

**TÜRKİYE CUMHURİYETİ
ANKARA ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
İKTİSAT ANABİLİM DALI**

**TEKNOLOJİK DEĞİŞİM VE İSTİHDAM İLİŞKİSİ: TÜRKİYE
İŞGÜCÜ PİYASASINA
YÖNELİK MAKRO BİR ANALİZ**

Yüksek Lisans Tezi

Büşra DEMİREL KILINÇ

ANKARA- 2020

**TÜRKİYE CUMHURİYETİ
ANKARA ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
İKTİSAT ANABİLİM DALI**

**TEKNOLOJİK DEĞİŞİM VE İSTİHDAM İLİŞKİSİ: TÜRKİYE
İŞGÜCÜ PİYASASINA
YÖNELİK MAKRO BİR ANALİZ**

Yüksek Lisans Tezi

Büşra DEMİREL KILINÇ

Tez Danışmanı
Prof. Dr. Türkmen GÖKSEL

ANKARA- 2020

**TÜRKİYE CUMHURİYETİ
ANKARA ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
İKTİSAT ANABİLİM DALI**

Büşra DEMİREL KILINÇ

**TEKNOLOJİK DEĞİŞİM VE İSTİHDAM İLİŞKİSİ: TÜRKİYE
İŞGÜCÜ PİYASASINA
YÖNELİK MAKRO BİR ANALİZ**

Yüksek Lisans Tezi

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Türkmen GÖKSEL

Tez Jürisi Üyeleri

Adı Soyadı

İmzası

Prof. Dr. Türkmen GÖKSEL

Prof. Dr. Harun ÖZTÜRKLER

Doç. Dr. Altuğ YALÇINTAŞ

Tez Savunması Tarihi: 28.08.2020

TÜRKİYE CUMHURİYETİ
ANKARA ÜNİVERSİTESİ
Sosyal Bilimler Enstitüsü Müdürlüğü'ne

Prof. Dr. Türkmen Göksel danışmanlığında hazırlandığım “Teknolojik Değişim ve İstihdam İlişkisi: Türkiye İşgücü Piyasasına Yönelik Makro Bir Analiz (Ankara, 2020) “adlı yüksek lisans tezimdeki bütün bilgilerin akademik kurallara ve etik davranış ilkelerine uygun olarak toplanıp sunulduğunu, başka kaynaklardan aldığım bilgileri metinde ve kaynakçada eksiksiz olarak gösterdiğimi, çalışma sürecinde bilimsel araştırma ve etik kurallarına uygun olarak davrandığımı ve aksinin ortaya çıkması durumunda her türlü yasal sonucu kabul edeceğimi beyan ederim.

Tarih:

Büşra DEMİREL KILINÇ

TEŞEKKÜR

Tezin her aşamasında görüş ve önerileriyle beni yönlendiren ve yapıcı eleştirileriyle yol gösteren değerli danışmanım Prof. Dr. Türkmen GÖKSEL' e,

Büyük bir özveri ile beni yetiştiren ve hayatımın her anında beni destekleyen değerli annem Melahat DEMİREL, babam Zekayi DEMİREL, ablam Kübra DEMİREL ve biricik kardeşim Ömer Buğra DEMİREL' e,

Süreç boyunca desteklerini esirgemeyen, tezimi detaylı şekilde okuyan ve tezin içeriğine ilişkin fikir veren sevgili eşim Muhammed' e,

en içten saygı ve teşekkürlerimi sunarım.

Büşra DEMİREL KILINÇ

İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR	v
İÇİNDEKİLER.....	vi
KISALTMALAR	viii
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	ix
GRAFİKLER LİSTESİ	x
TABLolar LİSTESİ	xi
GİRİŞ.....	1
1. TEKNOLOJİK GELİŞMENİN KISA TARİHİ VE 4. SANAYİ DEVRİMİNDE ÖNE ÇIKAN TEKNOLOJİLER.....	4
1.1. Teknolojik Değişimin Tarihi	4
1.1.1. 1. Sanayi Devrimi, Mekanizasyon.....	6
1.1.2. 2. Sanayi Devrimi, Elektrik	6
1.1.3. 3. Sanayi Devrimi, Otomasyon.....	6
1.2. Dördüncü Sanayi Devriminin Kavramsal Çerçevesi, Dijitalleşmenin Tanımı ve Dijital Teknolojilere İlişkin Kavramlar	7
1.2.1. Dijital Ekonominin Tanımı.....	7
1.2.2. Dijital Dönüşüm ve 4. Sanayi Devrimi	8
1.2.3. Dijital Teknolojilerin Üretim Yapısına Etkileri.....	9
1.3. Bölüm Değerlendirmesi	19
2. TEKNOLOJİK DEĞİŞİMİN MAKROEKONOMİYE ETKİLERİ	20
2.1. Kuramsal Çerçeve.....	20
2.1.1. Kondratyef Dalgaları	21
2.1.2. Schumpeter' in İktisat Literatürüne Yenilik Katkısı	22
2.2. Büyüme ve Teknolojik Gelişim: İşgücü, Sermaye ve Toplam Faktör Verimliliği.....	23
2.2.1. Solow'un Teknoloji Dışsal Büyüme Teorisi	23
2.2.2. Romer'in Teknoloji İçsel Büyüme Teorisi.....	24
2.2.3. İşgücü, Sermaye ve Toplam Faktör Verimliliği	25
2.3. İşgücü Piyasası.....	27
2.3.1. Teknolojik Gelişimin İşgücü Piyasalarına Etkilerinin Tarihsel Gelişimi. 28	
2.3.2. Dijital Dönüşümün İşgücü Piyasalarına Etkileri	30
2.4. Bölüm Değerlendirmesi	40
3. TÜRKİYE İŞGÜCÜ PİYASASI MEVCUT DURUM ve BEVERIDGE EĞRİSİ ANALİZİ.....	42
3.1. İşgücü Piyasasının Özellikleri	42

3.2.	İstihdam Yapısı	48
3.3.	İşsizliğin Türleri	55
3.4.	Beveridge Eğrisi	60
3.5.	Bölüm Değerlendirmesi	64
4.	TÜRKİYE’DE TEKNOLOJİK DEĞİŞİM ve İŞGÜCÜ PİYASASINA YÖNELİK POLİTİKALAR.....	65
4.1.	Çerçeve Politika Dokümanları	68
4.1.1.	Kalkınma Planları	68
4.1.2.	“Dijital Türkiye” Yol Haritası	70
4.1.3.	Sanayide Dijital Dönüşüm	72
4.1.4.	Yetkinlik ve Dijital Dönüşüm Merkezleri -Model Fabrikalar	72
4.1.5.	Sanayinin İhtiyaç Duyduğu İşgücü Nitelikleri Raporu	73
4.2.	Aktif İşgücü Politikaları: Eğitim ve Teknolojiye İlişkin İstihdam Teşvikleri .	74
4.3.	Bölüm Değerlendirmesi	76
5.	TÜRKİYE EKONOMİSİNDE TEKNOLOJİK DEĞİŞİM- İSTİHDAM İLİŞKİSİNİN EKONOMETRİK ANALİZİ	84
5.1.	Araştırma Yöntemi ve Türkiye Özelinde Kullanılacak Belirleyiciler	85
5.2.	Vektör Otoregresif Modeller (VAR)	87
5.2.1.	Birim Kök Testi Sonuçları.....	89
5.2.2.	Uygun Gecikme Uzunluğunun Belirlenmesi -Bilgi Kriterleri	91
5.2.3.	Koentegrasyon (Eşbütünleşme) Analizi	94
5.2.4.	Granger Nedensellik Analizi	95
5.3.	Uygulamalı Analiz Sonuçları.....	95
5.4.	Etki- Tepki Analizleri	101
5.5.	Varyans Ayrıştırması	103
5.6.	Öngörü	104
5.7.	Teknolojik Değişimin Bağımlı Değişkenler Üzerindeki Etkisi	107
	SONUÇ ve ÖNERİLER	112
	KAYNAKÇA	117
	ÖZET	126
	ABSTRACT	127

KISALTMALAR

ABD	: Amerika Birleşik Devletleri
AI	: Yapay Zekâ
AR	: Arttırılmış Gerçeklik
AR-GE	: Araştırma ve Geliştirme
CEDEFOP	: Avrupa Mesleki Eğitimi Geliştirme Merkezi
CPS	: Siber Fiziksel Sistemler
BİT	: Bilgi ve İletişim Teknolojileri
BTYK	: Bilim ve Teknoloji Yüksek Kurulu
EUROSTAT	: Avrupa Birliği İstatistik Ofisi (Statistical Office of the European Communities)
GSYH	: Gayrisafi Yurt İçi Hasıla
HİA	: Hanehalkı İşgücü Anketi
IFR	: Uluslararası Robot Federasyonu
IoT	: Nesnelerin İnterneti
IIoT	: Endüstriyel Nesnelerin İnterneti
İŞKUR	: Türkiye İş Kurumu
KOBİ	: Küçük ve Orta Büyüklükteki İşletmeler
M2M	: Makineden makineye iletişim
MA	: Mevsim etkilerinden arındırılmış
NASA	: Ulusal Havacılık ve Uzay Dairesi
OECD	: Ekonomik İşbirliği ve Kalkınma Teşkilatı (Organization For Economic Cooperation and Development)
ÖİK	: Özel İhtisas Komisyonu
PIAAC	: Yetişkin Becerileri Araştırması
PISA	: Uluslararası Öğrenci Değerlendirme Programı
RFID	: Radyo Frekansıyla Tanımlama
SÜE	: Sanayi Üretim Endeksi
TFV	: Toplam faktör verimliliği
TÜBİTAK	: Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu
TÜİK	: Türkiye İstatistik Kurumu
VAR	: Vektör Otoregresyon Analizi
WEF	: Dünya Ekonomik Forumu

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil	Sayfa
Şekil 1-1: Sanayi Devrimlerinin Temel Teknolojik Gelişimleri.....	5
Şekil 1-2: Endüstriyel Üretimi Etkileyecek Dokuz Dijital Teknoloji.....	10
Şekil 2-1: Schumpeteryan Yenilik Tipleri	22
Şekil 2-2: Ülkelere Göre İşgücü Verimliliği Oranları.....	27
Şekil 3-1: İşsizlik Türleri	56
Şekil 4-1: Dijitalleşme Yol Haritasının Ana Birleşenleri	71
Şekil 5-1: VAR Modelleri Tahmin Süreci	89
Şekil 5-2: AR Karakteristik Polinomunun Ters Kökleri.....	91



GRAFİKLER LİSTESİ

Grafik	Sayfa
Grafik 2.1: Bölgelere Göre Robot Satış Miktarları (Bin, Adet).....	37
Grafik 3.1: İşgücü ve İstihdam, Çeyreklik, Milyon Kişi (MA).....	43
Grafik 3.2: Cinsiyetlere Göre İşgücüne Katılım Oranı, %	44
Grafik 3.3: Cinsiyetlere Göre İşgücüne Dahil Olmama Durumu, Bin Kişi	45
Grafik 3.4: Uluslararası Düzeyde Kadın İşgücüne Katılım Durumu	46
Grafik 3.5: Cinsiyetlere Göre İşgücüne Katılım Oranı Artışı, Yıllık Değişim	46
Grafik 3.6: İşgücüne Katılım Oranı, Kadın, %	47
Grafik 3.7: Sektörel İstihdam Artış Miktarları, Bin Kişi	48
Grafik 3.8: Eğitim Durumuna Göre İstihdamdan Aldığı Pay	50
Grafik 3.9: Cinsiyetlere Göre İstihdam Oranları, Aylık, %	51
Grafik 3.10 : Sektörel Kayıtdışılık, MA.....	52
Grafik 3.11: Sektörel Emek Verimlilik Endeksi (2005=100), Hareketli Ortalama	53
Grafik 3.12: Sanayi Üretim Endeksi ve Sanayi İstihdamı, (MA)	54
Grafik 3.13: Sektörel Reel İşgücü Ödemeleri Endeksi (2005=100)	55
Grafik 3.14: GSYH Artışı ve İşsizlik Oranı, 3 Yıllık Hareketli Ortalama, %	57
Grafik 3.15: İşsizlik Oranları, %	58
Grafik 3.16: Aranılan Meslek Grubuna Göre İşsizlik, Bin Kişi	59
Grafik 3.17: İşsizlik Sigortası Ödemeleri.....	59
Grafik 3.18: Uluslararası İşsizlik Oranları, %.....	60
Grafik 3.19: Beveridge Eğrisi	62
Grafik 3.20: Sanayi ve Hizmetler Sektörü Beveridge Eğrisi	63
Grafik 3.21: Nitelikli- Nitelsiz İşler Beveridge Eğrisi	64
Grafik 5.1: Modelin Hata Terimlerinin White Nose Durumu.....	93
Grafik 5.2: Ar-Ge Harcamaları, Reel Ücretler ve Verimliliğin İstihdama Etkisi	102
Grafik 5.3: Baz Senaryo Öngörüsü- Dinamik Yöntem Sonuçları.....	106
Grafik 5.4: Baz Senaryo Öngörüsü- Statik Yöntem Sonuçları	107
Grafik 5.5: Ar-Ge Harcamalarının Seyri, Senaryo 2.....	108
Grafik 5.6: İstihdam Oranını Seyri, Senaryo 2.....	109
Grafik 5.7: İşgücü Verimliliğinin Seyri, Senaryo 2	110
Grafik 5.8: Reel Ücret Getirisinin Seyri, Senaryo 2	110

TABLÖLAR LİSTESİ

Tablo	Sayfa
Tablo 2-1: Mesleklerin 2022 Yılındaki Durumuna İlişkin Öngörüler.....	39
Tablo 3-1: İstihdam Edilenlerin Sektörel Dağılımı, %.....	49
Tablo 3-2: Sektörel Büyüme Oranları ve Esneklikler	52
Tablo 5-1: Modelde Yararlanılan Girdilere İlişkin Özet Açıklamalar	87
Tablo 5-2: Augmented Dickey-Fuller (ADF) Testi.....	90
Tablo 5-3: Philips- Peron Birim Kök (PP) Testi	90
Tablo 5-4: VAR Gecikme Uzunluğu Kriteri	92
Tablo 5-5: Kolerasyon Matrisi	93
Tablo 5-6: Johansen Koentegrasyon (Eşbütünleşme) Test Sonuçları	94
Tablo 5-7: Granger Nedensellik Test Sonuçları	95
Tablo 5-8: İstihdamın Belirleyicileri – VAR Tahmin Yöntemi Sonuçları.....	98
Tablo 5-9: İstihdam Oranı İçin Varyans Ayırıştırması Sonuçları	103
Tablo 5-10: Öngörü Dönemleri	105

GİRİŞ

Teknolojik dönüşüm son dönemde gündeme sıkça gelen bir kavram olsa bile yüzyıllardır konu üzerindeki tartışmalar devam etmektedir. Günümüzde büyük veri, nesnelerin interneti, yapay zekâ gibi kavramlarla açıklanan teknolojik ilerlemeler geçmişte buharlı makinelerin icat edilmesine benzer gelişmelerle açıklanmaktaydı. Teknolojik dönüşüm geçmişten günümüze her dönemde tartışmaların odağında olmuş ve günümüzde bu tartışmalar daha da şiddetli bir hal almıştır.

İşsizlik ve istihdam temelli işgücü piyasası, özellikle 20. yy sonrası birçok ülkenin önem verdiği ve piyasadaki sorunlara çözüm üretmeyi amaçladığı bir alan haline gelmiştir. Sosyal ve ekonomik hayatı birlikte kesen işgücü piyasası toplumsal yaşamı ve ekonomik hayatı doğrudan etkilemektedir.

Teknolojik gelişmelerin son aşamasını oluşturan ve şu an içinde bulunduğumuz teknolojik değişim sürecinin toplumun ve ekonominin her alanını doğrudan ya da dolaylı bir şekilde etkilemesi beklendiği gibi işgücü piyasasını da etkilemesi beklenmektedir. Ancak beklenen etkinin ne şekilde ve ne yönde olacağı halen belirsizliğini korumaktadır. Bu belirsizlik de konunun son yıllarda oldukça yoğun araştırılmasına yol açmıştır. Dijitalleşmeyle ilgili konferans ve makale sayısı 2013 yılında 12,6 kat artarken 2015 yılında bu rakam 24,5 kata yükselmiştir (Liao et al., 2017).

