinden oluşmaktadır.

Yukarıda sunulan verilerden görüleceği üzere Türkiye'nin dış ticaret yapısı imalat sanayine ve orta yüksek teknoloji ürünlere doğru kayma eğilimindedir. Hipotez 3 kabul edilmiştir.

6.3.ç. Hipotez 4: Türkiye Dış Ticaret Yapısında Teknoloji Açığı Giderek Azalmaktadır

Türkiye'nin dış ticaret yapısının orta yüksek ve ileri teknolojili ürünlere kayma eğiliminde olduğu, sanayi 4.0'ın ihracatçı imalat sanayi sektöründe etkisini gösterdiği görülmektedir. Ancak, sadece ihracat bakımından değil, orta yüksek ve yüksek teknolojili ürünlerde ihracatın ithalatı karşılama oranı önemli bir gösterge niteliğindedir.

Posner (1961) ülkeler arasındaki endüstri içi ve endüstriler arası ticareti "teknoloji açığı" teorisi ile açıklamaktadır. Ülke içinde yenilik kapasitesi yüksek işletmeler fikri mülkiyet hukuku çerçevesinde koruyarak ileri teknolojili ürünler ortaya koydukça ülkedeki teknolojik dönüşüm alıcı ülke için yüksek maliyet bakımından dezavantaj oluştururken, üreten ülke için dış ticarete rekabet avantajı sağlamaktadır. Karakaya, Ağazade & Perçin (2017) ise Türkiye imalat sanayine yönelik 2008-2013 döneminde Düzey 2 (2 digit) imalat sanayi sektörleri üzerinde

yaptıkları araştırmada yenilikçilik potansiyeli ve ihracat arasındaki nedensellik ilişkisini araştırmıştır. Çalışma neticesinde, ihracatın yenilikçiliği ve ar-ge harcamalarını teşvik ettiği, artan yenilikçilik düzeyi ve ar-ge harcamalarının ise ihracatın teknoloji seviyesini giderek arttırdığı sonucuna erişmiştir.

Hipotez 4'ün test edilmesinde ise Yeldan, Taşcı, Voyvoda & Özsan (2013) tarafından ortaya konulan teknoloji seviyesi belirleme yaklaşımı referans alınmıştır. Yeldan ve diğ. (2013), Türkiye'de bölgelerin kalkınmışlık seviyelerini tespit etmeye çalışırken, bölgelerin üretim ve dış ticaret yapısına ilişkin teknoloji düzeylerini basit bir endeks yardımıyla belirlemiştir. Bu endekse göre imalat sanayinde düşük teknolojlili ürünler 1, orta düşük teknolojlili sektörler 2, orta yüksek teknolojlili sektörler 3 ve yüksek teknolojlili sektörler ise 4 ağırlık puanına sahiptir. Bu sektörlerin ihracat ve ithalat hacimleri ile bu puanın çarpılarak, toplam imalat sanayi ihracat ve ithalat hacimlerine bölünmesiyle o imalat sanayinin teknoloji seviyesi tahmin edilmiş olur. Bu çalışma kapsamında dış ticarete teknoloji açığı aşağıdaki yöntemle hesaplanmıştır.

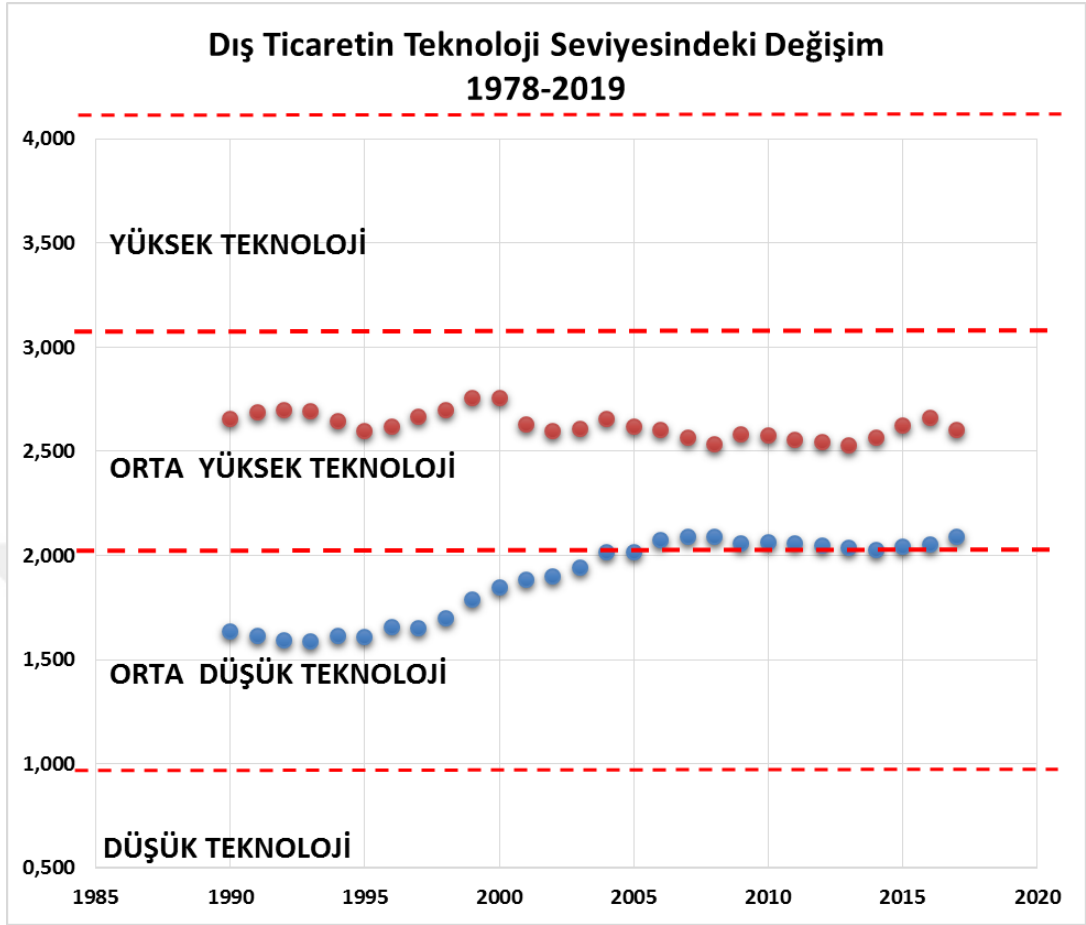
Teknoloji Açığı = İhracatın Teknoloji Seviyesi – İthalatın Teknoloji Seviyesi

Bu formüle göre yapılan hesaplamalar aşağıdaki tabloda sunulmuştur. Tablodan görüleceği üzere 1978 döneminde Türkiye'nin ihracatının teknoloji düzeyi düşük teknolojiyi ifade eden 1,3 iken, ithalatın teknoloji düzeyi ise orta ileri teknolojiyi ifade eden 2,6 seviyesindedir. 2019 yılında ise ihracatın teknoloji düzeyi 2,1'e ve ithalatın teknoloji düzeyi de 2,59 olarak gerçekteşmiştir. Teknoloji açığı ise 1978 yılında 1,258 iken, 2019 yılı itibarıyla 0,487'ye kadar gerilemiştir.