Konunun son yıllarda oldukça popüler ve elzem hale gelmesi ülkeleri, teknolojik değişim sürecinden nasıl etkileneceklerini araştırmaya ve devlet politikaları yoluyla teknolojik değişim sürecini nasıl daha iyi yönetebileceklerini aramaya itmiştir. Teknolojik değişim sürecinde ekonominin tamamen serbest bırakılmasının yaratacağı tehlikeler neredeyse tüm ülkelerin hem fikir oldukları bir husustur. Özellikle emek yoğun üretim yapan ülkelerin teknolojik değişim sürecine bakışlarının diğer ülkelere kıyasla daha titiz olması gerekmektedir. Bu nedenle teknolojik değişim süreçlerinin getirdiği yeniliklerin farkında olan ülkeler işgücü piyasasında oluşabilecek aksaklıkları iyi değerlendirmeliler ve teknolojik değişim sürecinden mevcut işgücü yapısına zarar vermemek koşuluyla en fazla şekilde yararlanmayı amaç haline getirmelilerdir.

Bu çalışmanın temel amacı, teknolojik değişimin Türkiye işgücü piyasasını nasıl etkileyeceğini güncel gelişmelerden hareketle ekonometrik analizler yardımıyla ortaya

koymak ve elde edilen bulgular ışığında Türkiye özelinde politika önerilerinde bulunmaktır. Konunun genişliği ve sanayileşmenin ülkeler arası ciddi derecede farklılaşması ana eğilimleri ve bu eğilimleri etkileyen değişkenlerin ve küresel boyutta diğer dikkat çeken noktaların kısaca değerlendirilmesini gerektirmektedir. Ancak temel odak noktamız, teknolojik değişimin Türkiye işgücü piyasası açısından nasıl etkileneceğinin analiz edilmesidir. Çalışmada, teknolojik değişim sürecinin işgücü piyasalarına etkilerinin analizi sonrası durumun hangi makroekonomik önlemler yoluyla değerlendirileceği belirlenmiştir.

Çalışma altı ana bölümden oluşmaktadır. Birinci bölümde, teknolojik değişim dönemleri kısaca değerlendirilerek son teknolojik değişim döneminin diğer dönemlerden farkları ortaya konmaya çalışılacak ve özellikle üretim yapısına etki edecek teknolojiler ayrıntılı olarak değerlendirilecektir. Bu sayede, tezin konusu olan teknolojik değişim sürecinin daha iyi anlaşılması amaçlanmaktadır.

İkinci bölümde, kısaca teknolojik değişimin iktisadi açıdan ekonomiyi nasıl etkileyeceğine yönelik bir fikir oluşturmak amacıyla teknolojik değişim süreçlerinin makroekonomi üzerindeki etkileri ile iktisat tarihi ve teorisindeki etkileri özetlenecektir. Ayrıca, teknolojik değişimin işgücü piyasasına etkilerine yönelik yapılan çalışmalar hakkında, geniş bir literatür taraması yardımıyla bilgiler verilecektir. Bu sayede, teknolojik değişimin işgücü piyasası ve özellikle istihdam üzerinde yapacağı etkilerin sağlıklı bir şekilde analiz edilebilmesi için teorik bir altlık oluşturulacaktır.

Üçüncü bölümde ise, 2004- 2019 yılları arasında Türkiye işgücü piyasasının mevcut yapısı, işgücüne katılım, istihdam, işsizlik gibi kavramlar eğitim, cinsiyet, yaş, sektör ve kayıtlılık ayrımında incelenecektir. Ayrıca, Türkiye işgücü piyasasının yapısı belirlenen ülke ve ülke gruplarıyla birlikte değerlendirilecektir. Bölüm sonunda ise, Beveridge eğrisi yoluyla teknolojik değişim süreçlerinin işgücü piyasasına uzun vadeli etkileri analiz edilmeye çalışılacaktır.

Dördüncü bölümde, Kalkınma Planları ve temel çerçeve dokümanları temelinde, Türkiye ekonomisinde teknolojik değişim süreci için yapılan uygulamalar ve işgücü piyasası özelinde uygulanan teşvik ve politika önlemleri özetlenecektir. Bu amaçla 1. Kalkınma Planı'ndan başlayarak, 11. Kalkınma Planı da dahil olmak üzere, tüm Kalkınma Planlarındaki teknolojik değişim ve işgücü piyasası arasındaki ilişkiye

odaklanan politikalar incelenecek, ayrıca kamu kurumları öncülüğünde, çeşitli kurum ve kuruluşların da katkılarıyla hazırlanan temel politika dokümanlarına ve politika uygulamalarına odaklanılacaktır.

Çalışmanın beşinci bölümünde, teknolojik değişim ile işgücü piyasası arasındaki bağlantıların doğru değerlendirilmesi amacıyla Vektör Otoregresyon (VAR) modeli yardımıyla ekonometrik bir analiz yapılacaktır. Model sonuçları incelenerek teknolojik değişimin işgücü piyasaları ve özellikle istihdam üzerinde yaratabileceği potansiyel etkiler belirlenmeye çalışılacaktır. Bu amaçla özellikle Ar-Ge harcamalarında teknolojik değişim kaynaklı gerçekleşebilecek bir şokun, istihdam başta olmak üzere diğer makroekonomik değişkenlerin seyrini nasıl etkileyeceğine yönelik olarak tahminlerde bulunulacaktır.

Çalışmada, kullanılan veri ve değişkenlerin seçimi yapılırken belli kısıtlar gözetilmiştir. Türkiye’de teknolojik dönüşümün etkilerini araştırmayı amaçlayan çalışmalarda karşılaşılan en önemli zorluk teknolojik dönüşüme ilişkin verilerin çok kısıtlı olması ve süreklilik göstermemesidir. Mikro ve makro düzeyde geçerli olan bu sorun sektörel ve bölgesel ayırmda da sorunlar barındırmaktadır. Bu nedenle, yapılan bu çalışma sonrasında gelecek dönemde sağlıklı verilere ulaşılması koşuluyla, teknolojik dönüşümün istihdam piyasaları ve bireyler üzerindeki etkilerinin mikro düzeyde sektörel kırılımlara ayrılarak analiz edilmesinin faydalı olacağı değerlendirilmektedir.

İstihdam piyasasını etkileyen tek faktörün teknolojik değişim olmadığı bilinmektedir. Demografik değişimler, güncel göç hareketleri, ekonomik daralma ve genişlemeler, ülke içinde meydana gelen siyasi hareketlilik gibi pek çok etken işgücü piyasasının genelini olduğu gibi istihdam piyasasını da etkilemektedir. Ancak çalışmada teknolojik dönüşümün diğer her şey sabit varsayımı altında istihdam üzerinde ne gibi etkileri olacağı değerlendirilmeye çalışılmıştır.

Son bölümde ise, çalışmada incelenen hususlar ve yapılan analiz sonucuna göre teknolojik değişimin işgücü piyasası özelinde ekonomiye sağlıklı şekilde entegrasyonu için politika önerilerinde bulunularak teknolojik değişim sürecinde uygulanacak politikaların ülkemizde doğru kurgulanmasına katkı sağlanması amaçlanmaktadır.

1. TEKNOLOJİK GELİŞMENİN KISA TARİHİ VE 4. SANAYİ DEVRİMİNDE ÖNE ÇIKAN TEKNOLOJİLER

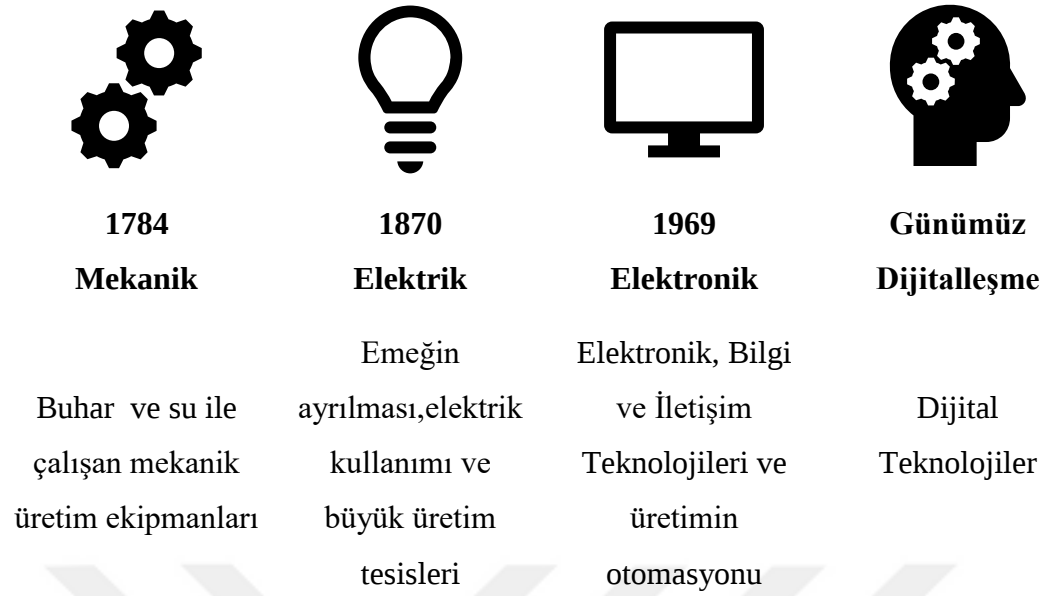
Teknolojik dönüşüm günümüzde yaşamın her alanına etki eder hale gelmiştir. Teknolojik dönüşümün etkilerinin iyi anlaşılması, bu alana yönelik politikaların üretilmesi önem taşımaktadır. Bu bölümde, bu alana yönelik olarak teknolojik gelişmenin tarihçesi ile son dönemde 4. sanayi devrimi olarak nitelendirilen dijital dönüşüm sürecinde öne çıkan teknolojilere ilişkin genel bir çerçeve çizilmeye çalışılacaktır.

Teknolojik gelişme, 18.yy sonlarından başlayan sanayi devrimiyle birlikte ekonomik yaşamı etkileyen ve dönüştüren bir yenilik kavramıdır. Teknolojik gelişme, sanayileşmenin gelişimini tüm dünyada sürekli olarak desteklemiş ve yıllar boyunca bu terime daha belirgin ve açık anlamlar getirmeye yardımcı olmuştur (Belvedere et al., 2013). Tarihsel açıdan bazı noktalarda zirve yapan teknolojik gelişim, ekonomik yaşamın ve üretim süreçlerinin kökten dönüşmesine yol açmıştır. Ekonomik yaşamda ve üretim sürecinde meydana gelen bu dönüşümler büyük verimlilik artışlarıyla sonuçlanmıştır. Bu durum teknolojik değişimlerin “devrim” olarak nitelendirilmesine neden olmuştur.

Geçmişte insan emeğinin çok büyük bir bölümü birincil sektörlerde (tarım, madencilik vb. hammadde üretimi) çalışmıştır. Birinci sanayi devriminin gerçekleştiği dönemde bu eğilim, çalışanların büyük bir bölümünün ikincil üretim sektörlerine (imalat) kaymasıyla sonuçlanmıştır. Dünya Savaşlarından günümüze kadar bir kez daha değişen trend sonucu çalışanlar, üçüncül bir sektöre (hizmet) kaymış ve çalışanların yaklaşık olarak yüzde 70’i hizmet sektöründe istihdam edilmeye başlamıştır (Wisskirchen et al., 2017).

1.1. Teknolojik Değişimin Tarihi

Sanayi Devrimlerinin nasıl geliştiğine ve ne gibi etkenlerin üretim sürecindeki bu dönüşüme neden olduğu konusunda ortak bir fikir birliği bulunmamakla birlikte, teknolojik gelişmenin neden olduğu bu süreç çoğunlukla dört genel aşamada tanımlanmaktadır (Şekil 1-1).



Şekil 1-1: Sanayi Devrimlerinin Temel Teknolojik Gelişimleri

Kaynak: World Economic Forum, 2016

İlki, buharla çalışan mekanik üretim yapılarının kullanılmaya başlamasıyla ortaya çıkan ve insanlık tarihinde çok önemli bir yere sahip 1. sanayi devrimidir. 2. sanayi devrimi ise, elektrikle çalışan seri üretim teknolojilerinin iş bölümü yoluyla üretim yapısını değiştirmesi olarak nitelendirilmektedir. 1970’li yıllarda bilgi ve iletişim teknolojilerinin (BİT) gelişmesiyle birlikte, üretimde otomasyonun artması sonucu gerçekleşen 3. sanayi devrimidir. Son yıllarda ise, Nesnelerin İnterneti (IoT) (Atzori et al., 2010) ve Siber-Fiziksel Sistemlere (CPS) (Khaitan & McCalley, 2015), sanayi, hükümet ve toplumda artan araştırma ilgisiyle birlikte 4. sanayi devriminin yaşandığı yönünde bir eğilim ortaya çıkmıştır. (Siemieniuch at al., 2015).

Ancak belirtildiği üzere ne dönemler ne de neden olduğu teknolojik gelişmeler açısından teknolojik gelişme kaynaklı oluşan bu süreçlere ilişkin üzerinde uzlaşmış bir tanım bulunmamaktadır. Japonya’da Toplum 5.0 olarak adlandırılan süreç Rifkin (2011)’ın yanal güç adını verdiği yeni iş yönetimleri, sosyal girişimcilik ve işbirliğine dayalı 3.sanayi devrimi olarak tanımlanmaktadır.

1.1.1. 1. Sanayi Devrimi, Mekanizasyon

Birinci sanayi devrimi, 18.yy sonlarında başlayarak ilk defa mal ve hizmetlerin makineler yoluyla üretilmesini ifade etmektedir. Demiryolları, kömür madenleri, ağır sanayilerin ortaya çıkmasının yanı sıra buharlı makinelerin kullanımıyla özdeşleşen 1. sanayi devrimi, sanayi çağının başlangıcı olarak kabul edilmektedir.

Dönemin başında Thomas Newcomen' in icat ettiği buhar makinesini, 18.yy'ın ortasında üretime dahil edilen dokuma tezgâhları takip etmiştir. Böylece, mekanik üretim çağına geçilmiş ve atölyelerin yerini fabrikalar almıştır. Üretimin, kullanılan makineler yoluyla seri hale gelişi hızla tüm dünyaya yayılmıştır (Özkan vd., 2018).

1.1.2. 2. Sanayi Devrimi, Elektrik

İkinci sanayi devrimi, farklı alanlarında uzmanlaşmış çalışanların, ayrı ayrı adımlarda üretim sürecini tamamlamaları sonucu oluşan seri üretim devrimini yansıtmaktadır. İkinci devrim, 19.yy'ın sonunda elektrifikasyonun başlamasıyla ortaya çıkmıştır. İlk sanayi devriminde buhar makinelerinin yarattığı farkındalık, ikinci sanayi devriminde özellikle otomotiv sektöründe görülen seri montaj hatlarıyla devam etmiştir. Seri montaj hatları yardımıyla hızlanan üretim süreci, otomatik bir hale dönüşmüştür.

O dönemde, bu teknolojik gelişme yoluyla seri üretime geçilmesi üretim hacminin artmasına, maliyetlerin düşmesine neden olmuştur (Eğilmez, 2018). Fordizm¹ olarak bilinen bu dönem, batının bugünkü ekonomik üstünlüğün oluşturmaya yardımcı olmuştur. (Weckbrodt, 2015).

1.1.3. 3. Sanayi Devrimi, Otomasyon

Üçüncü sanayi devrimi, 1970'lerde başlamıştır. Yarı otomatik montaj sistemleri denilen Fordist üretim tarzı yerini çelik, petro-kimya gibi üretim kollarında tam otomasyona bırakmıştır (Orhan & Savuk, 2014). Bilgi iletişim teknolojileri ve elektronik ekipmanlar yoluyla otomasyon daha fazla ayırt edilebilir hale gelmiştir. Elektronik

¹ Fordizm, üretimin standartlaşmasını, otomasyon yoluyla kitlesel üretim yapılmasını, üretimde merkezi yönetim ve Taylorist yönetim anlayışının benimsenmesini içerir.

ekipmanlar denince ilk akla gelen ve en önemlisi olan kişisel bilgisayarların çalışma hayatında yerini alması yeni sanayi çağının şekillenmesine yol açmıştır.

Post-Fordizm denilen bu dönem, bilgi tabanlı iletişim teknolojilerinin yardımıyla geliştirilen otomasyona uyumlu makinelerin kullanımıyla özdeşleşmiştir. Ayrıca elektronik araçlar ve telekomünikasyon, devrin diğer ayırt edici teknolojileri olarak ifade edilmektedir.

1.2. Dördüncü Sanayi Devriminin Kavramsal Çerçevesi, Dijitalleşmenin Tanımı ve Dijital Teknolojilere İlişkin Kavramlar

1.2.1. Dijital Ekonominin Tanımı

“Dijital (digital), genel anlamda “sayıyla ilgili veya sayılardan oluşan” anlamına gelmektedir. Söz konusu sayısalılık, bilgi teknolojileri literatüründe 1 ve 0 rakamlarından ibaret ikili (binary) bir sisteme karşılık gelmekte ve bu nedenle işlenmiş veriye dayalı bütün teknolojilerin temelini oluşturan bu sistem ve onla ilintilendirilen her şey dijital sıfatıyla nitelendirilmektedir (ÜNAL MİÇOOĞULLARI, 2018).”

Dijitalleştirme (digitization) terimi, analog halde bulunan verilerin dijitalleştirme işlemiyle beraber dijital bir formata dönüştürülmesini ifade etmektedir. Dijitalleştirme bir dönüştürme eylemi ve herhangi bir bilgi veya belgenin dijital ortamda ulaşılabilir veya erişilebilir hale gelmesi durumunu yansıtmaktadır.

Dijitalleşme (digitalization) kavramı, dijital teknolojilerin toplumun her alanında kullanılmasıyla ilgili değişiklikleri ifade etmektedir (Stolterman & Fors, 2004). Aynı zamanda, bir kurum ya da yapı tarafından dijital teknolojilerin kullanımı anlamına da gelmektedir (Brennen & Kreiss, 2014). Buna ek olarak dijitalleşme, mevcut iş sürecini ya da ürünü dijitalleştirmeden daha temel bir değişikliği ifade etmektedir. Etkileşimlerde, iletişimlerde, işletme fonksiyonlarında, iş modellerinde dijital teknolojilerin kullanımı dijitalleşmenin göstergesi olarak kabul edilir.

Dijital dönüşüm (digital transformation) ise, dijital teknolojilerin kullanımının yanı sıra bundan kaynaklı iş modellerinde meydana gelen yapısal dönüşümü

içermektedir. Dijital dönüşüm, dijitalleştirme ve dijitalleşmenin getirdiği yeniliklerin iş uygulamalarına yansması sonucu ortaya çıkan etki olarak tanımlanabilir. Dijitalleştirme çekilen filmle kayıtların bulut teknolojilerine aktarılması, dijitalleşme online platformlar yoluyla bu filme erişilebilmesi, dijital dönüşüm ise dijitalleştirme ve dijitalleşme yoluyla ortaya çıkan yenilik potansiyellerinin örneğin Netflix gibi platformlar tarafından iş uygulamalarının dönüştürülmesi olarak örneklendirilebilir.

1.2.2. Dijital Dönüşüm ve 4. Sanayi Devrimi

4. sanayi devrimi, 2006 yılında ABD’de düzenlenen Ulusal Bilim Vakfı Çalıştayı’nda ilk kez gündeme gelmiş olsa da 2011 yılında Alman imalat endüstrisinin rekabet edebilirliğinin geliştirilmesi hedefi bağlamında hazırlanan Endüstri 4.0² isimli rapor, kavramın popülerlik kazanmasına yol açmıştır (Boyes et al., 2018). Fikir daha sonra hızla tüm dünyaya yayılmış ve büyük bir ilgi görmüştür. Japonya’da “Büyüme Stratejisi 2018” kapsamında, AI, IoT, büyük veri ve robotların daha fazla kullanılması da dahil olmak üzere Toplum 5.0 olarak adlandırılan süreç, Almanya’da Endüstri 4.0, Güney Kore’de İmalat Sanayinde Yenilik 3.0 gibi adlarla karşımıza çıkmaktadır. Farklı ülkelerde farklı adlandırmalar, farklı teknolojiler ve farklı öncüllerle tanımlanan 4. sanayi devrimi açısından ortak anlayış, dijital dönüşüm sürecine geçildiğinin farkına varılması sonucu ortaya çıkmış olmasıdır.

4. sanayi devriminde teknolojik gelişimin hızı şimdiye kadar benzeri görülmemiş bir işleme gücü, depolama alanı ve bilgiye sınırsız erişimi olan mobil cihazlar aracılığıyla milyarlarca insanı birbirine bağlayan benzersiz bir yapı olarak öne çıkmaktadır (Schwab, 2016). Moore Yasasının³ da iddia ettiği üzere maliyetler aynı kalır hatta düşme eğilimi gösterirken makinelerin işlemci kapasitelerinin her 18 ila 24 ayda bir iki katına çıkması dijital dönüşümün hızının anlaşılması açısından önemli bir iddiadır.

Dijital teknolojiler; yapay zekâ uygulamaları, endüstriyel robotlar, nesnelerin interneti, sürücüsüz özerk araçlar, üç boyutlu baskı teknolojileri, bulut bilişim, makine öğrenmesi, makineden makineye iletişim (M2M), enerji depolaması ve kuantum hesaplama vb. alanlarda ortaya çıkan teknolojik gelişmeleri kapsamaktadır (Peters, 2017).

² Industrie 4.0: <https://www.bmbf.de/de/zukunftsprojekt-industrie-4-0-848.html>.

³ Moore tarafından 1965 yılında bir dergisi makalesinde öne sürülen ve teknoloji tarihine kendi adıyla geçen yasa.

Robot Nations raporunda, dijitalleşmenin getirdiği yeniliklerin sürücüsüz araçlar, pilotsuz dronlar, ATM'ler, restoranlardaki kiokslar, self servis ödeme imkanları ve otomatik perakende sistemleri ile artacağı belirtilmektedir. Bu gelişmeler, insansı robotlar biçimindeki özerk akıllı sistemlerin ortaya çıkışını vurgulamaktadır (Ford, 2009).

Tüm bu teknolojilerin kullanılmasının üreticiler açısından temel amacı maliyetleri düşürmenin yanı sıra daha hızlı ve akıllı karar alma kabiliyetlerini geliştirmektir. Gün geçtikçe tüm üretim araçlarının optimize edildiği sayısız uygulama aracı ortaya çıkmaktadır. Üretim süreçlerinin verimliliğini artırılması önceden tespit edilen bakım gereksinimleri, gerçek zamanlı gelişmiş karar alma mekanizmaları, üretime dayalı envanter tespiti açısından gelişmenin göstergesi olan araçlardır. Akıllı fabrikalar, büyük veri analizleri, bulut uygulamalar gibi teknolojiler üretim hattındaki farklı oyuncuların ve bunlara bağlı nesnelerin koordinasyon halinde çalışmalarını sağlamaktadır.

1.2.3. Dijital Teknolojilerin Üretim Yapısına Etkileri

Teknolojik gelişmeler, 18.yy'dan bu yana tarihin her döneminde üretim yapısında değişime yol açmıştır. Bu değişim süreçleri genel olarak endüstriyel performans ve endüstri dinamiklerini tetikleyerek verimlilik artışlarıyla sonuçlanmıştır. Küreselleşen dünyada rekabetçi üretim yapısının korunmasının ön şartlarından biri de *gelişmiş üretim teknolojilerinin*⁴ benimsenmesi ve etkin kullanımıdır. Almanya tarafından yayımlanan Endüstri 4.0 Raporunda da vurgulandığı gibi, geleneksel sistemlerin yerini alacak bilgi sistemleriyle tam entegre fiziksel sistemler Endüstri 4.0 konseptinin temelini oluşturmaktadır (Alçın, 2016).

Dijitalleşmenin üretim yapısında meydana getirdiği değişiklikleri analiz etmek büyük önem arz etmektedir. Toplumsal alanda yaygın olarak kullanılan dijitalleşme teriminin, üretim yapıları açısından tanımlanması ve üretim süreçlerine etkisinin analiz edilmesi nispeten daha az dikkat çekici bir nokta olsa da ekonomik yapının geleceğinin iyi kurgulanması ve stratejik politikalar geliştirilmesi için başat bir öneme sahiptir.

⁴ Otomatik ve sofistike bilgisayarla tasarım ve işletim sistemleri içeren modern üretim yöntemleridir. Gelişmiş üretim teknolojileri, en kısa sürede en yüksek kaliteli ürünleri en düşük maliyetle üretmeyi hedefler.

Bu bölümde, dijitalleşme kavramı “endüstriyel dijitalleşme” kavramını ifade etmesi amacıyla kullanılacaktır. Dijitalleşmenin, üretim süreci için bir anlam ifade etmesi için, dijital teknolojilerin; somut teknolojik gelişmeler, sınai yenilik faaliyetleri ve üretimde beklenebilecek somut yeniliklere ilişkin bir karşılığının olması gerekmektedir. Üretimin dijitalleşmesi, fabrikaların tedarik zinciri süreçlerini ve enerji kullanım biçimlerini değiştirebileceği gibi ürünlerin nasıl tasarlandığını, üretildiğini ve kullanıldığını da değiştirmektedir (Ezell, 2018). Üretim süreçlerinin dijitalleşmeden beklentisi kısaca; optimum verim, yüksek operasyonel verimlilik ve düşük maliyetler olarak ifade edilebilir.

Üretim süreçlerinin dijitalleşmesi için endüstriyel organizasyon, bilgi yönetimi ve üretim süreçleri dahil olmak üzere dokuz öncü dijital teknoloji belirlenmiştir (Şekil 1-2) (Rüßmann et al., 2015). Bunlar dijital dönüşümün vizyonunun yanı sıra sanayi sektörü için önemini vurgulayan teknolojiler olarak gösterilmektedir (Lara et al., 2018).



Şekil 1-2: Endüstriyel Üretimi Etkileyecek Dokuz Dijital Teknoloji

Kaynak: The Boston Consulting Group, 2015

1.2.3.1. Siber Fiziksel Sistemler (CPS)

Gerçek dünya ve sanal alanı birbirine bağlayan siber-fiziksel sistemler, sensör yardımıyla desteklenmiş sistemlerin gerçek dünyadaki faaliyetleri sanal ortamında toplayarak nesnelerin etkileşim halinde olmalarını içermektedir (Geisberger & Broy,

2015). Siber fiziksel sistemlerin kullanıldığı üretim tesislerine akıllı fabrikalar adı verilmektedir. Akıllı fabrikalara ek olarak akıllı şebeke, akıllı ulaşım, akıllı şehirler, akıllı bina, sağlık hizmetleri gibi alanlarda da CPS uygulamaları kullanılmaktadır. En verimli ve sağlam CPS uygulaması için, bulut bilişim, nesnelerin interneti, büyük veri teknikleri gibi diğer dijital teknolojilerin kullanılması büyük önem arz etmektedir.

Alman Endüstri 4.0 projesinin ana konseptini oluşturan siber fiziksel sistemler beş ana katmandan oluşmaktadır. Fiziksel katman, ağ katmanı, veri depolama katmanı, işlem ve analiz katmanı ve uygulama katmanı olarak belirlenen söz konusu katmanlar sistemin yapısını oluşturmaktadır.

Fiziksel katman; sensörler, izleme cihazları, aktüatörler ve bilgi işlemden oluşmaktadır. Katmanda, ürün sensörleri tarafından toplanan veriler kontrolör tarafından işlenmesi için işleme ve analiz katmanına gönderilebileceği gibi veri depolama katmanı aracılığıyla buluta iletilebilir. Ağ katmanı, WiFi, WiMAX, GPRS ve 3G / 4G / LTE teknolojileri gibi ağ protokolleriyle siber alana erişimi sağlamaktadır. Her protokolün hız, gecikme, bant genişliği, güvenilirlik, güvenlik ve ölçeklenebilirlik gibi kendine has avantajları mevcuttur. Bu protokollerin herhangi birinin kullanımı, akla gelebilecek her türlü CPS sisteminin, hidroelektrik santrallerinden sürücüsüz arabalara kadar, olmazsa olmazdır. Veri depolama katmanı, CPS' in fiziksel katmanından toplanan verilerin yerel bir sunucuda depolanmasını ya da bir buluta aktarılmasını sağlamaktadır. Veriler 64 ya da 128 MB' lık bloklarda depolanmaktadır. İşleme ve analiz katmanı, verileri haritalama ya da simülasyon modelleri kullanarak işlenmesinin sağlandığı katmandır. Bu katmanda, SQL⁵ kullanılarak, raporlar, grafikler ve gösterge tablosu görselleştirmesi yapılabileceği gibi veri kümeleme, sınıflandırma ve regresyon gibi veri madenciliği teknikleri de kullanılabilir. İşleme ve analiz katmanında ayrıca, cihaz ve makinelerin tespit edilen izleme ve kontrol eylemlerindeki sorunlar ya da izlenimler fiziksel katmana iletilebilir. Uygulama katmanı, tüketiciler, operatörler, üreticiler, üçüncü taraf tedarikçiler ve diğer servis sağlayıcılar için kullanıcı ara yüzüdür. Belirtilen paydaşların, ayrıcalıklı erişim ve önceliğe dayalı CPS katmanları ile etkileşime girebileceği kullanıcı dostu bir ara yüz erişim imkânı sunmaktadır (Al Nabulsi et al., 2018).

⁵ 1970'lerin başında IBM'den Raymond Boyce ve Donald Chamberlin tarafından geliştirilen; verileri sorgulamaya, eklemeye, güncellemeye ve değiştirmeye yarayan veri tabanı yönetimi ve manipülasyonu için kullanılan bilgisayar dili.

1.2.3.2. Çok Fonksiyonlu Endüstriyel Robotlar

Modern çok fonksiyonlu robotlar, uzaktan kontrol edilebilen, görev tanımları sürekli değişebilen, yerinde sabitlenebilen ya da mobil olarak kullanılabilen endüstriyel otomasyon uygulamalar olarak tanımlanmaktadır (International Federation of Robotics , 2016). Geleneksel üretim tarzında robot benzeri makineler montaj hattında rutin ve tekrarlayan işler yapmak için kullanılmıştır. Ancak günümüzde imalat sanayinde robotlar, el becerisi ve hafıza gibi insan özelliklerini taklit etmektedir. Dijital teknolojilerden biri olan robotlar, üretim sisteminin daha özerk, esnek ve iş birliğine açık bir parçası haline gelmektedir (Kagermann et al., 2013). Çok fonksiyonlu robotlar üretim sürecinde birbirleri ve insanlarla çalışmaya uyumlu olarak tasarlanmıştır. Üretim sürecinde çok miktarda ve kaliteli bilgiye erişebilen ve bu bilgiyi analiz edebilen robotlar, sağlıklı kararlar alabilen üretim parçaları haline gelmektedir.

Robotların üretim süreçlerine getirdikleri faydalardan biri, tehlikeli ortamlarda çalışabilmeleridir. Son derece eğitilebilir ve işbirlikçi olan robotlar, tehlikeli ve uygun olmayan durumlarda insanlarla yer değiştirerek güvenli çalışma ortamları sağlamaktadır. Örneğin, maden sahalarında kullanılan damperli kamyonların kullanımı bazen çalışanlar için son derece riskli durumlar yaratmaktadır. Endüstriyel robotların kullanımındaki artış bu gibi durumlarda riskleri ortadan kaldırabilmesi açısından önem taşımaktadır.

Ayrıca, dijital teknolojilere dayalı yeni akıllı özelliklere sahip gelişmiş robotlar, işyerlerini siber fiziksel sistemler denilen bir insan-makine iş birliği çalışma ortamına dönüştürmektedir (International Federation of Robotics, 2013; Kagermann et al., 2013). Siber fiziksel sistemlerin bir parçası olan endüstriyel robotların kullanımı verimliliği arttırdığı gibi gecikmeleri en aza indirmektedir.

Emek maliyeti kimya, gıda ve çelik sektörlerinde üretim maliyetlerinin yaklaşık yüzde 15'ine giyim, mobilya gibi sektörlerde ise yaklaşık yüzde 30'una denk gelmektedir. Ancak Hindistan gibi emek yoğun bir üretim yapan ekonomide emek maliyeti ile ABD gibi sermaye yoğun üretim yapısında sahip bir ekonominin emek maliyetinin aynı olmadığı da gözetilmelidir. ABD ve benzeri emek maliyeti yüksek olan ülkelerin robotları insanlara ikame etme maliyeti düşükken emek yoğun ülkeler için aynı durum geçerli değildir. Bilgisayar ve elektronik ürünler, elektrikli ekipman ve cihazlar, ulaşım

ekipmanları ve makine sektörleri 2025 yılına kadar robotlaşmanın yüzde 75'ini oluşturacak sektörler olarak öne çıkmaktadır (Sirkin et al., 2015).

Endüstriyel robotların üretim maliyetinde düşüşe yol açacağını öngören görüşünün aksine diğer bir görüş, günümüzde emeğin vergilendirilmesi gibi gelecekte de endüstriyel robotların vergilendirileceğini ve robot kullanım maliyetlerinin düşük olmayacağını iddia etmektedir (Yıldız, 2020).

Uluslararası Robotik Federasyonu'nun 2016 yılında yayımladığı raporda, 2019 yılında dünya genelinde şu anda 1.4 milyondan fazla endüstriyel robot kullanılacağı tahmin edilmektedir (International Federation of Robotics , 2016). Kuka, Avrupa menşeli robot üreticisi, birbiriyle iletişim halinde çalışabilen ve süreç içinde görev sıralaması yapabilen robotlar üretmektedir. Şirket, robotların sahip olduğu sensör ve kumandalar sayesinde gerçek dünyayla uyum içinde çalışabilmesini sağlamıştır (Rüßmann et al., 2015).