	İHRACAT	İTHALAT	Teknoloji Açığı	İhracat/İthalat Oranı
1978	1,348	2,605	-1,258	49,8%
1979	1,366	2,541	-1,175	44,6%
1980	1,495	2,453	-0,958	36,8%
1981	1,571	2,560	-0,989	52,6%
1982	1,638	2,635	-0,998	65,0%
1983	1,544	2,626	-1,082	62,0%
1984	1,513	2,603	-1,090	66,3%
1985	1,656	2,637	-0,980	70,2%
1986	1,622	2,693	-1,071	67,1%
1987	1,673	2,586	-0,914	72,0%
1988	1,691	2,615	-0,924	81,4%
1989	1,656	2,639	-0,982	73,6%
1990	1,636	2,658	-1,022	58,1%
1991	1,613	2,688	-1,074	64,6%
1992	1,593	2,699	-1,106	64,3%
1993	1,587	2,694	-1,107	52,1%
1994	1,612	2,643	-1,031	77,8%
1995	1,608	2,599	-0,991	60,6%
1996	1,658	2,617	-0,959	53,2%
1997	1,653	2,666	-1,012	54,1%
1998	1,698	2,697	-0,999	58,7%
1999	1,791	2,758	-0,967	65,4%
2000	1,848	2,757	-0,909	51,0%
2001	1,884	2,630	-0,746	75,7%
2002	1,899	2,598	-0,700	69,9%
2003	1,941	2,607	-0,666	68,1%
2004	2,017	2,654	-0,636	64,8%
2005	2,018	2,617	-0,598	62,9%
2006	2,072	2,604	-0,532	61,3%
2007	2,087	2,567	-0,480	63,1%
2008	2,089	2,537	-0,448	65,4%
2009	2,056	2,580	-0,524	72,5%
2010	2,064	2,578	-0,514	61,4%
2011	2,059	2,554	-0,495	56,0%
2012	2,048	2,543	-0,495	64,5%
2013	2,038	2,531	-0,492	60,3%
2014	2,027	2,567	-0,541	65,1%
2015	2,041	2,623	-0,582	69,4%
2016	2,051	2,662	-0,612	71,8%
2017	2,090	2,601	-0,511	67,2%
2018	2,108	2,575	-0,467	75,3%
2019	2,105	2,592	-0,487	84,6%

Tablo 6.7. 1978-2019 Döneminde Türkiye İmalat Sanayi Dış Ticaretinin Teknoloji Seviyesi ve Teknoloji Açığı

Şekil 6.3. Dış Ticaretin Teknoloji Seviyesindeki Değişim (1978-2019)



Kaynak: Yazar tarafından üretilmiştir.

Yukarıdaki grafikten görüleceği üzere Türkiye'nin dış ticaretinin yapısı 1978-2019 döneminde teknoloji düzeyi bakımından önemli değişim göstermiştir. İthalatın teknoloji düzeyi 2,5'ler seviyesinde sabit kalırken, ihracatın teknoloji düzeyi 1995-2008 döneminde çarpıcı bir şekilde yükselmiştir. Buna bağlı olarak teknoloji açığı da gerileme eğilimi göstermiştir.

Dickey-Fuller birim kök test sonucunda teknoloji teknoloji açığı (TechGap) değişkeni için P olasılık değeri 0,0099, ihracatın ithalata oranına ilişkin P olasılık değeri 0,0211 olduğu için %1 istatistiki anlamlılık düzeyinde durağandır.

Otokorelasyona ilişkin Breusch-Godfrey LM test sonucunda P olasılık değeri 0,10'dan büyük olduğu için “boş hipotez olan otokorelasyon yoktur” hipotezi kabul edilmiştir. Sonuç olarak, verinin OLS analizi yapılmaya uygun olduğu ortaya konulmuştur. Teknoloji açığı ile dış ticaret açığı arasındaki ilişkiselliği incelemek üzere 1978-2019 döneminin teknoloji açığı endeks değerleri ve ihracatın ithalatı karşılama oranı değişkenleri ile OLS regresyon analizi (STATA) sonuçları aşağıda sunulmuştur.

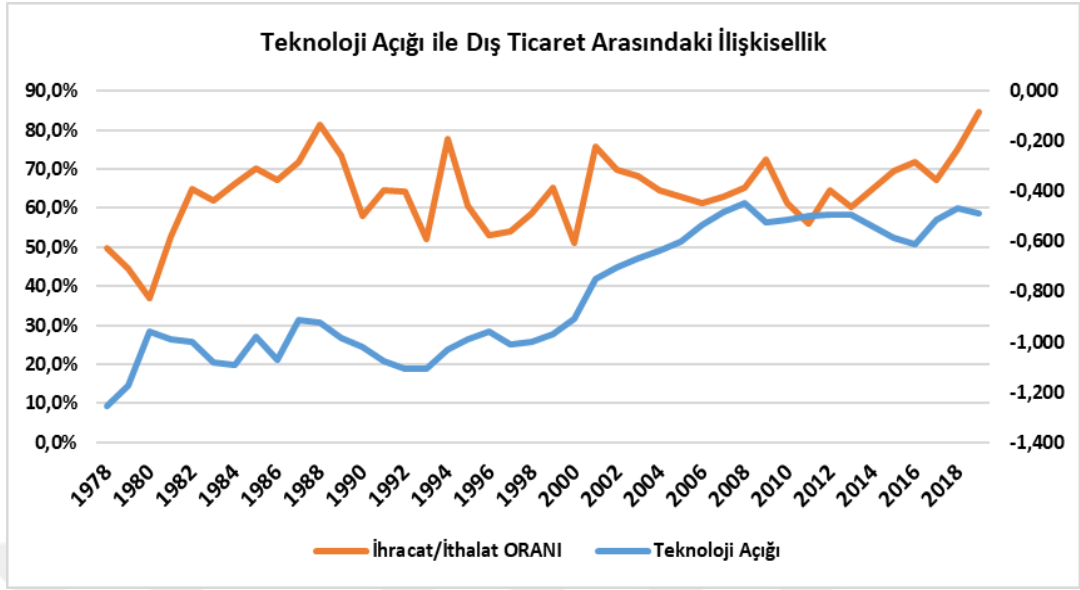
```
. reg ExpToImp l(0).TechGap
```

Source	SS	df	MS	Number of obs	=	42
Model	462.018831	1	462.018831	F(1, 40)	=	5.59
Residual	3305.17766	40	82.6294414	Prob > F	=	0.0230
Total	3767.19649	41	91.8828412	R-squared	=	0.1226
				Adj R-squared	=	0.1007
				Root MSE	=	9.0901

ExpToImp	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]
TechGap	13.31939	5.63277	2.36	0.023	1.935141 24.70365
_cons	74.6455	4.786611	15.59	0.000	64.9714 84.3196

1978-2019 döneminde OLS analiz sonuçlarından görüleceği üzere teknoloji açığının ihracatın ithalata oranı üzerindeki etkisi %5 anlamlılık düzeyinde pozitiftir. Türkiye'nin teknoloji açığı azaldıkça dış ticareti açığı da azalma eğilimi göstermektedir. Bu bulguya ilişkin grafik aşağıda sunulmuştur.

Şekil 6.4. Teknoloji Açığı ile Dış Ticaret Arasındaki İlişkililik (1978-2019)



Aynı analiz 1978-2001 dönemi arasına yönelik gerçekleştirildiğinde ise aşağıdaki bulgulara erişilmiştir.

```
. reg TechGap ExpToImp if tin(1978,2001)
```

Source	SS	df	MS	Number of obs	=	
Model	.031901068	1	.031901068	F(1, 22)	=	3.48
Residual	.201406259	22	.00915483	Prob > F	=	0.0753
Total	.233307326	23	.010143797	R-squared	=	0.1367
				Adj R-squared	=	0.0975
				Root MSE	=	.09568

TechGap	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]
ExpToImp	.0034063	.0018247	1.87	0.075	-.000378 .0071905
_cons	-1.22396	.113983	-10.74	0.000	-1.460346 -.9875738

1978-2001 döneminde OLS analiz sonuçlarından görüleceği üzere teknoloji açığının ihracatın ithalata oranı üzerindeki etkisi %5 anlamlılık düzeyinde pozitifdir.