1.2.3.3. Eklemeli Üretim – Katmanlı Üretim (AM)

Eklemeli imalat, üç boyutlu (3B) geometrik verileri kullanarak malzemenin birbiri ardına katman katman eklenmesiyle, karmaşık geometrili fiziksel parçaların hızlı bir şekilde üretimini gerçekleştiren bir imalat tekniğidir (Özsoy & Duman, 2017).

1980'lerde ilk olarak ortaya çıkan eklemeli üretim teknolojisi, günümüzde birincil son kullanım üretim parçaları üretiminde kullanılmaktadır. Geleneksel üretim tekniği olan azaltarak üretimin (subtractive manufacturing) yerini alan eklemeli üretimde (additive manufacturing) temel amaç her ürün için aynı olmasına rağmen, kullanılan teknolojiler çeşitlilik göstermektedir (Kara, 2013). Katmanlı üretim süreçleri için kullanılan teknolojiler; yönlendirilmiş enerji birikimi, malzeme püskürtme, malzeme ekstrüzyon, yapıştırıcı püskürtme, toz zeminde füzyon ve levha laminasyonu olarak sıralanmaktadır.

Eklemeli üretim, üretim süreçlerinin dijitalleşmesindeki önemli teknolojilerden biri olmasına rağmen bu tip teknolojilerin kullanım alanı çoğu zaman geleneksel üretim tarzının hâkim olduğu ürünlerle sınırlı kalmaktadır. Bunun nedeni, var olan teknolojilerin değişim hızıyla ürün taleplerinin değişim hızındaki farktan kaynaklanmaktadır.

Eklemeli üretimin özellikle havacılık ve tıp alanında hızla gelişmeye başladığı gözlemlenmektedir. Dünyanın en büyük ve en gelişmiş üretim şirketlerinden olan General Electric Company, CFM Leap jet motorlarında yakıt nozullarını⁶ doğrudan metal eritme eklemeli imalat prosesini kullanarak üretmeye başlamıştır (Khajavi & Holmström, 2015).

1.2.3.4. Büyük Veri ve Analizi

Üretim süreçleri açısından büyük veri, CPS uygulamasının fiziksel süreçleri sonucu oluşan yüksek frekanslı ve çok çeşitli verileri kapsamaktadır. Büyük veri, hacim, hız ve çeşitlilik özelliklerine sahiptir. Hacim, petabytes ve terrabytes boyutundaki büyük miktarda veriyi ifade etmektedir. Hız, verilerin gerçek zamanlı olarak üretildiği veya toplandığı hızı ya da bir başka deyişle verinin frekansını yansıtmaktadır. Çeşitlilik ise, verinin üretildiği yolların farklılığını ifade etmek için kullanılır. Büyük veri teknikleri, gerçek zamanlı olarak veri izlenmesi ve işlenmesi için büyük boyutta veri analitiği sağlamaktadır.

İmalat sanayi diğer birçok sektörden daha fazla veri üretme özelliğine sahiptir. Ancak diğer sektörlerle kıyaslandığında ortaya çıkan veriyi işleme ve analize dönüştürme konusunda geride kalmaktadır (Hartmann et al, 2015). Şirketler ürettikleri verileri kullanarak verimliliklerini arttırmak, büyümek ve kar etmek için yeni fırsatlar ortaya çıkarabilmektedir. Örneğin, endüstriyel robotların sensörlü sistemleri değerli geri bildirimler ve veriler sağlamaktadır. Dijital dönüşümde işletmelerin ürün bilgilerini işletmesinde, üretim ve şeffaflığın artırılmasında ve maliyet ve zaman kaybının azaltılmasında işlevsel bir teknoloji olarak büyük veri analizi öne çıkmaktadır.

IBM tarafından üretilen Watson bilgisayarı, büyük veri kullanılarak örneğin sağlık sektöründe kanser tedavisi için öneriler sunmaktadır. Ayrıca, Apple' in Siri ve Amazon' un Echo uygulamaları büyük veri ve makine öğrenmesi teknolojilerini kullanarak dil girdilerini yorumlama ve yanıtlama hizmeti sağlamaktadır.

⁶ Bir akışkanın akış yönünü kontrol etmeye yarayan parçaların genel adı.

1.2.3.5. Simülasyon ve Dijital İkiz

Simülasyon modellemesi ve analizi, yeni ve modern üretim yöntemleri ve sistemler geliştirmek ve test etmek için süreçlere başlamadan önce gerçek sistemi bozmadan bilgi ve veriye ulaşmayı sağlayan dijital bir teknolojidir (Mourtzis et al., 2014). Simülasyonlar yardımıyla, fiziksel dünyadaki makineler, ürünler ve insanları içeren bir model kurularak fiziksel dünyadaki verilere ulaşılabacaktır. Sanal model yardımıyla sağlanan gerçek zamanlı veriler, üreticilerin uygulama ve süreç faaliyetlerini denemesini ve kalitesini artırmasını sağlayacaktır (Rüßmann et al., 2015).

Dijital ikiz⁷ eşleşilen fiziksel bir ürün ya da süreçle ilişkili en son sensör verilerinin kullanılmasıyla hazırlanan sanal bir modeldir. Dijital ikiz teknolojileri, uzaktan bir sistemin izlenmesi, sistemin süreç kontrolünün yapılması ve ürünün yaşam döngüsünün yönetilmesi için sıklıkla kullanılmaktadır. Dijital ikiz, gelecekte bir sistemin nasıl çalışabileceğini tahmin edecek bir simülasyon modelinin başlangıç noktası olarak kullanılabilir. Dijital ikiz ve simülasyon arasındaki fark; simülasyon teknolojisinde süreç ve ürünün gelecekte başına gelebilecek olayları yansıtılmasıdır. Bilgi simülasyonun bir parçasıdır ve manipüle edilebilir.

Uzay araştırmalarının başından beri eşleştirme teknolojileriyle uğraşan NASA, dijital ikiz teknolojisinin öncüsüdür. NASA, yeni yol haritaları, yeni nesil uzay araçları geliştirmek için dijital ikiz teknolojisini kullanmaktadır. Siemens ise, dijital ikiz teknolojilerine odaklandığı merkezinde örneğin denizcilik sektöründeki firmaların dijital ikiz ve simülasyon teknolojilerini kullanarak ürün geliştirme süreçlerinde yüzde 50 ila 80 oranında azaltma amaçlandığını iddia etmektedir (Siemens, bt).

1.2.3.6. Endüstriyel Nesnelerin İnterneti

Endüstriyel Nesnelerin İnterneti (IIoT) kavramı, IoT kavramının imalat sanayinde kullanılan kısmını ifade etmektedir. Akıllı makinelerin, analitik raporların ve insan gücünün birlikte uyum içinde çalışması anlamına gelen endüstriyel nesnelerin interneti, üretim süreçlerinde IoT teknolojilerinin belirli siber fiziksel sistemler dahilinde kullanılmasını içermektedir (Hermann et al., 2015). Burada kavramsal açıdan dikkat

⁷ İlk olarak 2002 yılında Michigan Üniversitesi'nden Michael Grieves' in kullandığı terim, fiziksel ve dijital dünya arasında bir köprü olarak bir sürecin, ürünün veya hizmetin sanal bir modelinin oluşturulmasını ifade eder.

edilmesi gereken nokta, IoT ‘nin CPS’ den daha geniş bir kavram olmasına ve birleşenlerinin bağımsız olarak çalışabilmesine rağmen endüstriyel IoT, CPS’ in bir parçası olarak çalışmaktadır.

IIoT teknolojileri üretim sürecinin daha çok operasyonel faaliyet alanlarında kullanılmaktadır. IIoT teknolojilerinin üretim yapısına getireceği en önemli faydalar şunlardır;

- Sensörlerin, makinelerin, otomasyon sistemlerinin uyum içinde güvenli bir iletişim kurmalarını sağlayan IIoT teknolojileri, makinelerin performansını kolaylaştırdığı gibi verimlilik artışına da yol açar.
- Makineler ve cihazlara uzaktan erişim sağlayarak, çalışmalarını durdurmaya gerek olmadan sistemlerin izlenmesi ve sorunların gerçek zamanlı olarak teşhis edilmesini sağlar.
- Bakım maliyetlerinin azalması ve yedek parça stoklarının optimum seviyede tutulması için bakım arıza sürelerinin tahmini için analizler yapılmasını kolaylaştırır.

General Electric lokomotifleri, 200’den fazla yerleşik sensör yardımıyla trenlerin daha verimli çalışmasına yardımcı olmaktadır. Siemens’in AG fabrikası ise, internet tabanlı akıllı fabrikalara iyi bir örnek teşkil etmektedir. MAN firmasının “Truck and Bus” adında, bir kamyonun ham verilerini gerçek zamanlı olarak izleyen ve bunu rapor olarak müşterilerine ücretli şekilde sunan bir IIoT teknolojisi vardır.

1.2.3.7. Bulut Bilişim

Bulut bilişim, büyük hacimli verilerin depolanmasını ve düşük gecikmeli olarak karmaşık hesaplama algoritmalarıyla işlenmesini sağlayan dijital bir teknolojidir. Fiziksel faaliyetlerin sonucu olarak sensörler tarafından toplanan veriler, depolanması ve gerektiğinde işlenmesi için bulut tabanlı sistemlere aktarılmaktadır. Dijital üretim süreçlerinde faydalanan bir araç olan bulut bilişim, ürünlerin nasıl araştırıldığını, tasarlandığını ve geliştirildiğini, nasıl imal edildiğini, üretildiğini ve müşteriler tarafından nasıl kullanıldığını depolayan bir teknolojidir (Ezell & Swanson, 2017). Veri hareketlerinin çok sınırlı olduğu geleneksel depolama ve işleme yöntemlerinin aksine

bulut bilişim, üreticilerin veriye her yerde erişimine imkân verirken üst düzey bir güvenlik sağlamaktadır.

Bulut bilişim bütün üreticiler için hızla veri depolama, analitik ve güvenli saklama merkezine dönüşmektedir. Cihazlar arasında son derece hızlı veri aktarma ve bağlama imkânı sunan bulut bilişim, nesnelerin interneti, blok zincir, sanal gerçeklik ve yapay zekâ gibi teknolojiler arasındaki çizgilerin bulanıklaştığı fiziksel ve dijital dünya arasında kalan 4. sanayi devriminin itici gücünü oluşturmaktadır.

Bulut bilişimi diğer dijital teknolojilerden ayıran önemli bir özelliği, bu teknolojiyi üretim sürecine dahil etme maliyetinin çok düşük olmasıdır. Bu nedenle diğer teknolojilere kıyasla daha eşitlikçi bir yapıya sahip olan bulut bilişim, küçük ya da büyük bütün işletmelerin faydalanabileceği bir hizmet yapısı sergilemektedir. İnovasyon döngüsü ve pazara çıkış sürecini hızlandıran, tedarik zinciri entegrasyonunu destekleyen, iş birliği imkanlarını kolaylaştıran, operasyon verimliliğini artırırken maliyetleri azaltan bulut bilişim, günümüz dijital teknolojilerinin kullanılması ve etkisinin arttırılmasında büyük öneme sahiptir.

Backspace and Amazon tarafından sunulan bulut hizmetleri bu teknolojiye örnek teşkil etmektedir.

1.2.3.8. Arttırılmış Gerçeklik (AR)

Arttırılmış gerçeklik, mekânsal simülasyonları deneyimlenmesine olanak tanıyan ve sanal nesnelerin gerçek ortam üzerine yerleştirilmesiyle oluşan bir insan-makine ara yüzüdür (Kohn & Harborth, 2018). Arttırılmış gerçeklik kullanıcının gerçek dünyayı görmesini sağladığı gibi buna sanal gerçeklikleri eklemektedir. Üretim süreçlerinde kullanılan AR teknolojisi, bir depoda parça seçimine yardımcı olurken çalışanların arttırılmış gerçeklik yoluyla tamir ve onarım konularında fikir alabilmelerini de sağlamaktadır (Rüßmann et al., 2015).

Eğitim, tatbikat gibi faaliyetler için de kullanılan arttırılmış gerçeklik teknolojileri, yeni istihdam edilen çalışanların daha verimli bir şekilde eğitilmesini sağlayarak öğrenme sürelerinin kısalmasını da yardımcı olmaktadır. Arttırılmış gerçeklik

aynı zamanda, simülasyon teknolojileriyle birlikte kullanıldığında dijital ikizin daha gerçekçi olmasını sağlamaktadır.

AR ve VR pazarının 2016 yılında 5,2 milyar dolardan 2020'de 162 milyar dolara yükseleceği tahmin edilmektedir (Business Insider Intelligence, 2016). Kullanımının yaygınlaşmasına bir örnek teşkil etmesi açısından, Boeing çalışanları, AR teknolojisinden önce kabloların monte edilme sürecinin doğru yapılıp yapılmadığını kontrol etmek için sürekli bir dizüstü bilgisayardan yardım almak zorundalardı ve bu durum zaman ve işgücü maliyeti yaratıyordu. Şimdilerde şirket IR 787-8 Freighter'ın kablo montaj sürecinde Google Glass⁸'i kullanmaya başlamıştır.

1.2.3.9. Yatay ve Dikey Sistem Entegrasyonu

Üretim sistemlerinde entegrasyon kavramı 1960'larda dijital hesaplama kabiliyetinin gelişmesiyle ortaya çıkmıştır. Ancak o dönemde makine ve teknolojik aygıtlar iletişime açık olmayan izole bir yapı sergiledikleri için entegrasyon kavramının sınırları tam olarak anlaşılamamıştır. Günümüzde nesnelerin interneti ve CPS gibi kavramlar bu izole yapıyı bambaşka bir noktaya evirmiş ve üretim sistemlerinin entegrasyonu geniş, derin ve açık bir hal almıştır (Chen, 2017).

Yatay sistem entegrasyonu, bir üretim sürecinde üreticinin tedarikçi ve paydaşlarıyla yakın bir entegrasyon kurması anlamına gelmektedir. Yatay entegrasyonla beraber, iletişim üretim süreçleri için daha önemli hale gelmekte ve üreticiler ve üretim birimleri arasındaki ara bağlantı ve veri ve bilgi alışverişi artış göstermektedir. Bunun yanı sıra, ortak standartların oluşması açısından önemli olan yatay entegrasyonun en güzel örneği modern üretim süreçleri tarafından benimsenen tedarik zinciri yöntemidir.

Dikey sistem entegrasyonu ise, üretim sürecindeki ürün yaşam döngüsüne dahil tüm unsurların kesintisiz şekilde entegrasyonunu ifade etmektedir. Ürünün yaratılmasından geliştirilmesine, imalatından pazarlamasına kadarki tüm süreçleri içeren dikey entegrasyon, planlama ve gelişimin üretim süreciyle birleştirilmesini içermektedir.

⁸ Google firması tarafından üretilen, üzerindeki optik ekran yardımıyla giyilebilir bir bilgisayar özelliği taşıyan gözlük; internete bağlanabilme, fotoğraf çekme ve video kaydetme özelliklerine sahiptir.

Müşteri siparişlerini iletme için uçak filosu edinen Amazon dikey entegrasyona, kelime işlemeden alışveriş seçeneğine kadar pek çok çevrimiçi hizmet veren Google ise yatay entegrasyona iyi bir örnek teşkil etmektedir.

1.3. Bölüm Değerlendirmesi

Teknolojik gelişme günümüz dünyasını her yönüyle değiştirmekte ve sayısız imkânlar sağlamaktadır. Ancak teknolojik değişim süreçlerinin hassas bir şekilde ele alınması ve iyi anlaşılması ve dönüşümün hızına ayak uydurulması gerekmektedir. Bu kapsamda, etkin ve verimli politikalar üretilebilmesi için temel şart, teknolojik değişim tarihinin ve temel kavramlarının doğru bir şekilde bilinmesi ve özellikle işletmeler için ne anlam ifade ettiğinin iyi anlaşılmasıdır. Böylece işletmeler ve toplumlar en doğru zamanlama ile ihtiyaçlarına en uygun politika tedbirlerinden faydalanarak sürecin gelişimine azami fayda sağlayabilecektir.



2. TEKNOLOJİK DEĞİŞİMİN MAKROEKONOMİYE ETKİLERİ

Teknolojik değişimin makroekonomik değişkenler üzerindeki etkilerinin değerlendirilmesindeki temel amaç, ekonomik yaşamın bir bütün olarak teknolojik değişimin önlenemez gelişiminden nasıl etkileneceğinin değerlendirilmesinin toplumsal ve ekonomik yaşamının sürdürülebilirliği açısından önem arz etmesidir. Ekonomik ve sosyal yapıdaki değişimlerin, teknolojik gelişmenin etkilerinin iyi analiz edilmesi olgusunun bazı noktalarda desteklenmesi ve bazı noktalarda yönlendirilmesine yardımcı olması açısından önem taşımaktadır.

Teknolojik değişim makroekonomik açıdan doğrudan veya dolaylı olarak pek çok etki yaratmaktadır. Bu nedenle, sürecin analizi ve etkilerin neden sonuç ilişkisini açıklamak önem taşımaktadır. İktisadi açıdan bakıldığında, teknolojik değişimin makroekonomiye etkilerine yönelik analiz ve çalışmalar iki ana kanaldan ilerlemektedir. İlki, verimlilik ve ekonomik büyümeye etkisini analiz eden çalışmalardır. İkincisi ise, daha çok gelir dağılımı, istihdam, işsizlik gibi işgücü piyasaları boyutlarına yoğunlaşmaktadır.

Bu bölümde; büyüme, verimlilik, işsizlik ve istihdam gibi makroekonomik göstergelerin her birinin teknolojik değişimden nasıl etkileneceklerine yönelik değerlendirmeler yapılacak ve tezin ana amacını oluşturan işgücü piyasasına etkilerine yönelik bir altyapı oluşturulmaya çalışılacaktır.

Ekonomik göstergelere etkisi daha iyi değerlendirilebilmesi için tarihsel gelişimin ve diğer teknolojik değişimlerin sonuçlarının iyi anlaşılması önem arz etmektedir. Bu kapsamda, bu bölümde her makroekonomik gösterge için 1. sanayi devrimiyle beraber gelişmeye başlayan teori ve görüşlerin kısa bir özeti sunulmaya çalışılacaktır.

2.1. Kuramsal Çerçeve

Teknolojik değişim, toplumsal ve ekonomik hayatta önemli etkiler oluşturmaktadır. Teknolojik yapıda meydana gelen değişimler, üretim süreçleri, girdi gereksinimleri ve üretimde yönetim biçimleri dahil olmak üzere pek çok alanda etkili olmaktadır. Büyüme ve kalkınma iktisadının ilgi alanlarından birini oluşturan teknolojik değişim süreçleri her aşamasında toplumu ve ekonomik yapıyı etkilemektedir.

Teknolojik değişim dönemleri iktisat yazımı açısından büyümede meydana gelen kırılmalarla belirlenmektedir. İktisadi göstergelerde belli dönemlerde teknolojik değişim kaynaklı meydana gelen anormal değişimler bu tip dönemlerin teknolojik devrim dönemleri olarak adlandırılmalarına yol açmaktadır

Sanayi devrimi öncesi teknolojik gelişmelerin hepsi teknolojiden ziyade teknik değişim kaynaklı gelişmelerdir. Bu teknik değişimleri sanayi devriminden ayıran en önemli özelliklerden biri yerel karakterli kalmalarıdır. Ortaya çıkan her bir tekniğin kullanıcısıyla doğrudan ilişkili olması nedeniyle yayılma etkisi düşük olmuştur (Petit, 1993). Kullanıcı ve teknik arasındaki sanayi devrimi öncesi görülen bu bağ bir noktadan sonra zayıflamıştır. Sanayi devrimiyle beraber teknolojik değişimin gerçekleşmesi teknik değişim olgusunu kümülatif hale getirmiş ve bu birikim çoğu üretim faaliyetini etkilemiştir.

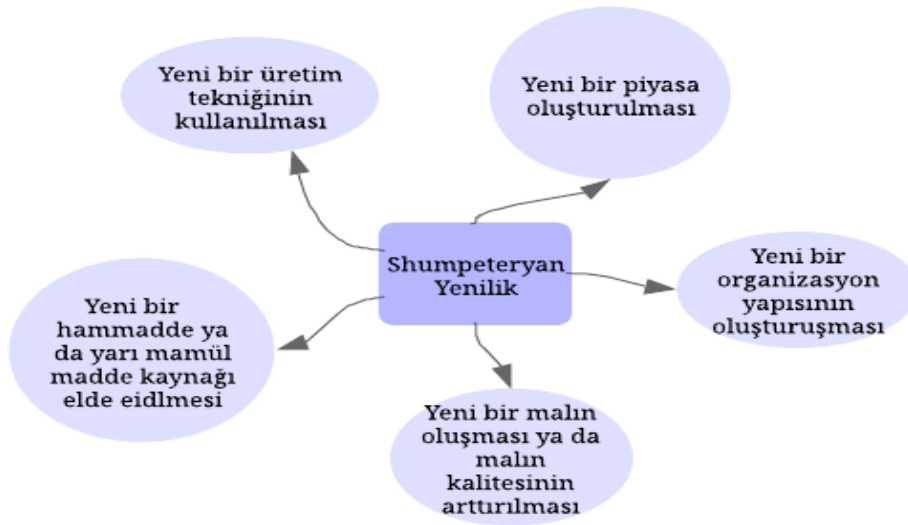
2.1.1. Kondratiyef Dalgaları

Rus iktisatçı Nicolai Kondratiev 1929 yılındaki çalışmasında, dünya ekonomik sisteminin bazı dönemlerde refah artışı ve bolluk yaşadığı, sonrasında ise bu refahın çöküşle sonuçlandığını iddia ederek inişli çıkışlı şekilde ilerleyen bu döngüyü önemli ekonomik döngüler (*major economic cycles*) olarak tanımlamıştır. Kondratiev'e göre, dünya ekonomisi yaklaşık 50-60 yıllık yükselme ve durağanlaşma dönemleri geçirmekte ve durağanlık dönemlerini bitiren yeni bir teknolojik gelişme ya da üretim yapısında bir iyileşme k- dalgasına yol açmaktadır. Schumpeter, Kondratiev'in bu teorisine *kondratiyef dalgaları* adını vermiştir. Temelde teknolojik gelişmelerin canlanma dönemlerinin başlamasına yol açtığı düşünülen teorisinin geliştirilmesi amacıyla yapılan sonraki çalışmalarda kondratiyef dalgaları aşağıdaki çerçevede belirlenmiştir.

- 1780-1840 : Sanayi devrimi, ilk makineleşme kondratiyefi
- 1840-1890 : Buhar gücü ve demiryolları kondratiyefi
- 1940-1990 : Fordist kitlesel üretim kondratiyefi
- 1990- : Bilgi ve iletişim kondratiyefi

2.1.2. Schumpeter' in İktisat Literatürüne Yenilik Katkısı

Günümüzde teknolojik gelişimin uzun vadede bütün makroekonomik göstergeleri etkileyeceği düşünülmektedir. İktisat yazımında teknolojik gelişmelerin iktisadi boyutu üzerinde geniş bir çalışma alanı olsa da teknolojik gelişimin iktisadi açıdan analizi ilk olarak Joseph Alois Schumpeter (1934) tarafından literatüre kazandırılmıştır. Kavramsal açıdan *yaratıcı yıkımın* temelini oluşturan teknolojik gelişme; değişim ve yapılanma süreçlerini ifade etmesi açısından önem taşımaktadır. Schumpeter' in yaratıcı yıkım olarak ifade ettiği şey, eskinin yeni tarafından yok edilmesi yeniliklerin var olanlar tarafından işlevsiz hale getirilmesidir. Schumpeter teorisinde yaratıcı yıkımın dinamik girişimciler tarafından yapılan yeniliklerle olacağını öne sürmektedir. Buharlı gemilerden demiryollarına, trenlerden uçaklara, telgraflardan telefonlara, gazetelerden internete geçişin açıklayıcısı olan bu yaratıcı yıkım kavramıdır. Rekabetçi üstünlüğü ele geçirmek isteyen girişimciler tarafından yapılan yenilikler Şekil 2-1' de gösterildiği gibi beş alanda oluşabilmektedir.



Şekil 2-1: Schumpeteryan Yenilik Tipleri

Kaynak: The Theory of Economic Development, Schumpeter, 2004

Schumpeter'in yaratıcı yıkım teorisi, son dönemdeki dijitalleşme sürecinin anlaşılması açısından çok uygun bir ekonomik temel oluşturmaktadır. Schumpeter' in öngördüğü yenilik tiplerinin hepsi, 4. sanayi devriminin gerçekleşmesine yol açan dijital teknolojik gelişmeler tarafından kapsamaktadır. Schumpeter' in teorisinde yenilik tiplerinin birincisi olan, yeni bir üretim tekniğinin oluşturulmasının dijitalleşme çağında

malların üretim süreçlerinde bilgi temelli dijital teknolojiler kullanılmasıyla; ikincisi olan yeni bir malın ya da kalitenin oluşmasının yeni dijital ürünlere ve hizmetlere erişimin gerçekleşmesiyle; üçüncüsü olan yeni bir piyasa oluşmasının elektronik pazarlar ve dijital dağıtım kanallarının oluşmasıyla; dördüncüsü olan yeni hammadde kaynağı bulunmasının tedarik ağlarını yönetmek için dijital uygulamaların ortaya çıkmasıyla ve son olarak beşincisi olan yeni organizasyon yapılarının oluşmasının üretimde CPS gibi ve şirket yapılarında ise elektronik pazarlar ve internet girişimleri gibi sistemlerin geliştirilmesiyle ilişkilendirilebileceği görülmektedir (Barua et al., 2000).

Son dönemdeki çalışmalardan ortaya çıkan ampirik bulgular sonucu klasik Schumpeteryan ekonomisine ve modern içsel büyüme teorisine dayanarak oluşturulan görüş, dijitalleşmenin girişimcilik ile bilgi üretimi ve paylaşımı arasındaki uyumu kolaylaştıran ekonomik bir altyapı sağladığını ve bundan dolayı ekonomik kalkınmanın ve büyümenin hızlandırılmasının yol açtığıdır.

2.2. Büyüme ve Teknolojik Gelişim: İşgücü, Sermaye ve Toplam Faktör Verimliliği

Ekonomik anlamda büyüme, bir ekonominin üretim hacminde dönemler itibarıyla meydana gelen artış olarak tanımlanmaktadır (Turan, 2008). İktisat literatüründe geniş yer kaplayan büyüme teorilerinin teknolojik değişim temelli olanları bu bölümün konusudur.

İktisat literatüründe, klasik iktisat anlayışında büyüme, emek ve sermaye ve doğal kaynaklarda meydana gelen artışlar sonucu gerçekleşmektedir. Klasik büyüme teorisinin başlangıcı Adam Smith'e kadar dayanmaktadır. Smith'e göre; büyüme iş bölümünün yarattığı etkinlikten kaynaklanan verimlilik artışıyla gerçekleşmektedir. Klasik dönemden sonraki iktisat yaklaşımları ise klasiklerin büyüme yaklaşımını yetersiz bularak emek sermaye girdilerinden oluşan büyüme denklemine yeni girdiler ve açıklayıcılar ekleyerek büyümenin daha iyi ölçülmesini amaçlamışlardır.

2.2.1. Solow'un Teknoloji Dışsal Büyüme Teorisi

Solow (1957), "solow artığı" olarak nitelendirdiği ve dışsal olarak kabul ettiği teknolojik gelişmeyi büyüme denklemine dahil etmiştir. Teknolojik gelişmenin etkisiyle

gerçekleşen toplam faktör verimliliğinin (TFV)⁹, emek ve sermayedeki artışın dışında kalan ve açıklanamayan büyümeyi ifade ettiğini söyleyen Solow’a göre, büyümenin yüzde 70’i teknolojik dönüşümden kaynaklanmaktadır.

Solow’ un büyüme kuramına getirdiği yenilik, üretimde o zamana kadar girdi olarak kabul edilen emek ve sermayenin yanına teknolojik gelişmeyi de dahil etmesidir. Solow’un büyüme teorisinin teknolojik gelişmeyi büyüme modeline dışsal değişken olarak dahil etmesi nedeniyle teknolojik gelişmelerin büyümeye etkisini tam olarak yansıtamadığı düşünülmektedir. Teknolojik gelişmeyi, kaynağı bilinmeyen ve üretim süreci sonrası ortaya çıkan bir artık olarak görmesi nedeniyle Solow’un büyüme modeli dışsal bir büyüme modelidir.

$$Y_t = A_t K_t^\alpha L_t^\beta \quad \alpha + \beta = 1 \text{ ve } (\alpha, \beta) \in (0,1) \quad (2.1)$$

Solow ‘un büyüme modelinde Cobb-Douglas üretim fonksiyonu kullanılmakta ve ölçeğe göre sabit getiri varsayımı (girdiler eşit oranda artarken hasıla da bu oranda artar) yapılmaktadır. Denklemde, Y çıktı düzeyini, A teknolojiyi, K kapital düzeyini- α sermaye birikimi katsayısını ve L emek miktarını- β emek miktarı katsayısını, t ise zamanı ifade etmek için kullanılmıştır. Denklemde de görüleceği üzere, Solow’ un büyüme denkleminde teknolojik gelişme dışsal ve sabit bir bağımsız değişkeni temsil etmektedir.

2.2.2. Romer’in Teknoloji İçsel Büyüme Teorisi

Teknolojik gelişmeyi sabit ve dışsal kabul eden büyüme teorilerinin büyümeyi açıklamadaki yetersizliği bu teorilere çeşitli eleştiriler gelmesine yol açmıştır. Sadece emek ve sermayenin dahil olduğu bir büyüme yaklaşımı ülke ve dünya büyümelerini açıklarken sapmalara neden olmaktadır. Bu eleştiriler neticesinde, içsel büyüme teorileri ortaya atılmıştır. Teknolojiyi içeren içsel büyüme teorilerinin odak noktası, emek ve sermayenin yanında büyümeyi hızlandırıcı emek verimliliği, sermaye verimliliği ve bunlara ek olarak öne sürülen toplam faktör verimliliği gibi göstergeleri tetikleyen nedenleri daha iyi açıklamaktır. Solow’ un dışsal büyüme modelinden sonra Romer

⁹ Ölçülebilir GSYH büyüme oranı ile sermaye ve emek artışı arasında kalan bakiye olarak tanımlanabilir. TFV’in ölçülmesine yönelik olarak iktisat literatüründe genel geçer bir formül ya da hesaplama biçimi mevcut değildir.

(1986) büyüme modelinde teknolojik gelişmeyi içsel kabul ederek piyasa güçlerini yönlendirici etkisi olduğunu ifade etmektedir.

$$Y_t = A_t L_{yt} \quad (2.2)$$

$$y_t = \bar{A}_0(1 - \bar{l})(1 + \bar{g})^2 \quad (2.3)$$

$$\Delta A_{t+1} = \bar{z} A_t L_{at} \quad (2.4)$$

Romer' in büyüme modelinin hasıla denkleminde (2.2), Y hasıla miktarını, A var olan teknolojiyi ve L_{yt} ' de çıktı üreten çalışanları L_{at} yenilik üreten çalışanları ifade etmektedir. Toplam emek miktarı sabit olmasına rağmen emeğin ürettiği bilgi $\bar{g}$ ve bilgi üreten emeğin payı $\bar{l}$ olarak gösterilmektedir. Denklem 2.4 ise, ideal üretim fonksiyonun göstermektedir. Söz konusu denklem, teknolojik dönüşümün, mevcut teknoloji ve yenilik üreten çalışanların sabit bir oranda $\bar{z}$ artışıyla meydana geldiğini ifade etmektedir.

$$L_{yt} + L_{at} = \bar{L} \quad (2.5)$$

$$L_{at} = \bar{l} \bar{L} \quad (2.6)$$

Modelin 2.5 denkleminde kaynakların sabit olduğu ve 2.6 denkleminde ise emek dağılımının oranı yansıtılmaktadır. Romer'in ifade ettiği bilgi yani teknolojik ilerleme rakipsiz bir maldır. Kısaca ifade edilmek gerekirse, ölçülebilir bir kavram olan bilgi, çok yıllık bir sermaye olarak görülebilmektedir (Kurz & Salvadori, bt.).

Bahsedilen teoriler yardımıyla büyüme ve teknolojik gelişme arasındaki ilişkinin literatürdeki geniş yazımı kısaca özetlenmeye çalışılmıştır. Büyüme teorisi açısından, teknolojik gelişmenin büyümeyi pozitif etkilediği sonucuna ulaşılmıştır. Bu pozitif katkı ham olarak teknolojinin varlığından kaynaklanmakla birlikte, sermaye ve emek verimliliğini de etkileyerek daha önemli bir hale gelmektedir.

2.2.3. İşgücü, Sermaye ve Toplam Faktör Verimliliği

İlk olarak Adam Smith döneminde ele alınan verimlilik o dönemde, iş bölümünden kaynaklanmakta ve kar oranlarında artışla sonuçlanmaktadır. Daha sonra, Solow tarafından Solow artışı olarak nitelendirilen ve teknolojik gelişim kaynaklı olduğu düşünülen toplam faktör verimliliği kavramı literatüre eklenmiş ve verimlilik

daha geniş bir kapsamda ele alınmaya başlanmıştır. Bilindiği gibi, teknolojik değişimin verimlilikte meydana getirdiği artış, ekonomik açıdan çok önemlidir.