Söz konusu analiz 2002-2019 dönemi arasına yönelik gerçekleştirildiğinde de aşağıdaki bulgulara erişilmiştir.

```
. reg TechGap ExpToImp if tin(2002,2019)
```

Source	SS	df	MS	Number of obs	=	17
Model	.018312742	1	.018312742	F(1, 14)	=	4.22
Residual	.060784999	15	.004341786	Prob > F	=	0.0592
Total	.079097741	16	.005273183	R-squared	=	0.2315
				Adj R-squared	=	0.1766
				Root MSE	=	.06589

TechGap	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]
ExpToImp	-.0078434	.0038191	-2.05	0.059	-.0160346 .0003478
_cons	-.0399884	.2496701	-0.16	0.875	-.5754774 .4955007

2002-2019 döneminde OLS analiz sonuçlarından görüleceği üzere teknoloji açığının ihracatın ithalata oranı üzerindeki etkisi %10 anlamlılık düzeyinde negatiftir. Diğer bir ifadeyle teknoloji açığı düştükçe ihracatın ithalata etkileme oranı artmaktadır. Bunda 2002 sonrası dönemde ihracata dayalı imalat sanayinin desteklenmesi, orta düşük ve orta yüksek teknolojili imalat sanayi sektörlerinde ihracatın teşvik edilmesinin rolünün büyük olduğu düşünülmektedir.

6.3.d. Hipotez 5: Türkiye'nin Orta Yüksek İmalat Sanayi Ürünlerinde Endüstri İçi Ticaret Arttıkça Dış Ticaret Açığı da Azalmaktadır

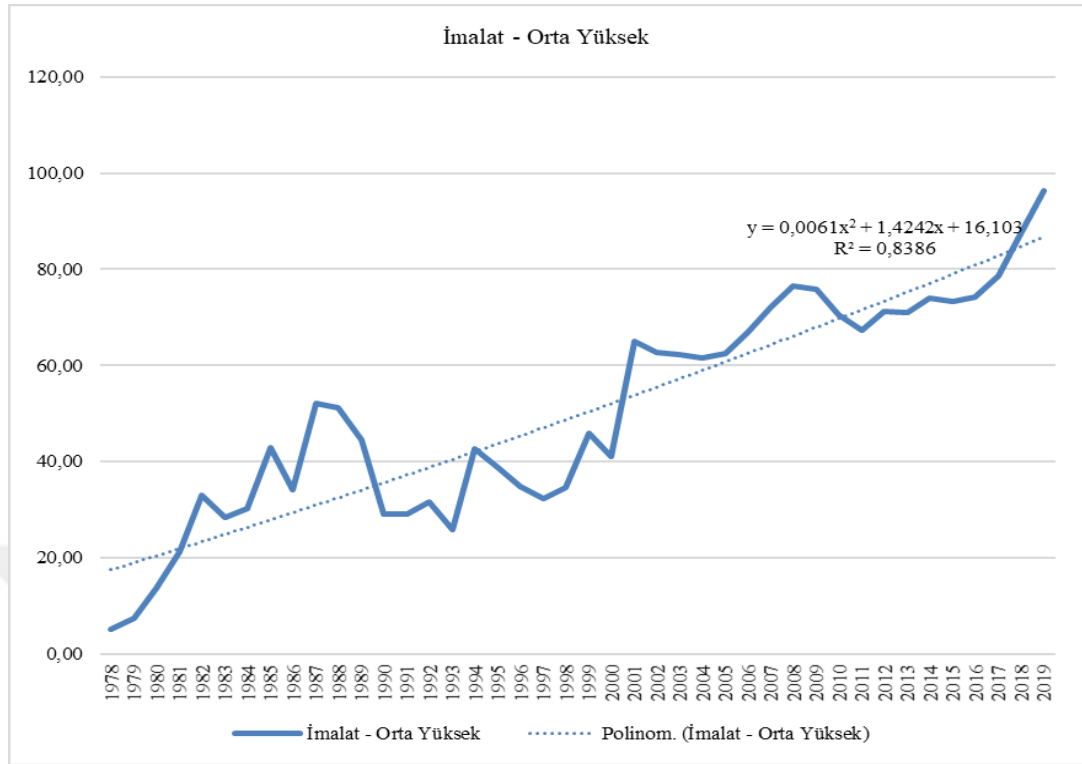
Hipotez 5 in test edilmesinde 1978-2019 döneminde İhracattaki Payı %0,5'in üzerindeki ISIV Rev.3. Düzey 4 (4 basamak) sektörler dikkate alınmıştır. Sektörel endüstri içi ticaret endeksi hesaplamasında yine Grubel-Llyod yöntemi kullanılmıştır. Endüstri içi ticaret değeri ve ihracat içindeki ağırlığı ilk 20 sektör aşağıda sunulmuştur.

Teknoloji Seviyesi	Sektör Kodu	Sektör Adı	Endüstri İçi Ticaret		Sektörün Toplam İhracat İçindeki Payı (%)	
			2018	2019	2018	2019
ORTA YÜKSEK	2424	Sabun, deterjan, temizlik, cilalama maddeleri; parfüm; kozmetik ve tuvalet malzemeleri	98,66	95,12	0,82%	0,84%
YÜKSEK	3230	Televizyon ve radyo alıcıları; ses ve görüntü kaydeden veya üreten teçhizat vb. ilgili araçlar	85,47	82,90	0,95%	0,86%
ORTA DÜŞÜK	2511	İç ve dış lastik	79,16	68,24	0,83%	0,88%
DÜŞÜK	1711	Tekstil elyafından iplik ve dokunmuş tekstil	84,62	85,28	2,58%	2,33%
ORTA DÜŞÜK	2710	Demir-çelik ana sanayi	95,88	92,37	7,84%	6,63%
ORTA YÜKSEK	3430	Motorlu kara taşıtlarının motorlarıyla ilgili parça ve aksesuarları	94,01	99,78	3,67%	3,44%
ORTA DÜŞÜK	2520	Plastik ürünleri	76,01	70,63	2,83%	2,84%
ORTA YÜKSEK	3410	Motorlu kara taşıtları ve motorları	65,70	50,37	12,65 %	11,92 %
ORTA DÜŞÜK	2899	Başka yerde sınıflandırılmamış metal eşya	74,90	72,04	2,27%	2,16%
YÜKSEK	3530	Hava ve uzay taşıtları	49,98	51,10	0,78%	0,93%
ORTA YÜKSEK	3110	Elektrik motoru, jeneratör, transformatörler	70,31	76,21	0,75%	0,86%
ORTA YÜKSEK	2919	Diğer genel amaçlı makineler	70,83	83,73	1,13%	1,22%
ORTA YÜKSEK	2912	Pompa, kompresör, musluk ve vana	67,51	73,07	0,89%	0,92%
ORTA DÜŞÜK	2720	Demir-çelik dışındaki ana metal sanayi	47,24	44,76	3,62%	3,14%
ORTA DÜŞÜK	2320	Rafine edilmiş petrol ürünleri	41,33	75,78	1,78%	1,86%
ORTA YÜKSEK	2411	Ana kimyasal maddeler (kimyasal gübre ve azotlu bileşikler hariç)	51,57	58,85	2,37%	3,80%
ORTA YÜKSEK	3130	İzole edilmiş tel ve kablolar	39,09	36,34	1,66%	1,81%
ORTA DÜŞÜK	2811	Metal yapı malzemeleri	25,29	15,01	1,17%	1,12%
ORTA YÜKSEK	2930	Başka yerde sınıflandırılmamış ev aletleri	28,53	24,68	0,99%	1,08%
DÜŞÜK	3610	Mobilya	34,64	29,18	2,98%	2,93%