Ekonomik büyümeyi sağlamanın bir yolu olan verimlilik artışı, birikimle beraber ekonomik büyümenin açıklama yollarından bir tanesidir. Verimlilik ekonomideki katma değer artışının en önemli göstergesidir. Sermaye verimliliği, emek verimliliği ve toplam faktör verimliliği gibi üç ana saç ayağı üzerine oturan verimliliğin, teknolojik değişimden tüm bu birleşenlerin ayrı ayrı ve beraber etkileneceği düşünülmektedir.

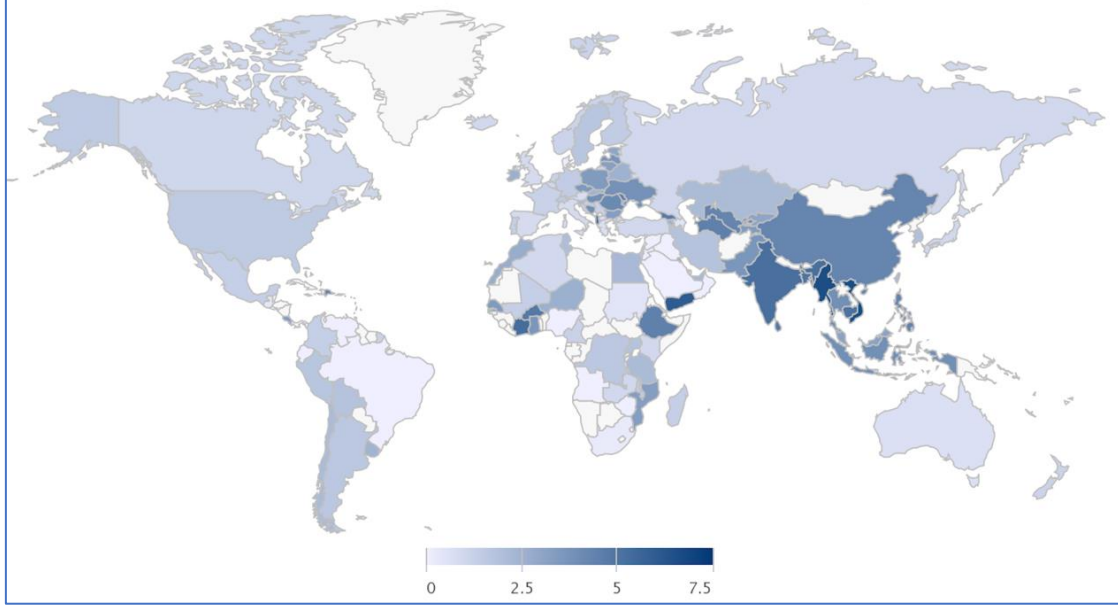
Teknolojik süreçlerde meydana gelen yenilikler, çıktıların girdilerle olan ilişkisini etkilemektedir. Böylece teknolojik gelişmelerden ya da yeniliklerden kaynaklanan değişimlerin ölçülmesinde verimlilik kavramı kullanılmaktadır (van Ark, 2014). Verimliliğin ölçülmesi açısından en önemli iki gösterge işgücü ve toplam faktör verimliliğidir. TFV, işgücü maliyetlerini ve sermaye amortismanını da hesaba katan bir kavram olmakla beraber hem emeğin hem de sermayenin üretkenliğini temsil etmektedir (Diermeier & Goecke, 2017). Otomasyon ve dijitalleşme TFV ile de olumlu yönde ilişkilidir. Hatta, TFV'nin en önemli belirleyicisi üretim sürecine teknolojik gelişmenin dahil olması yoluyla aynı emek ve sermaye oranında daha fazla çıktı elde edilmesidir. TFV'nin diğer belirleyicileri ise kurumsal kapasitede meydana gelen gelişimler, iş yapış süreçlerinin etkin hale gelmesi olarak sayılabilir. 1990'lı yıllardan itibaren, BİT kullanan endüstrilerde, diğer sektörlerden daha güçlü TFV artışı gözlemlenmektedir (Jorgenson et al., 2006).

İşgücü verimliliği, toplam üretimde kullanılan emek miktarının yaratılan katma değere oranının ifade etmektedir. İşgücü verimliliğindeki bir artış aynı düzeyde çıktının daha az emek girdisi kullanılarak üretebileceğini ifade etmektedir. Otomasyon ve teknolojik gelişme, ekonomilerin işgücü verimliliğiyle pozitif ilişkilidir. İşgücü verimliliği aynı zamanda çalışan maliyetini belirlemesi açısından önem taşımaktadır.

OECD veri tabanına göre, Türkiye'de işgücü verimliliğinin artış oranı yıllara göre incelendiğinde, 2007-2012 arası dönemde işgücü verimliliğinin yüzde 0,1 oranında arttığı görülmektedir. Bu oran söz konusu dönemde Avrupa Birliği üyesi ülkelerde ortalama yüzde 0,5, OECD üyesi ülkelerde ortalama yüzde 0,8, G7 ülkelerinde¹⁰ ise ortalama

¹⁰ G7 ülkeleri ABD, Birleşik Krallık, İtalya, Japonya, Almanya ve Kanada'dan oluşmaktadır.

yüzde 0,9 olarak hesaplanmıştır. Bu durum Türkiye’de verimlilik artışının görece düşük olduğunu göstermektedir (Şekil 2-2). 2012 sonrası veriler incelendiğinde ise, Türkiye’de işgücü verimliliğinin 2012-2019 yılları arasında yıllık ortalama yüzde 2,4 artış yaşadığı dikkat çekmektedir.



Şekil 2-2: Ülkelere Göre İşgücü Verimliliği Oranları

Kaynak: Conference Board veri tabanı (2018)¹¹

Sanayi devrimleri işgücünün vasfı ve dolayısıyla verimliliği üzerinde değişken bir etki sergilemektedir. 1. sanayi devriminde çalışanların vasıfları önemli değildir. Hatta üretim sürecinde işin ehli, vasıflı çalışanlardan sadece montaj hattında çalışabilecek vasfa sahip çalışanlara doğru bir talep yapısı göstermektedir. Dolayısıyla bu dönemde gerçekleşen teknolojik gelişim işgücü verimliliğini negatif yönde etkilemiştir. Ancak, son teknolojik gelişme dönemi olan dijital dönüşüm çağında bu durum farklı bir eğilim sergilemektedir. Dijital teknolojilerinin kullanılma kabiliyetiyle doğru orantılı biçimde işgücü verimliliğinde bir artış gerçekleşmesi beklenmektedir.

2.3. İşgücü Piyasası

Teknolojik gelişme ve istihdam arasındaki ilişki, özellikle Birinci sanayi devrimi’nden sonra, üzerinde sürekli inceleme ve araştırma yapılan bir çalışma alanı olmuştur. Sanayileşmenin başlangıcından itibaren teknolojik gelişim ve istihdam

¹¹ Söz konusu veri tabanına <https://www.conference-board.org/data/> bağlantısından ulaşılabilir.

arasındaki ilişkinin belirsizliği konunun büyük oranda tartışmalı bir alan olmasına yol açmıştır. Bu nedenle teknolojik gelişmenin işgücü piyasasına etkilerini konu alan geniş bir literatür mevcuttur.

Bu bölümde, teknolojik değişimin istihdam üzerindeki etkileriyle ilgili ekonomik görüşler teorik ve ampirik analizleri de içerecek biçimde klasik iktisatçılardan başlayarak günümüze kadar özetlenmeye çalışılacaktır.

Teknolojik gelişim süreçlerine tarihsel perspektiften bakıldığında, teknolojik gelişme ve işgücü piyasası arasında kısa vadede bir ödünleşme ilişkisinin var olduğu görülmektedir. Teknolojik gelişim belli işleri yok etmektedir. Bu yok ediş işlerin ve çalışanların durumunu etkilemektedir. Ancak uzun vadede aynı teknolojik değişim, doğası gereği işgücü piyasası için yeni fırsatlar doğurmakta, yayılma etkisiyle beraber yeni iş alanları oluşturmakta ve bireylerin istihdam edilmesini sağlamaktadır. Hatta bunu yok olan işlere nazaran daha fazla yapmaktadır. Tarihsel açıdan, teknolojik gelişmenin yok ettiği işlerden daha fazla iş oluşturması gerçeği kendisini her teknolojik değişim sürecinde tekrarlamıştır.

İçinde bulunduğumuz dijital dönüşüm sürecinin işgücü piyasaları üzerinde yaratacağı etki ise halen tartışmalı olarak devam eden bir süreçtir. Kimi araştırmacılar dijital dönüşümün işgücü piyasasında bir bozulmaya yol açacağını, işlerin büyük bir bölümünün yapay zekâ teknolojileri yoluyla robotlara devredileceği ve mesleklerin yok olacağını ifade ederken diğer araştırmacılar dijital dönüşüm sürecinin diğer teknolojik gelişme süreçleriyle benzer bir patika izleyeceğini tahmin etmektedir.

2.3.1. Teknolojik Gelişimin İşgücü Piyasalarına Etkilerinin Tarihsel Gelişimi

Teknolojik değişim öncesi üretim yapılarına bakıldığında yapılan işler ve işleri yapan kişiler arasında tam bir aidiyet ilişkisi olduğu anlaşılmaktadır. İnsanlar ve yapılan işler arasındaki karşılıklı tamamlayıcı ilişki teknolojik değişimle beraber zayıflamıştır. Teknolojik değişim sanayi devrimiyle beraber, işgücünü etkilenmiştir. İnsan ve iş arasındaki tamamlayıcı ilişkinin zayıflamaya başladığı bu dönemde, üretim tekniklerinde meydana gelen mekanikleşme sürecinin buna yol açtığı düşünülmektedir. Bu

mekanikleşme sürecinin insan faaliyetlerinde meydana getirdiği kırılma sosyal ve iktisadi açıdan ilk dönemlerde dramatik sonuçlar doğurmuştur.

Sanayi devrimi ilk dönemlerinde özellikle tekstil sektöründe büyük iş kayıplarına yol açmıştır. Ayrıca, sanayi devrimi süresinde iş kayıplarının oluşacağına yönelik korku sonucu ortaya çıkan luddite hareketi¹², teknolojik gelişmenin işler üzerinde yaratacağı etkiye karşı büyük çaplı ilk tepki olarak gösterilmektedir.

Sanayi devriminden bu yana yeni teknolojilerin gelişmesinin işsizliğe yol açması ekonomik, sosyal ve politik tartışmaları beraberinde getirmiştir. Sanayi devriminden itibaren teknolojik gelişme ve işsizlik üzerine yapılan tartışmalar iki ana kanattan ilerlemektedir. İlki, Ricardo'nun kullandığı kelimelerle -çalışan sınıfın fikri olan- teknolojik değişimlerin işgücü piyasasında iş kaybına yol açacağı korkusudur. Ricardo'ya göre, teknolojik ilerleme işsizlik sayısını arttıracaktır. Bu duruma teknolojik işsizlik adı verilmiştir (Ricardo, 1817). Diğeri ise, akademik ve politik kanadın tamamen savunduğu teknolojik gelişmelerin iş kaybına yol açmayacağı fikridir. İktisat biliminin temelini oluşturan “her arz kendi talebini yaratır” Say Kanunu ile desteklenen bu görüşe göre, işgücü piyasasının arzı yine kendi talebini yaratmakta ve teknolojik değişim süreci bu arz- talep sürecinin tamamına etki etmektedir (Say, 1964).

Teknolojik işsizlik kavramını 1930 yılında ilk kez kullanan Keynes, teknolojik değişimlerin işgücü piyasasına etkilerini incelerken fazlaca kötümser olmamak gerektiğini söylemiştir. İşgücü tasarrufu sağlayan yenilikler, ürün talebinden daha hızlı bir şekilde işgücü verimliliğini artırmakta olduğunu ifade eden Keynes, bazı iş türlerinin orta vadede bu yeniliklerle beraber ortaya çıkacağını ifade etmiştir.

1980'ler den itibaren ise, orta seviyede nitelik gerektiren işlere olan talep, yüksek nitelik ve düşük nitelik gerektiren işlere kıyasla azalmıştır. Diğeri bir çalışmada, iş kutuplaşması denilen bu olgu hakkında sınırlı kanıt bulunmasına rağmen Amerika işgücü piyasasında bu durumu doğrulayan göstergeler olduğu ifade edilmiştir.

¹² 19.yy' ın başlarında İngiltere'de başlayan sanayi devrimiyle birlikte işçi sınıfının işlerini kaybedecekleri korkusuyla özellikle geceleri fabrikalardaki makinelerle zarar vermeleri sonucu oluşana toplumsal eylem mekanizmasıdır. Lideri olduğu düşünülen Ned Ludd' dan ismini almakta olan hareket ilk olarak yün biçme makinelerin parçalanmasıyla başlamıştır.

Kuşkusuz son dönemde artan dijitalleşmeyle beraber diğer teknolojik değişim dönemlerinde olduğundan çok daha fazla yüksek teknolojiye uyum gerektiren yeni mesleklerin ortaya çıkması beklenmektedir. Nitelikli çalışanlara talebin artacağı öngörülmektedir. Ancak dijital dönüşümün işgücü piyasasını nasıl etkileyeceği hala belirsizliğini korumaktadır. Yeni ürün, pazar ve endüstrilerin ortaya çıkışı, istihdamı pozitif etkileyecek unsurlardır. Bununla birlikte, akıllı algoritmalar temelinde geliştirilen yeni teknolojiler işgücü piyasasında yeni bir korku dalgasının oluşmasına yol açmıştır.

2.3.2. Dijital Dönüşümün İşgücü Piyasalarına Etkileri

İşgücü ve istihdam piyasasında dijital dönüşüm sonucu ortaya çıkacak etki literatürde iki ana hatta yoğunlaşmıştır. İlki, iş ve meslek düzeyinde dijitalleşmenin işgücüne etkilerinin değerlendirildiği literatürdür. Diğer ise, beceri ve yetenekler özelinde işgücü piyasasının kabiliyetlerinin ve yeterliliklerinin değerlendirildiği literatür kanadıdır.

Bu bölümde, içinde bulunduğumuz dijital dönüşüm sürecinin işgücü piyasasına etkilerine yönelik yapılan ekonometrik çalışmalar özetlenecektir. Ağırlıklı olarak Dördüncü Sanayi devrimi dönemindeki çalışmaların ele alınmasının nedeni, son dönemde araştırmaların işgücü piyasasının günümüzdeki teknolojik gelişmelerden nasıl etkileneceğine yoğunlaşmış olmasıdır.

2.3.2.1. İşler ve Meslekler Üzerindeki Etkileri

Dijital dönüşüm ile üretimde ve değer yaratmaya yönelik herhangi bir ekonomik faaliyet sürecinde emek girdisinin yeri akıllı algoritmalar ve makine öğrenmesi yoluyla ikame edilecektir. Ancak akıllı algoritmalar benzeri yeni teknolojiler yeni ürün talebini, yeni faaliyet alanlarını ve yeni kavramların getirdiği işleri de yaratma potansiyeline sahiptir. Bu da ek istihdam taleplerine yol açacaktır.

Bu noktada iş ve meslek ayrımının iyi yapılması önem taşımaktadır. Meslek, edindiğimiz eğitimler sonrası kazandığımız kalıcı unvan olarak tanımlanabilirken iş, karşılığında maaş ya da ücret alarak edindiğimiz geçici unvanları oluşturmaktadır.

Dijital dönüşümün bazı meslek kollarına ve işlere olan ihtiyacı bitireceği gerçeği artık genel kabul gören bir gerçektir. Mesleklere ihtiyacın ortadan kalkması ya da başka bir yöne evrilmesi o meslek grubundaki işgücünün durumunu belirsiz hale getirmektedir. Özellikle; finans, muhasebe gibi iş kollarında çalışan ve temel görevi kayıt tutma olan işlerin dijital dönüşümden ilk ve en çok etkilenecek iş alanları olduğu anlaşılmaktadır. Bilgi teknolojilerin alanında olan kodlama, veri madenciliği ve analizi gibi nispeten yüksek kabiliyet gerektiren iş alanlarının ise geleceğin meslekleri olduğu düşünülmektedir.

İyimser bakış açısına göre teknolojik ilerlemeler yeni istihdam alanları yaratarak işsizlik oranları üzerinde olumsuz bir etki yaratmayacaktır. Bu duruma dünyadaki teknoloji yoğun üretimin en yüksek olduğu ülkelerden birisi olan Japonya'daki düşük işsizlik oranları örnek gösterilir. Karamsar bakış açısına göre, teknolojik ilerlemeler nedeniyle işletme sahipleri emek ve sermaye oranının en ucuz olduğu durumu benimsemektedir. Bu durum da zamanla emeğe olan talebin azalmasına neden olacaktır. Dengeleyici bakış açısına sahip olanlara göre ise, teknolojik ilerlemeler kullanıcının teknolojiyi kullanım amacına göre farklı etkiler gösterebilir. Bu nedenle kesin bir kanıya ulaşılamaz. Teknolojik ilerlemelerin istihdam oranları üzerindeki farklı yansımalarına bir çözüm üretilebilmesi için ise mevcut durum analizleri ile gelecek dönem öngörülerinin doğru bir şekilde yapılması gerekmektedir. Bu amaçla yürütülen pek çok çalışma bulunmaktadır. Dünya Ekonomik Forumu hesaplamalarına göre 2030 yılına kadar teknolojik ilerlemelerden kaynaklı iş kayıplarının 2 milyondan 2 milyara kadar değişim gösterebileceğini belirtmektedir. Yine benzer şekilde dijitalleşmenin istihdam artışı üzerinde itici bir güç de olabileceği düşünülmektedir. Örneğin Hindistan'da üretilen her dört işten üçünün bilgi iletişim teknolojilerinden ve iş süreçlerinin iyileştirilmesinden kaynaklandığı ortaya koyulmuştur. Ayrıca bugünün çocuklarının yüzde 65'inin henüz keşfedilmemiş işlerde çalışacağı tahmin edilmektedir. ABD'de 2000-2008 yılları arasında yapılan araştırmalara göre toplamda 5,8 milyon insan işini kaybetmiştir ve bu kayıpların yüzde sekseni doğrudan ya da dolaylı olarak teknolojik ilerlemelerden kaynaklanmaktadır (Accenture, 2016).

İşler ve meslekler üzerine yapılan araştırmalar farklı görüşlerin çerçevesinde ilerlemektedir.

Frey ve Osborne (2013) ABD için çalışmada, işlerin dijitalleşmeye ne kadar duyarlı olduğunu incelemiştir. Analizde, 702 mesleğin bilgisayarlaşma olasılığı incelenmiştir. Ücret ve eğitim durumu ile işlerin dijitalleşmesi olasılığı arasında güçlü negatif bir ilişki tespit edilmiştir. Bir çalışanın eğitim seviyesi ne kadar yüksekse dijitalleşme sürecinde yaşanması muhtemel bir iş kaybı riskinin o kadar düşük olduğu iddia edilmiştir. Çalışmaya göre, dijitalleşme asıl olarak düşük yetenek ve düşük ücretli işler açısından tehlike yaratacaktır. Bu nedenle, iş kutuplaşması söz konusu değildir. Çalışmada, ABD'deki istihdamın dijitalleşme sürecinde yüzde 47'sinin tehlikede olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Ancak bunun 10 yıl içinde mi yoksa 20 yıl içinde mi gerçekleşeceği belli değildir. Çalışmadan, dijital çağda işlerdeki meydana gelen bu olumsuzlukların ancak ve ancak kapsayıcı büyümeye yönelik politikalarla önlenebileceği sonucu çıkmaktadır.

Bowles (2014) çalışmasında AB emek piyasasını incelemiştir. Çalışmada, AB ekonomisindeki işlerin yüzde 54'ünün bilgisayarlaşma riski altında olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Bu da AB işgücü piyasasının dijital dönüşüm kaynaklı yüksek bir risk altında olduğuna işaret etmektedir.

Goss, Manning ve Salomons (2014) çalışmasının sonucuna göre, dijital teknolojik gelişmelerden etkilenecek meslek grupları çoğunlukla rutin işlerden oluşan meslek gruplarıdır. Düşük yetenek gerektiren işlerde çalışan insanların işleri dijital teknolojilerin gelişmesiyle beraber tehlike altına girmiştir. Bu tip işler teknolojik yenilik sonrası yok olacaktır.

Acemoglu ve Restrepo (2017) çalışmasında, ABD ekonomisinin dijitalleşmeden kaynaklı iş kayıplarının ciddi boyutlarda olacağı tahmin edilmektedir. Bu gelişmelerin işgücü piyasasını hızlı ve negatif etkileyeceği öngörülmektedir. Dijitalleşme iki ana yolla istihdamı etkileyecektir. İlki, gözle görülür performansıyla direk olarak insanları işlerinden edebilecektir. Buna yerini alma etkisi denilmektedir. İkinci ise, işler için emek talebi ya da iş sayısı artacak ya da teknolojik gelişim sürecinin sonucu robotlaşma yaşanabilir.

Diğer bir görüşe göre ise, teknolojik gelişmelerin iş kayıplarına yol açacak olmasıdır. Ancak aynı zamanda da yeni iş, yeni ürün, yeni faaliyet alanları oluşmasına

neden olarak da işgücü talebinin artmasına neden olacaktır. Bu görüşü savunan çalışmalar aşağıda özetlenmektedir.

Autor (2015) ve Bessen (2016) çalışmalarında, tarihsel açıdan bakıldığında otomasyon yok ettiği iş sayısından daha fazla sayıda ve daha iyi ücretle yeni iş imkanları ortaya çıkarmaktadır. Robotların kıyamet etkisi düşüncesi hem değişen talep ilişkilerini hem de mesleklerin değişim süreçlerini göz ardı etmektedir. Şirketler otomasyonu zaten ürettikleri bir malı daha ucuza üretmek için kullanmazlar. Bunun yerine, üretimde otomasyon ihtiyacı gerektiren tamamen yeni bir mal üretmenin yolu aranmaktadır. Otomasyonun sadece iş kayıplarına yol açacağına odaklanmak otomasyondan etkilenen emek talebinin tüm ekonomiye etkisini kaçırmaya neden olur. Çalışmaya göre, işçilerin benzersiz bir şekilde tedarik ettiği işlerin değerinin artacağı öngörülmektedir.

Bessen (2017) çalışmasında, eğer üretim talebi yeterince esnek olursa, verimlilik ve teknoloji artışının endüstriyel istihdamı arttırabileceği sonucuna ulaşılmıştır. Özellikle imalat sanayine yönelik ampirik veriler istihdam büyümesi ve dijital gelişmelerin birlikte ilerlediğini göstermektedir. Dijitalleşme, üretim süreçlerinde ihtiyaç duyulan emeği azaltacaktır ancak rekabetçi sektörlerde fiyatları düşürecektir. Talebin fiyat esnekliği birden büyük olduğu durumda, talep artışı teknolojinin emek tasarrufu etkisinden fazla olacaktır. Bu nedenle, talebin gücünü anlamak, teknolojik değişimlerin istihdamı azaltıp azaltmayacağını anlamanın anahtarıdır. Çalışmadan çıkarılan ana sonuç; talep ne kadar yüksek olursa o kadar hızlı istihdam artışına yol açacaktır. Ayrıca, dijitalleşmenin potansiyel sektörlerle yayılma etkisinin görmezden gelinemeyeceği ifade edilmiştir. Oto regresyon (AR) analiziyle yapılan ampirik modelde dijitalleşmenin emek piyasasına etkilerinin sadece yıkıcı olmayacağını aynı zamanda ekonominin diğer kısımlarına intibak edeceği iddia edilmektedir.

Fossen ve Sorgner (2018) çalışmasına göre, uzun dönemde dijitalleşmenin ve yeni makinelerin daha iyi işlerin ortaya çıkmasını sağlayacağı iddia edilmektedir. Yeni makineler sayesinde daha tatmin edici ve üretici işlerin ortaya çıkması hayat standartlarını da yükseltecektir.

Gregory, Salomons, ve Zierahn (2016) çalışmasın 27 Avrupa ülkesi için yapılmış ve rutin olarak yer değiştiren dijitalleşmenin (RRTC) işgücü talebi üzerine etkileri araştırılmıştır. 1999-2010 arası verileri kullanılarak tahmin edilen modelde, RRTC'nin

işgücü talebine etkisinin pozitif olduğu sonucuna ulaşılmıştır. İlgili yıllar arasındaki istihdam artış miktarı 23 milyon civarıyken bunun 11.6 milyonu RRTC'den kaynaklanmaktadır. Aslında RRTC yaklaşık 9.6 milyon istihdamın teknolojiyle yer değiştirmesine yol açmıştır. Ancak iş yaratma etkisi ve yayılma etkisi daha güçlü gerçekleşmiştir. Dijitalleşmenin işgücü piyasasına etkileri araştırılırken özellikle ürün talebine olan etki ve dijitalleşmenin yayılma etkisinin göz ardı edilmemesi gerektiği ifade edilmiştir.

Üçüncü bir görüş ise, iki etkinin dengeli ilerleyeceğini savunmaktadır. Mevcut işlerin bazıları önümüzdeki yıllarda yok olacaktır. Bazıları ise ortaya çıkacaktır. Bu görüşe göre ekonomik açıdan diğer sanayi devrimlerinde olanlar tekrar yaşanacak ve ekonomi kendi dengesini bulacaktır.

Wolter, Mönnig, Hummel, Weber, Zika, Helmrich, Maier ve Neuber-Pohl (2015) Almanya için yaptıkları çalışmalarında, çeşitli senaryolarla dijital teknolojik gelişmelerin işgücü piyasasına etkileri tahmin edilmeye çalışılmıştır. Senaryo 1'de dijitalleştirilmiş dünyada, mevcut olan işlerden 1.5 milyonunun 2025'te yok olacağı öngörülmektedir. Öte yandan, şimdi var olmayan ancak 2025 yılında ortaya çıkacak olan 1.5 milyon yeni işin ortaya çıkacağı tahmin edilmektedir. Yani, dijitalleşme işgücü piyasasında ne bir felakete ne de bir refaha yol açacaktır. İş kayıpları iş kazanımlarını dengeleyecektir. Çalışmaya göre, dijitalleşme sonucu imalat sanayi gibi sektörler önemini yitirirken “eğitim, bilgi ve iletişim teknolojileri” gibi sektörler önem kazanacaktır. Çünkü, imalat sanayindeki meslekler daha çok rutin ve bilgisayarlaşmaya yatkındır. Ancak bilişim teknolojilerinden gelecekte ne talep edileceği konusunda uçsuz bucaksız bir tahmin havuzu oluşmaya başlamıştır.

Arntz, Gregory ve Zierahn (2016) alışmasında, OECD ülkeleri ele alınmıştır. Çalışmaya göre, teknolojik gelişmelerin işleri yok edeceği korkusu yeni değildir. Hatta 19.yy'ın başlarında luddites yıkımı kavramı buna güçlü bir örnektir. Ancak bu korkunun gerçekleşme olasılığı sanıldığının aksine düşüktür. Bu nedenle, Frey ve Osborne (2013) makalesindeki risklerin abartılı tahmin edildiği ifade edilmiştir. Çalışmaya göre, mesleklerin sadece yüzde 9'u risk altındadır. Çalışmanın sonucu olarak dijitalleşmenin işgücü piyasası ya da meslekler üzerinde yıkıma yol açmasının kaçınılmaz olduğu ifade edilmiştir. Ancak, düşük nitelik gerektiren işlerde çalışanların işlerinin dijitalleşmesi,

yüksek nitelik gerektiren işlere göre daha yüksektir. Frey ve Osborne (2013) makalesinin aksine işlerin değil mesleklerin otomasyon tehdidi altında olduğu vurgusu yapılmıştır.

Autor ve Salomons (2017) çalışmalarında, endüstrilerde verimlilik artışı kaynaklı negatif istihdam etkilerinin, teknolojik gelişimin yayılma etkisiyle beraber dengeleneceğini ifade etmişlerdir. Bu nedenle toplam istihdam talebi dengeli bir seyir izleyecektir.

Dauth, Findeisen, Südekum ve Wößner (2017) Almanya için yaptığı çalışmada, bölgesel bir ampirik modelle Alman işgücü piyasası incelenmiştir. Ancak teknolojik gelişmenin Alman işgücü piyasasına yönelik herhangi bir negatif etkisi gözlemlenememiştir. Dijitalleşmenin Alman imalat sanayi istihdamına negatif bir etki yaratacağı aşıkardır. Ancak imalat olmayan sektörlerdeki güçlü ve pozitif bir yayılma etkisi meydana gelecek ve sonuç olarak bu yayılma etkisi negatif etkinin üstüne çıkacaktır. Çalışmada robotların, Almanya'daki işlerin büyük bir bölümünü yok edebileceğine yönelik herhangi bir kanıt bulunmamaktadır. Çalışmada imalat sanayi sektörü özelinde her bir ilave robotun kabaca iki istihdam kaybına yol açacağı sonucuna ulaşılmıştır. Bu Almanya imalat sanayinde 1994-2014 arasında, toplam 275.000 iş kaybına yol açmıştır. Ancak bu iş kayıpları servis sektöründe yaşanan ilave iş yaratımlarıyla telafi edilmiştir.

2.3.2.2. Beceri ve Yetenekler Üzerindeki Etkileri

Dijital dönüşümün bireylerin beceri ve yetenek kabiliyetlerine etkileri, işler ve mesleklere kıyasla daha belirsiz bir durumdadır. Bazı çalışmalar yüksek kabiliyet gerektiren işlerin iş kayıplarından en az etkilenecek bireyler olduğunu ifade etmektedir. Bu çalışmalara göre, düşük beceri seviyesindeki bireyler işlerini kaybetmemek için beceri ve yetenek kabiliyetlerini arttırmalıdır.

Graetz ve Michaels (2015) çalışması endüstriyel robot verileriyle çalışma yapan ilk makale olma özelliği taşımaktadır. Çalışmada, 17 ülke robot verilerinden yararlanılmış ve 1993-2007 yılları arasında işçi başına düşen saatlik robot kullanım artışının yıllık emek verimliliğinde 0,37 civarında verimlilik artışına yol açacağı iddia edilmiştir. Çalışmanın sonucunda, dijital teknolojilerin istihdam piyasasında kutuplaşmaya yol açmayacağı sonucuna varılmıştır. Dijitalleşme orta ve yüksek vasıflı

işlerden ziyade düşük vasıflı işleri etkilemektedir. Robotlaşma, toplam faktör verimliliğini ve ortalama ücretleri pozitif yönde etkilemektedir.

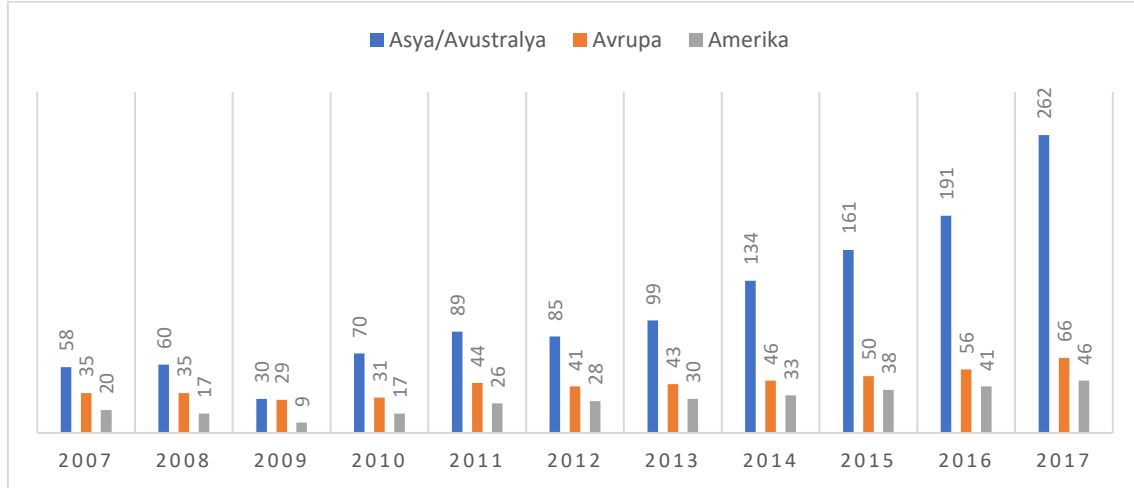
The Institute for Employment Research (2017) ise, beyaz yakalı ve mavi yakalı olarak tanımladığımız işlerin her iki kısmının da potansiyel olarak iş kayıplarından etkileneceğini iddia etmektedir. Bu kayıplar her iki yetenek grubu için de eşit seviyede gerçekleşecektir.

Hutter ve Weber (2017) çalışmasında ise, Almanya için, eşitsizlik ve beceri temelli teknik değişimin (SBTC) ekonomiye ve işgücü piyasasına etkileri araştırılmıştır. Çalışmada dijitalleşmenin işgücü piyasasında yüksek yeteneklere ve becerilere duyulan ihtiyacı arttıracığı tespitinde bulunulmuştur. Teknolojik değişim büyük oranda yüksek becerili çalışanlara bağlı olduğu sürece istihdam piyasasında negatif bir risk doğurmaktadır. Bu kalifikasyonun ve teknolojik gelişmeye uyumun arttırılmasının anahtar rolünü vurgulamaktadır.