Tablo 6.8. İhracat İçindeki Ağırlığı Yüksek Sektörlerin ve Endüstri İçi Ticaret Endeks Değerleri

Orta yüksek teknolojili imalat sanayi sektörünün endüstri içi dış ticaretine ilişkin grafikler aşağıda sunulmuştur. Aşağıdaki grafikten görüleceği üzere Türkiye'nin orta yüksek teknolojili endüstri içi ticareti son 41 yılda bir gelişim göstermiş, bu gelişim Türk imalat sanayinin teknoloji seviyesini yükseltici rol oynamanın yanında, ihracatının artmasına ve dış pazarlarda rekabetçiliğine de katkı sağlamıştır. 2017 sonrası dönemde orta yüksek teknolojili imalat sanayi sektöründe endüstri içi ticaretin daha hızlı geliştiği görülmektedir.

Şekil 6.5. Orta Yüksek Teknolojili İmalat Sanayi Sektörünün Endüstri İçi Dış Ticareti (1978-2019)



Dickey-Fuller birim kök test sonucunda orta yüksek teknoloji değişkeni (iimht) için P olasılık değeri 0,0671 olduğundan %10 istatistiksel anlamlılık düzeyinde durağandır. Otokorelasyona ilişkin Breusch-Godfrey LM test sonucunda P olasılık değerinin 0,10'dan büyük olması nedeniyle “boş hipotez olan otokorelasyon yoktur” hipotezi kabul edilmiş ve netice itibarıyla verinin OLS analizi yapılmaya uygun olduğu ortaya konulmuştur.

Aşağıdaki ekonometrik modelde orta yüksek teknoloji endüstri içi ticaret ile imalat sanayi dış ticaret açığı arasındaki ilişkisellik analiz edilmiştir.

reg iimht tot

Source	SS	df	MS	Number of obs	=	42
Model	6701.85464	1	6701.85464	F(1, 40)	=	18.81
Residual	14254.9877	40	356.374693	Prob > F	=	0.0001
				R-squared	=	0.3198
				Adj R-squared	=	0.3028
Total	20956.8424	41	511.142496	Root MSE	=	18.878

iimht	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]
tot	-7.99e-07	1.84e-07	-4.34	0.000	-1.17e-06 -4.27e-07
_cons	37.83783	4.114047	9.20	0.000	29.52303 46.15263

OLS modeli neticesinde %1 anlamlılık düzeyinde orta yüksek teknoloji endüstri içi ticaret ile imalat sanayi dış ticareti arasında negatif ve istatistiki olarak anlamlı bir ilişki olduğu ortaya konulmuştur. Bu bulguya göre, orta ileri teknolojilerde endüstri içi ticaretin artması imalat sanayinin uluslararası rekabet gücünü de geliştirmektedir.

Dickey-Fuller birim kök test sonucunda orta düşük teknoloji değişkeni (iimlt) için P olasılık değeri 0,0001 olduğundan %1 istatistiki anlamlılık düzeyinde durağandır. Otokorelasyona ilişkin Breusch-Godfrey LM test sonucunda P olasılık değeri 0,10'dan büyük olduğu için “boş hipotez olan otokorelasyon yoktur” hipotezi kabul edilmiştir. Netice itibarıyla verinin OLS analizi yapılmaya uygun olduğu ortaya konulmuştur.

Orta yüksek teknolojiye ilişkin yukarıdaki model orta düşük teknolojiye uyarlandığında ise değişkenler arasında istatistiki olarak anlamlı bir ilişki olmadığı görülmektedir.


```

reg iimlt tot
      Source |           SS          df           MS       Number of obs   =          42
-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----
      Model |    725.663835          1    725.663835       F(1, 40)         =          1.89
      Residual |   15363.3973         40    384.084931       Prob > F         =         0.1769
-----+-----+-----+-----+-----+-----
      Total |   16089.0611         41    392.416124       R-squared         =         0.0451
                                           Adj R-squared    =         0.0212
                                           Root MSE        =         19.598

```

```

-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----
      iimlt |           Coef.      Std. Err.      t    P>|t|     [95% Conf. Interval]
-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----
      tot |   -2.63e-07     1.91e-07     -1.37   0.177   -6.50e-07     1.24e-07
      _cons |    77.08697     4.270999     18.05   0.000    68.45496     85.71898
-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----

```



BÖLÜM VII

SONUÇ VE ÖNERİLER

Küreselleşme sürecinde teknolojinin hızlı değişimi ülkeler arasındaki ticareti ve dünya ekonomisinde entegrasyonu hızlandırmıştır. Bu entegrasyon süresinde bilgi teknolojilerinin de etkisiyle üretim ve değer zincirleriyle birlikte lojistik, pazarlama ve dağıtım gibi dış ticareti doğrudan etkileyen iş süreçlerinde, birçok ülkenin dış ticaretinden daha büyük cirolar elde eden küresel e-ticaret (amazon, alibaba vb.) şirketleri etkili olmaya başlamıştır. Örneğin, Amazon'un 2019 yılı 281 milyar dolar net satışla kapatmıştır. Alibaba'nın aynı dönemde net satışları ise 56 milyar dolar düzeyindedir.

Teknolojideki hızlı değişim; teknolojinin nihai ürün olmaktan ziyade, diğer sektörlerde yaratmış olduğu dönüşüm, bilgiye dayalı üretim, iş süreçleri ve tekniklerinin gelişmesi, verimlilik artışı ile birlikte rekabet gücünü de artıran etkileri ile şirketlerin ve ülkelerin teknolojik dönüşüm yolunda politikalar belirlemesi ve uygulamasını teşvik etmiştir.

Teknoloji kullanımı ve ileri teknoloji katma değerli ürünlerin ihracatı bugün ülkelerin dış ticaret stratejilerinin önemli bir bileşeni halinde gelmiştir. Ülkeler, ister tarımsal ürünler isterse yüksek teknoloji içeren yarı-iletken teknolojilerine dayalı sektörlerde olsun tüm sektörlerde bilgiye dayalı dönüşümün zorunlu olduğunun farkına varmış; biyo-teknoloji, büyük veri, nanoteknoloji gibi diğer sektörlerde dönüşümü sağlayan genel amaçlı teknolojilerin nüfuzunu da

hızlandırmıştır. Ülkeler dış ticaret hacimlerini artırarak küresel pazarda daha etkin olmayı arzulamakta, bunu yaparken dış fazla vermeyi ve katma değerli ürünlerde rekabetçi olmayı hedeflemektedir.

Küresel yarışa sonradan katılan gelişmekte olan ülkeler ile gelişmiş ülkeler arasındaki rekabetçiliği belirleyen temel faktörlerden birisi de teknoloji açığıdır. Teknoloji açığı yüksek olan gelişmekte olan ülkelerin rekabetçiliği dış ticarete kısıtlı kalmakta, küresel ticaretten arzulanan payı alamamaktadır. Teknolojiyle ilgili yeni dış ticaret teorilerinden birisi de Teknoloji Açığı Teorisidir. Bu teoriye göre sanayileşmiş ülkelerin kendi aralarında yaptıkları ticaret büyük ölçüde yeni ürünlerin ve bununla ilişkili üretim süreçlerinin geliştirilmesine bağlı olmaktadır. Ürün ve ürünün üretim süreçlerinde inovasyon sağlayan ülkeler patent ve telif haklarıyla tekel pozisyonu elde ederler ve ürünlerin ihracatını giderek geliştirirler, ancak bir süre sonra telif haklarının, süresi dolunca tekel durumlarının ortadan kalkmasıyla birlikte taklit edilmesi nedeniyle gelişmekte olan ülkeler tarafından ürünler üretilmeye ve ihraç edilmeye başlamaktadır.

Yalım (2019) tarafından gerçekleştirilen çalışmada Sanayi 4.0 sürecinin istihdam, büyüme, dış ticaret ve ekonomilerin ana sektörleri üzerindeki etkileri incelenmiş, önde ülkelerin bu yeni sanayi devrimindeki konumları ve hazırlıkları saptanmaya çalışılmıştır. Bu çalışmada Türkiye’de imalat sanayinde kullanılan teknolojinin az ve orta seviyede olduğu görülmüştür. Gültekin (2019) Sanayi 4.0’ın ekonomik etkilerini incelediği çalışmasında Türkiye’nin dünyanın en büyük 10 ekonomi arasına girebilmesi için Sanayi 4.0 sistemlerini bir an önce entegre etmesi gerektiğini ileri sürmüştür. Esmer (2019) dış ticaret firmalarının Sanayi 4.0

uygulama ve süreçlerinin nasıl olduğunu belirlemeye yönelik nitel araştırmasında Türkiye'deki firmaların büyük çoğunluğunun KOBİ düzeyinde olduğu bu nedenle Sanayi 4.0'a geçiş konusunda yeterli alt yapılarının olmadığı bulgusuna ulaşmıştır. Çelik (2020) Türkiye'de teknoloji yatırımlarının ekonomik büyüme ve ihracata olan etkisini Sanayi 4.0 bağlamında incelemiş, araştırma sonucunda sanayi üretim yapısında değişimler olduğunu, emek yoğun malların toplam üretim ve ihracat içindeki göreceli yapının yıllar içerisinde düşüş eğiliminde olduğunu ortaya çıkarmıştır.

Bu tez çalışmasında ortaya konulan hipotezler ile Türkiye Dış Ticaretinin ve İmalat Sanayinin Sanayi 4.0'a hazırlık düzeyi tespit edilmiş, imalat sanayindeki yapısal dönüşümde dış ticaretin etkileri endüstri içi ticaret ve teknoloji seviyeleri perspektifinde ortaya konulmaya çalışılmıştır. Bu amaca matuf olmak üzere;

Literatürde, dışa açıklık arttıkça o ülkenin ihraç mallarını üreten sektörlerinin dünyadaki değer zincirleriyle olan bağlarının da giderek güçlenmekte olduğu ifade edilmekte olup, dışa açıklığın aynı sektör altında bile olsa farklılaşmış, yenilikçi ve rekabetçi ürünlerin ortaya çıkışını, ilaveten ölçek ekonomilerine geçişi hızlandırarak işgücü ve sermaye verimliliğini artıran bir yapısal dönüşümü de tetiklediği ileri sürülmektedir. Dışa açıklık ile başlayan sürecin endüstri içi ticareti geliştirdiği, endüstri içi ticaretin ise özellikle ihracatçı sektörlerde teknolojik dönüşümü hızlandırdığı iddia edilmektedir.

“Hipotez 1 : Türkiye'nin dünya ekonomisine eklemlenmesi ve dışa açıklığı giderek artmakta, dışa açıklık arttıkça endüstri içi ticaret artmaktadır” hipotezine ilişkin olarak ise Türkiye'nin 1998-2019 dönemine ilişkin dışa açıklığı ile endüstri-

İçti ticaret arasındaki ilişkişellik ekonometrik yöntemlerle incelenmiştir. Analiz sonuçlarına göre, Türkiye'nin 1998-2019 döneminde çeyreklik verilere dayalı olarak Dış Ticaret Açıklığı ile endüstri içti ticaret arasında aynı çeyreklik dönem içinde anlamlı bir ilişki mevcut değildir. Ancak, dış ticaret açıklığının endüstri içti ticareti sonradan etkileme düzeyine ilişkin çeyreklik gecikmelerin dikkate alındığı analiz sonuçlarına göre ise, Dışa Açıklık, çeyreklik dönemler itibarıyla endüstri içti ticareti Türkiye'de 8 çeyrek yani 2 yıl sonra etkilemektedir. Bu ilişkişellik %1 anlamlılık düzeyinde istatistiki olarak anlamlı ve negatif yönlüdür.

Netice itibarıyla hipotez 1 red edilmiştir. Türkiye'nin dışa açıklık oranı ithalat lehine arttığından, dışa açıklık düzeyinin artması endüstri içti ticareti olumsuz yönde etkilemektedir. Dışa açıklığın artışının, yerel sanayinin ihracatına zarar vermekte ve dış pazarlarda rekabet gücünü olumsuz yönde etkilemekte olduğu sonucu ortaya çıkmaktadır. Türkiye'nin dışa açıklığını endüstri içti ticaret lehine gözden geçirmesi, ithalat rejiminde bebek endüstri teorisine uygun şekilde korumacı politikalara yönelmesi uygun olacaktır.

Hipotez 2: Türkiye'nin Endüstri-İçti Ticareti İle İmalat Sanayinin GSYH'dan Aldığı Pay Arasında Güçlü Bir İlişkişellik Vardır hipotezi ile **endüstri içti ticaretin gelişiminin imalat sanayinin gelişimini teşvik ettiği, Türkiye'nin sanayileşmesine katkı sağladığı** varsayılmaktadır. Bu hipotezin test edilmesinde yine birinci hipotezde kullanılan veri seti üzerinde sıradan en küçük kareler (OLS) regresyon analizi yapılmıştır. Çeyreklik dönemler itibarıyla endüstri içti ticaret endeks değeri ile imalat sanayinin GSYH içindeki payı (%) arasındaki ilişkişellik incelenmiştir. Herhangi bir çeyreklik bazda gecikme kullanılmaksızın yapılan

analizde Endüstri içi ticaret ile imalat sanayinin GSYH'dan aldığı pay arasında %95 güven aralığında anlamlı bir ilişkisellik tespit edilememiştir. Ancak üretim ile dış ticaret arasındaki ileri ve geri bağlantılar bakımından ithalatın imalat sanayi için ara girdi teminin, ihracatın ise imalat sanayinin nihai ürünün pazarlara ulaştırılması işlevini üstlendiği değerlendirildiğinde, endüstri içi ticaretin imalat sanayine Türkiye imalat sanayine 3 ay ile 9 ay arasında olumlu yansıdığı görülmektedir. 9 aydan sonra bu iki değişken arasında anlamlı bir ilişkisellik söz konusu değildir. Ancak, 3 ay ile 9 ay arasında ise R-kare açıklama oranları bakımından 6 ay'ın bu ilişkiselliği ortaya koyan istatistiki bakımdan en anlamlı dönem olduğu ortaya çıkmaktadır. Bu bulgular neticesinde, hipotez 2 kabul edilmektedir. **Netice itibarıyla endüstri içi ticaretin gelişimi Türk imalat sanayini pozitif yönde etkilemektedir.**

“Hipotez 3: Türkiye’de dünya ekonomisine giderek eklenildikçe imalat sanayi ürünlerinde düşük teknolojiden ileri teknolojiye doğru bir gelişim sürecine girmiştir.” hipotezinin testinde; 1978-2010 dönemi TÜİK dış ticaret istatistikleri referans alınarak Türkiye’nin dış ticaretinin arttıkça, dış ticaretin sektör yapısında imalat sanayi ürünlerinde düşük teknolojiden ileri teknolojiye doğru bir gelişim sürecine girip girmediği ve Sanayi 4.0’a dönüşüm sürecince olup olmadığı incelenmiştir.

1998-2008 yılları arası dönem ise Türkiye’nin ekonominin diğer alanlarında olduğu gibi ihracat yapısı bakımından da altın dönemlerinden birisi olarak göze çarpmaktadır. Söz konusu dönemde, Türkiye’nin ihracat yapısının orta düşük ve orta yüksek teknolojiye kaydığı görülmektedir. Türkiye 2008 yılında 35,4 milyar

dolar düşük teknoloji imalat sanayi ürünü ihraç ederken, orta düşük teknoloji de 47,1 milyar dolar ve orta yüksek teknoloji de ise 38,7 milyar dolarlık ihracat seviyesine erişmiştir. Ancak, aynı nispette ithalatta arttığı için bu dönemde Türkiye'nin orta yüksek ve yüksek teknoloji dış ticaretindeki açığı 38,6 milyar doları bulmaktadır. Ayrıca, imalat sanayinde ihracatın ithalatı karşılama oranı %83,3'tür.

2018 yılında Türkiye hacim olarak imalat sanayi dış ticaretini bir önceki 10 seneye göre fazla artırmadığı görülmektedir. Ancak, 333 milyar dolarlık imalat sanayi dış ticaret hacmi ülke sanayinin geldiği seviye bakımından önemli bir değeri ifade etmektedir. İmalat sanayinde ihracatın ithalatı karşılama oranı %89,6 seviyesine yükselmiştir. İhracatın kompozisyonu da orta yüksek teknolojiye doğru evrilmiştir. 2019 yılında ise imalat sanayinde ihracatın ithalatı karşılama oranı %104 olarak gerçekleşmiş, ileri teknoloji ihracatı 5,8 milyar dolar, orta yüksek teknoloji ihracatı 58,2 milyar dolar seviyesine yükselmiştir.

1978-2019 döneminde Türkiye'nin dış ticareti ciddi bir yapısal dönüşüm geçirmiş, düşük teknoloji ürünler ihraç eden bir ülke konumundan orta-yüksek teknoloji ürün ihraç eden bir yapıya evrilmiştir. 2019 yılı itibarıyla imalat sanayi ihracatının %36'sı orta yüksek teknoloji, %27,5'i orta düşük teknoloji, %32,8'i düşük teknoloji, % 3,6'sı ise ileri teknoloji ürünlerinden oluşmaktadır.

Bulgulara dayalı olarak **Türkiye'nin dış ticaret yapısının imalat sanayine ve orta yüksek teknoloji ürünlere doğru kayma eğiliminde olduğu sonucuna erişilmiştir.** Hipotez 3 kabul edilmiştir.

“Hipotez 4: Türkiye dış ticaret yapısında teknoloji açığı giderek azalmaktadır” hipotezi test edilmiştir. Hipotez 4’ün test edilmesinde ise Yeldan, Taşcı, Voyvoda & Özsan, (2013) tarafından ortaya konulan teknoloji seviyesi belirleme yaklaşımı referans alınmıştır. Burada kullanılan yöntemle göre yapılan hesaplamalarda, 1978 döneminde Türkiye’nin ihracatının teknoloji düzeyi düşük teknolojiyi ifade eden 1,3 iken, ithalatın teknoloji düzeyi ise orta ileri teknolojiyi ifade eden 2,6 seviyesinde olduğu tespit edilmiştir. 2019 yılında ise ihracatın teknoloji düzeyi 2,1’e ve ithalatın teknoloji düzeyi de 2,59 olarak gerçekleşmiştir. Teknoloji açığı ise 1978 yılında 1,258 iken, 2019 yılı itibarıyla 0,487’ye kadar gerilemiştir. Netice itibarıyla, Türkiye’nin dış ticaretinin yapısı 1978-2019 döneminde teknoloji düzeyi bakımından önemli değişim göstermiştir. İthalatın teknoloji düzeyi 2,5’ler seviyesinde sabit kalırken, ihracatın teknoloji düzeyi 1995-2008 döneminde çarpıcı bir şekilde yükselmiştir. **Buna bağlı olarak teknoloji açığı da gerileme eğilimi göstermiştir.**

Teknoloji açığı ile dış ticaret açığı arasındaki ilişkiselliği incelemek üzere 1978-2019 dönemin de teknoloji açığı endeks değerleri ve ihracatın ithalatı karşılama oranı değişkenleri ile OLS regresyon analizi (STATA) yapılmıştır. Analiz sonuçlarına göre, **Türkiye’nin teknoloji açığının ihracatın ithalata oranı üzerindeki etkisi %5 anlamlılık düzeyinde pozitifdir. Türkiye’nin teknoloji açığı azaldıkça dış ticareti açığı da azalma eğilimi göstermektedir.** Aynı analiz 1978-2001 dönemi arasına yönelik gerçekleştirildiğinde yine aynı talo ile karşılaşılmaktadır. Söz konusu analiz **2002-2019 dönemi arasına yönelik gerçekleştirildiğinde ise teknoloji açığının ihracatın ithalata oranı üzerindeki etkisinin %10 anlamlılık düzeyinde negatif olduğu görülmektedir. Diğer bir**

ifadeyle 2002-2019 döneminde teknoloji açığı düştükçe ihracatın ithalata etkileme oranı artmıştır.

“Hipotez 5: Türkiye’nin Orta Yüksek İmalat Sanayi Ürünlerinde Endüstri İçi Ticaret Arttıkça Dış Ticaret Açığı da Azalmaktadır.” hipotezinin analizine ilişkin bulgulara göre, Türkiye’nin orta yüksek teknoloji endüstri içi ticareti son 41 yılda bir gelişim gösterdiği, bu gelişim Türk imalat sanayinin teknoloji seviyesini yükseltici rol oynamanın yanında, ihracatının artmasına ve dış pazarlarda rekabetçiliğine de katkı sağladığı, 2017 sonrası dönemde orta yüksek teknoloji imalat sanayi sektöründe endüstri içi ticaretin daha hızlı geliştiği sonuçlarına ulaşılmıştır.

OLS modeli neticesinde %1 anlamlılık düzeyinde orta yüksek teknoloji endüstri içi ticaret ile imalat sanayi dış ticareti arasında negatif ve istatistiki olarak anlamlı bir ilişki olduğu ortaya konulmuştur. Bu bulguya göre **orta ileri teknolojilerde endüstri içi ticaretin artması imalat sanayinin uluslararası rekabet gücünü de geliştirmektedir.**

Literatürde; dış ticaret, endüstri-içi ticaret ve sanayi 4.0 konularında ayrı ayrı birçok çalışma bulunmasına rağmen, endüstri-içi ticaret ile dışa açıklık ve dış ticaretin teknoloji düzeyi bakımından yapısal ilişkiselliğini ortaya koyan başka bir çalışmaya rastlanılamıştır. Bu çalışma, söz konusu yapısal ilişki ortaya koyması bakımından literatüre önemli bir katkı sağlamakta olup, ileride yapılacak çalışmalara da ışık tutmaktadır.

KAYNAKÇA

- A.T. Kearney. *Readiness for the Future of Production Report*. http://www3.weforum.org/docs/FOP_Readiness_Report_2018.pdf, World Economic Forum (WEF), 2018.
- Akgül, Birol, ve Zeynep Ayer. «Sanayi 4.0 Sürecinde Medyada Sektörel Dönüşüm.» *Uluslararası Toplum Araştırmaları Dergisi* 9, no. 16 (2018).
- Akpınar, Kamil. *Türkiye'de Endüstri 4.0: Orta Yüksek ve Yüksek Teknoloji Düzeyinde Faaliyet Gösteren İmalatçı KOBİ'ler için Bir Yol Haritası*. Yüksek Lisans Tezi, Ankara: Başkent Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 2020.
- Avrupa Komisyonu. *Digital Economy and Society Index (DESI)*, Brussels: European Commission, 2020.
- Atlı, H. (2019). *Endüstri 4.0'ın İmalat Sanayi Alt Sektörler Uyumluluğu*. Kayseri: Nuh Naci Yazgan Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Ayer, Zeynep. «Sanayi 4.0 Sürecinde Medyada Sektörel Dönüşüm.» *Uluslararası Toplum Araştırmaları Dergisi*, 9, no. 16 (2018): 2310-2327.
- Addo-Tenkorang, Richard ve Petri T. Helo. 2016. 'Big data applications in operations/supply-chain management: A literature review', *Computers & Industrial Engineering*, 101: 528-43.
- Balassa, Bela. «Trade Liberalisation and Revealed Comparative Advantage.» *The Manchester School of Economic and Social Studies* 45 (1965): 99-123.
- Barreto, L., A. Amaral, ve T. Pereira. «Industry 4.0 Implications in Logistics: an Overview.» *Procedia Manufacturing*, no. 13 (2017): 1245-1252.
- Bartodziej, Christoph Jan. (2016). *The Concept Industry 4.0: An Empirical Analysis of Technologies and Applications in Production Logistics* (Springer).
- Bayrak, Ayşe. *Dünyada ve Türkiye'de Sanayide Dijital Dönüşüm (Sanayi 4.0) İncelemesi ve Türkiye'nin Entegrasyonu için Değerlendirmeler*. Ankara: digit4turkey.org, 2018.
- Bayraktutan, Yusuf. «Bilgi ve Uluslararası Ticaret Teorileri.» *C.Ü. İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi* 4, no. 2 (2003): 175-186.
- Bulut, E. (2019). *Endüstri 4.0'ın Gelişimi, Türkiye ve Dünya Üzerindeki Olası Etkileri*. Aydın: Adnan Menderes Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Castelo-Branco, I., Cruz-Jesus, F., & Oliveira, T. (2019). Assessing Industry 4.0 readiness in manufacturing: Evidence for the European Union. *Computers in Industry*(107), 22-32.

Chiarelloa, F., Trivelli, L., Bonaccorsi, A., & Fantoni, G. (2018). Extracting and mapping industry 4.0 technologies using wikipedia. *Computers in Industry*(100), 244-257.

Çelik, Tarık Ziyad. *Endüstri 4.0'ın Rekabet Stratejileri ve Pazar Performansı İlişkisindeki Aracılık Rolü: Gaziantep Makine Halısı Üreticileri Örneği*. Doktora Tezi, Gaziantep: Gaziantep Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü , 2020.

Çevik, Damla. «KOBİ'lerde Sanayi 4.0'ın Uygulanabilirliği ve Yönetici Bakış Açılarının Değerlendirilmesi.» *Uluslararası Bilimsel Araştırmalar Dergisi* 4, no. 2 (2019): 277-291.

Çevik, Gözde Zeynep. *Endüstri 4.0 Bağlamında Türkiye'nin Yerine İlişkin Güncel ve Gelecek Eksenli Bir Analiz*. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul: Nişantaşı Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, 2018.

Davutoğlu, N. Atalay vd. “İşletme Yönetiminde Sanayi 4.0 Kavramı İle Farkındalık Oluşturarak Etkin Bir Şekilde Değişimi Sağlamak”, *ASOS Journal*, no 52 (2017): 544-567.

Derya, H. (2018). Endüstri Devrimleri ve Endüstri 4.0. *G.Ü. İslahiye İİBF Uluslararası E-Dergi*, 2(2), 1-20.

Dünya Ekonomik Forumu. *The Global Information Technology Report 2016*. http://www3.weforum.org/docs/GITR2016/WEF_GITR_Full_Report.pdf, World Economic Forum, 2016.

EBSO- Araştırma Müdürlüğü. (2015)“Sanayi 4.0”.

Esmer, A. H. (2019). *Dış Ticaret Firmalarının Endüstri 4.0 Uygulama ve Süreçlerine Dair Nitel Bir Araştırma*. Sakarya: Sakarya Üniversitesi İşletme Enstitüsü.

EUROSTAT(2020).https://ec.europa.eu/eurostat/statisticsexplained/index.php/Digital_economy_and_society_statistics_enterprises#Enterprises_analysing_big_data

Gabaçlı, Nihal, ve Meral Uzunöz. «IV.Sanayi Devrimi: Endüstri 4.0 ve Otomotiv Sektörü.» *International Congress on Political, Economic and Social Studies*. ICPESS, 2017. 149-174.

Gökrem, Levent, ve Mehmet Bozuklu. «Nesnelerin İnterneti: Yapılan Çalışmalar ve Ülkemizdeki Mevcut Durum.» *Gaziosmanpaşa Bilimsel Araştırma Dergisi*, no. 13 (2016): 47-68.

Gültekin, Şenol. *Endüstri 4.0'ın İktisadi Etkileri ve Sermayenin Dönüşüm İhtiyacı*. Yüksek Lisans Tezi, Karabük: Karabük Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, 2019.

Greengard, S. (2017). *Nesnelerin interneti*. İstanbul: Optimist Yayınevi.

- Gürcan Banger, (2016). Endüstri 4.0 ve Akıllı İşletme. Ankara: Dorlion Yayınları
- IFR. *Post-COVID-19 Economy: Robots Create Jobs*. IFR Press Releases, Frankfurt: International Federation of Robotics, 2020.
- IFR. *World Robotics 2019* . IFR Technical Reports, Frankfurt: International Federation of Robotics, 2019.
- Igibayeva, Z.K., ve L.Z. Beysenova. «Methods of Organization and Conducting Internal State Audit in The Republic Of Kazakhstan.» *Series of Social And Human Sciences* 1, no. 323 (2019): 56-59.
- Karakaya, A., Ağazade, S., & Perçin, S. (2017). Türk İmalat Sanayinde İhracat ve İnovasyon Arasındaki İlişki. *Uluslararası Ekonomi ve Yenilik Dergisi*, Cilt 3 , Sayı 2, Sayfalar 85 - 103.
- Karlık, Rıdvan. *Uluslararası Ekonomik: Teori-Politika*. 10. İstanbul: Beta Yayınları, 2013.
- Kayar, Adem, Berk Ayvaz, ve Fatih Öztürk. «Akıllı Fabrikalar, Akıllı Üretim, Endüstri 4.0'a Genel Bakış.» *International Eurasian Conference on Science, Engineering and Technology*. Ankara: www.EurasianSciEnTech.org, 2018. 1651-1658.
- Kemp, Simon. *Digital 2019*. Research Report, We Are Social Hootsuite. 2019. <https://www.juanmejia.com/wp-content/uploads/2019/03/Digital-2019-WeAreSocial-y-HootSuite.pdf>
- Köse, Utku, ve Hasan Armutlu. *Bulut Bilişim: Temel Konular ve Amazon Web Services (AWS)*. Ankara: Detay Yayıncılık, 2015.
- Krugman, Paul R. «Scale Economies, Product Differentiation; and the Pattern of Trade.» *American Economic Review* 70, no. 5 (1980): 950-959.
- Montes, Jose Orlando. «Impacts of 3D printing on the development of new business models.» *2016 IEEE European Technology and Engineering Management Summit (E-TEMS)*. Frankfurt: IEEE, doi: 10.1109/E-TEMS.2016.7912605., 2016. pp. 1-9.
- Öcal, Fatih Mehmet, ve Kıvanç Altıntaş. «Dördüncü Sanayi Devriminin Emek Piyasaları Üzerindeki Olası Etkilerinin İncelenmesi ve Çözüm Önerileri.» *Uluslararası Toplum Araştırmaları Dergisi* 8, no. 15 (2018): 2066-2092.
- Özdemir, Aydın, ve Mert Özgüner. «Endüstri 4.0 ve Lojistik Sektörüne Etkileri.» *İşletme ve İktisat Çalışmaları Dergisi* 6, no. 4 (2018): 39-47.
- Özdemir, Meryem, ve Levent Kösekahyaoğlu. «Türkiye'nin İhracatçı Sektörlerinde Endüstri İçi Ticaretin Payı: 1990-2017 Dönemi Üzerine Bir İnceleme.» *Uygulamalı Sosyal Bilimler ve Güzel Sanatlar Dergisi* 1, no. 1 (2019): 40-56.

- Özsoylu, Ahmet Fazıl. «Endüstri 4.0.» *Çukurova Üniversitesi İİBF Dergisi* 22, no. 1 (2017): 41-64.
- Öztürk, Emel, ve Küçük Hüseyin Koç. «Endüstri 4.0 ve Mobilya Endüstrisi.» *İleri Teknoloji Bilimleri Dergisi*, 2018: 786-794.
- Öztürk, Nazım. *Gelir Dağılımının İktisadi Analizi*. Bursa: Ekin Basın Yayın Dağıtım, 2017.
- Parasız, İ., Ekren, N., & Başoğlu, U. (2015). *Uygulamalı İktisat*. Bursa: Ekin Yayınları.
- Porter, Michael E. *Competitive Advantage of Nations*. New York: The Free Press, 1990.
- Posner, M. V. (1961). International Trade and Technical Change. *Oxford Economic Papers*, New Series, 13 (3), 323-341.
- Próchniak, Mariusz. *Poland Competitiveness Report 2019*. Research Report, Warsaw: SGH World Economy Research Institute, 2019.
- Ramizov, H. (2019). *Endüstri 4.0'ın Rekabet Gücü Üzerindeki Etkisi: Türkiye Ekonomisi Analizi*. Manisa: Manisa Celal Bayar Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Rüssmann, Michael, Markus Lorenz, Philipp Gerbert, Manuela Waldner, Jan Justus, Pascal Engel, and Michael Harnisch. 2015. *Industry 4.0: The Future of Productivity and Growth in Manufacturing Industries*, Boston Consulting Group.
- Sayar, Mahmut, ve Hilmi Yüksel. «Endüstri 4.0 ve Türkiye Kamu Sektöründe Endüstri 4.0 Dönüşümü.» *Hukuk ve İktisat Araştırmalar Dergisi* 10, no. 2 (2018): 83-98.
- Saygılı, Şeref, Cengiz Cihan, Cihan Yalçın, ve Türknur Hamsici. *Türkiye İmalat Sanayiinin İthalat Yapısı*. Çalışma Tebliği No: 10/02, Ankara: Türkiye Cumhuriyet Merkez Bankası, 2010.
- Shahbaz, Muhammad, Syed Athar Masood, Muhammad Shaheen ve Ayaz Khan. 2010. 'Data mining methodology in perspective of manufacturing databases', J Am Sci.
- Sercan, M. R. (2019). *Türkiye'nin Endüstri 4.0 Potansiyeli ve Seçilmiş Ülkeler ile Karşılaştırılması*. 2019: Gazi Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Seyidoğlu, H. (2011). *Uluslararası İktisat* (9. b.). Eskişehir: Anadolu Üniversitesi.
- Stewart, Duncan. «3D Printing Growth Accelerates Again.» *Technology, Media, and Telecommunications Predictions* içinde, yazan DELOITTE, 70-77. DELOITTE, 2019.

Summak, Ahmed Abdullatif. *A Conceptual Roadmap for the Fourth Industrial Revolution (Industry 4.0) for Small and Medium-Sized Enterprises*. Yüksek Lisans Tezi, Ankara: Atılım Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, 2020.

Stock, T., ve Seliger, G. (2016). *Opportunities of sustainable manufacturing in Industry 4.0. 13th Global Conference on Sustainable Manufacturing –Decoupling Growth from Resource Use*. Procedia CIRP, 40, 536–541.

Şahin, C. (2019). *Ülkelerin Endüstri 4.0 Düzeylerinin COPRAS Yöntemi ile Analizi: G-20 Ülkeleri ve Türkiye*. Bartın: Bartın Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.

Şekkeli, Zümrüt Hatice, ve İsmail Bakan. «Endüstri 4.0'ın Etkisiyle Lojistik 4.0.» *Journal of Life Economics* 5, no. 2 (2018): 17-36.

Şimşek, Mehmet Zahid. *Endüstri 4.0 Olgunluk Düzeylerinin Tespitine Yönelik Bir Araştırma: Sivas İli Örneği*. Yüksek Lisans Tezi, Sivas: Sivas Cumhuriyet Üniversitesi, 2020.

Tutar, Hasan, Duygu Terzi, ve Gülay Tınmaz. «Türkiye'nin Vizyon 2023 Stratejisi ile Almanya'nın 2025 Stratejik Hedeflerinin Endüstri 4.0 Göstergeleri İtibariyle Karşılaştırılması.» *International Journal Entrepreneurship and Management Inquiries* 2, no. 3 (2018): 195-212.

Türkoğlu, Efe. *Firmaların Endüstri 4.0'a Hazırlık Çalışmalarının Değerlendirilmesi: Bursa İlindeki Uygulaması*. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul: Bahçeşehir Üniversitesi, 2018.

Tüsiad, Bcg, (2017). *Türkiye'nin Sanayide Dijital Dönüşüm Yetkinliği*. <https://tusiad.org/tr/yayinlar/raporlar/item/9864-tusiad-bcg-turkiye-nin-sanayide-dijital-donusum-yetkinligi>

Ünlü, Fatma, ve Hayriye Atik. «Türkiye'deki İşletmelerin Endüstri 4.0'a Geçiş Performansı: Avrupa Birliği Ülkeleri ile Karşılaştırmalı Ampirik Analiz.» *Ankara Avrupa Çalışmaları Dergisi* 17, no. 2 (2018): 431-463.

Yalım, Z. (2019). *Endüstri 4.0 Sürecinde Türkiye Ekonomisinin Analizi*. İzmir: Ege Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.

Yeldan, E. A., Taşçı, K., Voyvoda, E., & Özsan, M. (2013). *Orta Gelir Tuzağından Çıkış: Hangi Türkiye? Cilt 2: Bölgesel Kalkınma ve İkili Tuzaktan Çıkış Stratejileri*. İstanbul: TURKONFED Türk Girişimci ve İş Dünyası Konfederasyonu.

Yeldan, E., Taşçı, K., Voyvoda, E., & Özsan, M. (2013). *Escape from the Middle Income Trap: which Turkey*. İstanbul: TURKONFED.

Yıldız, Türkay. «Yaklaşan Dördüncü Endüstri Devrimi ve Türkiye'deki Mevcut Durum.» *İzmir İleri Teknoloji Enstitüsü*, 2017.

Yılmaz, Mutlu, ve Ahmet Özken. *Dış Ticarete Giriş*. Ankara: Gazi Kitabevi, 2015.