Diğer çalışmalarda yüksek becerili bireylerin akıllı algoritmaların asıl rakipleri olduğunu iddia etmektedir. Bunun asıl nedeni ise gelecek işlerin otomasyonun bir üst aşaması olduğunun düşünülmesidir. Örnek vermek gerekirse, endüstriyel robotlar zaten 1980’li yıllardaki otomasyon sürecinde rutin görevlere sahip çalışanların işlerini ellerinden almıştır. Şimdi ise akıllı algoritmalara sahip robotlar teknisyen ve mühendislik gerektiren yüksek becerili çalışanların ikamesi olarak görülmektedir.

Robotlaşma oranlarındaki artışın işgücü piyasalarına etkisi incelenirken, robotların sayısının, hangi sektörde ve hangi ülkelerde daha fazla kullanıldığının da ayrıca incelenmesi önem arz etmektedir. Yapılan araştırmalara göre genelde işgücünün daha kıt olduğu ve nüfusun daha yaşlı olduğu ülkelerde robotlaşma oranlarının da yüksek olduğu ortaya çıkmaktadır. Ayrıca robotlar en fazla otomotiv, elektronik, kimya ve makine teçhizat sanayilerinde kullanılmaktadır. Uluslararası Robotik Federasyonu’nun (IFR) tahminlerine göre endüstriyel robotların sayısı dünyada her yıl yüzde 14 oranında artmakta ve 2020 yılında dünya genelinde 3 milyona ulaşması beklenmektedir. 2012-2017 yılları arasında robot satışlarının ortalama yıllık artış hızı yüzde 19’dur. 2017 yılında ise aktif endüstriyel robot sayısı yaklaşık olarak 2 milyondur.

Grafik 2.1: Bölgelere Göre Robot Satış Miktarları (Bin, Adet)



Kaynak: (IFR, 2018)

Grafik 2.1’de ayrıntılı şekilde belirtildiği üzere, Asya/Avustralya bölgesinde yıllık robot satışları dünyanın diğer bölgelerine oranla daha fazladır. 2009 yılındaki küresel ekonomik krizin etkisiyle azalan robot satışları hariç tutulduğunda, sadece Asya/Avustralya bölgesinde değil, diğer tüm bölgelerde de son on yılda robot satışlarının sürekli olarak arttığı görülmektedir. 2017 yılında Asya/Avustralya bölgesinde 262 bin adet robot satışı yapılmışken Avrupa’da bu sayı 66 bin, Amerika’da ise 46 bin seviyesindedir. Çin, 2013 yılından robot satışı açısından tüm dünyadan daha üstün durumdadır.

Brynjolfsson ve McAfee (2012) çalışmasında, büyük verilere yönelik algoritmaların şu anda hızla yayılmakta olduğunu ve bunun rutin görevlere dayalı istihdamı büyük oranda etkileyeceğini iddia etmektedir. Ancak algoritmalar sadece rutin görevlerle sınırlı kalmayacaktır. Bu tip algoritmalar, örüntü tanıma ve çok çeşitli rutin olmayan bilişsel görevlerde de emeğin yerini alma potansiyeline sahiptir. Çalışmanın ampirik bulgularında, teknolojik ilerlemenin insanla yarışında pek çok insanın geride kalabileceği sonucuna ulaşılmıştır. Bunun nedeni yapılan işlerde, dijital teknolojilerin insanlardan daha iyi bir iş çıkarmasıdır. Dijital teknolojiler Birinci sanayi devriminde buharlı makinelerin insan kas gücüne yaptıklarını, şimdi insan beyni için tekrarlamaktadır.

Beaudty ve Green (2013) çalışmasında, üniversitelerden mezun kişi sayısı sektörün talep ettiği düzeyden önemli ölçüde fazladır. Bulutlar ve büyük veride meydana gelen ilerleme yoluyla geliştirilen yapay zekâ (AI) teknolojisinin kapasitesi, beyaz yakalı

işlerin otomasyonlaşması açısından önemlidir. Teknoloji ve yetenekler birbirinin yerini alabilen kavramlardır ve hatta akıllı makineler, doktorluk, avukatlık, profesörlük ve gazetecilik gibi mesleklerde eğitilmiş insanların yerini alacaktır. Yeteneğe talep düştükçe, yetenekli ve yeteneği olmayan insanların arasındaki maaş farkı da düşecektir.

Ford (2015) çalışmasında, uzun dönemde, AI'de gerçekleşen gelişmeler büyük oranda, yetenek gerektiren işleri etkileyecektir. Bu nedenle, daha fazla eğitim ve yetenek artımı gelecekte işlerin otomasyonlaşmasından korunma sağlamayacaktır. Bilgisayarlar, özellikle büyük miktarda eğitim verisinin sahip oldukları için beceri kazanmada yetkinleşmiştir. Ayrıca teknolojinin gelişme hızı da iş kayıplarının boyutunu etkilemede önemli bir göstergedir. Dijital teknolojilerin gelişim hızı ne kadar yüksek olursa, işsizliğe yol açma ihtimali o kadar mümkün olacaktır.

Üçüncü bir görüş ise, beceri ve yetenek açısından tehlike altında olanların orta beceri seviyesi olduğunu iddia etmektedir. Bu görüşe göre, düşük beceri seviyesindeki bireyler akıllı algoritmalarla daha ucuz ve maliyet kalemi açısından daha küçük kaldığı için kısa ve orta vadede ikame gerçekleşmeyecek ve hayatta kalabilecekleri ücret seviyesinde yaşamaya devam edeceklerdir. Yüksek becerili bireyler ise hem verimlilik artışı hem de ücret artışı yaşayarak refahlarını bir üst seviyeye taşıyacaklardır. Orta becerili bireylerin ise, dijital teknolojik gelişmelerinin işgücü piyasasını etkileyecek asıl iş sahipleri olduğu iddia edilmiştir. Görüş orta beceri işlerin yok olmasıyla bu süreçte becerilerini geliştirebilecek bireylerin üst gruba geçeceğini, becerilerini geliştiremeyen bireylerin ise düşük gelir ve beceri seviyesine sahip gruba kayacağını öngörmektedir. Bu tam olarak iş kutuplaşmasını¹³ ifade etmektedir.

Dünya Ekonomik Forumu tarafından gerçekleştirilen anket çalışmasına göre, teknolojik ilerlemelerle birlikte 2022 yılında şu anki durumuna göre yapısında değişiklik beklenmeyen, yok olmaya başlayan ve yeni ortaya çıkması ve yaygınlaşması beklenen iş türleri Tablo 2.1'de detaylı şekilde belirtilmektedir. Söz konusu çalışmada da yukarıdaki açıklamalara benzer şekilde rutin, orta seviyede yetenek gerektiren, beyaz yakalı çalışan işlerinin kaybolmaya başlayacağı öngörülmektedir (World Economic Forum, 2018).

¹³ İşlerin daha çok yüksek ve düşük vasıflı işlere yönelik bir kayma yaşamasıdır. İş kutuplaşması kavramı orta vasıflı işlerin azalacağına işaret etmektedir.

Tablo 2-1: İşlerin 2022 Yılındaki Durumuna İlişkin Öngörüler

Yapısı Değişmeyen İşler	Yeni Ortaya Çıkan/Yaygınlaşan İşler	Kaybolmaya Başlayan İşler
Yönetici müdürler	Yazılım ve uygulama geliştiricileri ve analistleri	Veri girişi görevlileri
Genel müdürler	Süreç yönetim danışmanları	Muhasebeciler
Veri analistleri	E-ticaret / sosyal medya uzmanları	Denetçiler
Satış ve pazarlama uzmanları	Kullanıcı tecrübesi ve insan-makine etkileşimi uzmanları	Genel yönetim sekreterleri
İnsan kaynakları uzmanı	Robotik mühendisleri	Postacılar
Finans ve yatırım danışmanları	Dijital pazarlama ve dönüşüm uzmanları	Finansal analistler
Veri tabanı ve ağ uzmanları	İnsan ve kültür uzmanları	İstatistikçiler
Arz zinciri ve lojistik uzmanları	Bilgi güvenliği analistleri	Kasiyerler
Risk yönetim uzmanları		Gişe görevlileri
Yönetim ve organizasyon analistleri		Makine tamircileri
Elektronik mühendisleri		Tır, motosiklet, otobüs şoförleri
Üniversite ve yükseköğretim öğretmenleri		Kapıdan kapıya satış görevlileri
Enerji ve petrol mühendisleri		Gazete dağıtıcıları
		Avukatlar

Kaynak: World Economic Forum, 2018

Autor, Levy ve Murnane (2003), ABD için yaptıkları çalışmada tarihsel açıdan bilgisayarlaşmanın daha çok kurallara dayalı rutin görevlerle sınırlı kaldığı sonucuna ulaşmıştır. Çalışmada sektör, meslek ve eğitim gruplarına bakıldığında, bilgisayarlaşmanın manuel ve rutin görevleri için iş talebini azalttığı ve rutin olmayan görevlerin iş talebini arttırdığı sonucuna ulaşılmıştır. Yeni teknolojik gelişmeler ve dijitalleşme bazı durumlarda ortalama eğitim seviyesindeki işgücüne ihtiyaç duyulmamasından kaynaklanan iş kutuplaşmalarıyla ilişkilendirilmektedir.

Goos ve Manning (2007) çalışmasında, dijital teknolojilerin rutin olmayan-bilişsel yetenekli ve yüksek ücretli işlere ve rutin olmayan-manuel becerili ve düşük ücretli işlere olan talebi arttıracığı tahmininde bulunulmuştur. Aynı zamanda, rutin-bilişsel yetenekli ve orta yetenek gerektiren işlere olan talebin düşeceği iddia edilmektedir. Yazarlar bu sürece iş kutuplaşması adını vermekte ve iş kutuplaşmasının

ABD, İngiltere ve bazı Avrupa ülkelerinde şimdiden görülmeye başlandığını ifade etmektedir.

Michaels, Natraj ve Van Reenen (2014) tarafından 11 OECD ülkesi için yapılan çalışmada, teknolojik değişim süreçlerinin bilgi ve beceri düzeylerinde değişime ihtiyaç duyup duymadığı analiz edilmektedir. Yeni teknolojiler rutin olmayan bilişsel görevlerin yerini alabilmektedir. Ancak rutin olan manuel işler (temizlik işçiliği, çocuk bakıcılığı vb.) hala belirsizliğini korumaktadır. Dijitalleşen teknolojiler banka memurluğu gibi rutin olan bilişsel işlerde ise, talebi zayıflatmaktadır. Çalışmada 11 yıllık veriler kullanılarak, teknolojik değişimlerin iş kutuplaşmasına katkı sağladığı sonucuna ulaşılmıştır. Bilgi ve iletişim teknolojileri, yüksek eğitim ve beceriye sahip çalışanlara olan talebin en hızlı arttığı ve orta eğitilmiş ve becerili çalışanlara talebin en hızlı düştüğü sektörler olarak tanımlanabilmektedir.

Chiacchio, Petropoulos ve Pichler (2018) tarafından Finlandiya, İtalya, Almanya, İsveç, Fransa ve İspanya için yapılan çalışmada, orta eğitim seviyesi gerektiren işlerin dijitalleşme sürecinden daha çok etkileneceği tespit edilmiştir. Aynı zamanda, Acemoğlu ve Restrepo (2017) çalışmasından ABD için bahsedilen ciddi iş kaybının, çalışmada konu olan ülkelerdeki işgücü politikalarının da etkisiyle daha az yaşanacağı tahmin edilmektedir.

2.4. Bölüm Değerlendirmesi

Teknolojik gelişimin değişkenler üzerindeki etkisinin değerlendirilmesi, ekonomik yaşamın bir bütün olarak teknolojik değişimin önlenemez gelişiminden nasıl etkileneceğinin tahmin edilmesi açısından önem taşımaktadır. Teknolojik gelişme, büyüme ve ekonomik gelişmenin ana belirleyicilerinden biridir. Teknolojik gelişmenin büyümeye sağladığı pozitif fayda ekonomik gelişme, sanayileşme, verimlilik artışı için oldukça önemlidir. Aynı zamanda, her teknolojik gelişme süreci kendi içinde dinamik bir yapı sergilemektedir. Teknolojik değişimin bu dinamik yönü, ekonominin makro büyüklüklerini ne şekilde etkileyeceğine ilişkin tartışmaları da beraberinde getirmektedir. Ekonomik ve sosyal yapıdaki değişimleri etkileyen bu tartışmalar, teknolojik gelişmenin bazı noktalarda desteklenmesi ve bazı noktalarda yönlendirilmesi açısından önem taşımaktadır.

Teknolojik değişimlerden kaynaklı verimlilik ve büyümede geçekleşen artışların toplumun tüm kesimleri tarafından ortak bölüşülmesi gelecek yüzyılın en önemli sorun alanlarından biridir. Küresel ve ulusal düzeyde meydana gelecek gelişmelerin iyi takip edilmesi, teknolojik gelişmelerin ülke ekonomisine faydalı olacak biçimde benimsenip kullanılması ve özel sektöre yol gösterici bir pozisyon benimsenmesi gibi önemli görevlere sahip olan devlet, uygulamaya koyduğu dijitalleşme politikalarıyla önemli ölçüde verimlilik ve refah artışına yönelik düzenlemeler yapmalıdır. Ancak bunu yaparken aynı zamanda, oluşacak refah ve verimlilik artışının dağılımına yönelik vatandaşlarının faydasını gözetmelidir.



3. TÜRKİYE İŞGÜCÜ PİYASASI MEVCUT DURUM ve BEVERİDGE EĞRİSİ ANALİZİ

Türkiye için işgücü piyasası durum analizi yapılırken işgücü, istihdam ve işsizlik gibi işgücü piyasası açısından temel olan kavramlar ve alt kırımları kullanılacaktır. TÜİK tarafından açıklanan Hane Halkı İşgücü İstatistikleri (HİA) Türkiye işgücü piyasası açısından temel veri seti olarak kabul edilmektedir. HİA verilerine 1988 yılından itibaren ulaşılmakla birlikte, ankette 2004 ve 2014 yılında yapılan iki önemli güncelleme yapılarak veriler revize edilmiştir. Bu çalışmada, Türkiye işgücü piyasasının analizi yapılırken 2004-2020 dönemi Türkiye işgücü piyasasının durum değerlendirmesi yapılacaktır.

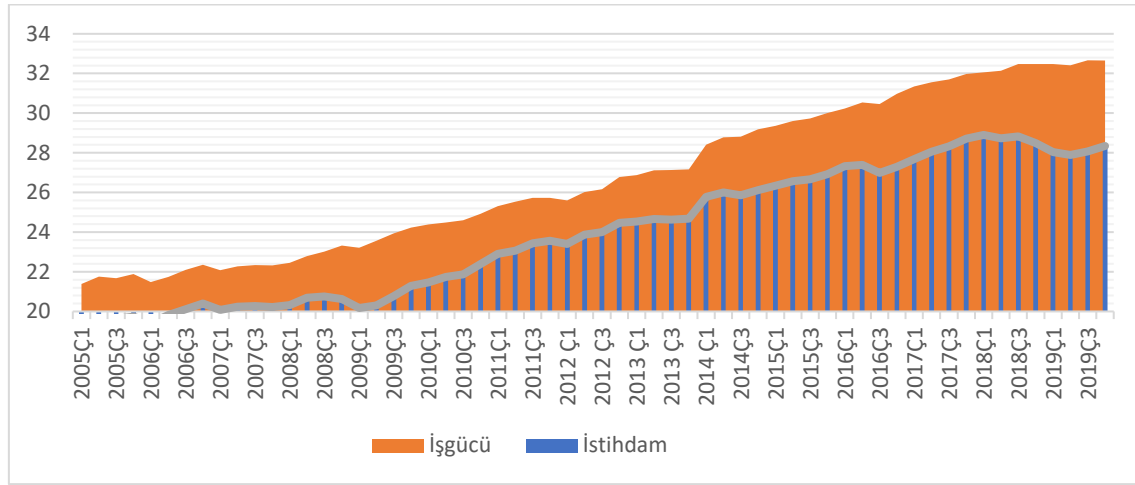
3.1. İşgücü Piyasasının Özellikleri

Kurumsal olmayan nüfus içinde çalışabilir durumda olanları gösteren işgücüne katılım oranı aynı zamanda, çalışmaya istekli olan potansiyel istihdamı yansıtmaktadır. Eğitim, cinsiyet, yaş grupları açısından karmaşık bir yapı sergileyen işgücüne katılım durumu nüfus yapısındaki gelişmelerden en çok etkilenen işgücü piyasası göstergesi olması açısından önem taşımaktadır.

İşgücü piyasasının 2005 yılından itibaren seyri izlendiğinde, ülkemizde genç dinamik nüfusun varlığının da etkisiyle işgücüne katılımın her dönem arttığı gözlemlenmektedir.

2005- 2019 yılları arasında yaklaşık 11 milyon kişi artan işgücü miktarını yaklaşık 9 milyon kişi artan istihdam miktarı takip etmiştir (Grafik 3.1).

Grafik 3.1: İşgücü ve İstihdam, Çeyreklik, Milyon Kişi (MA)

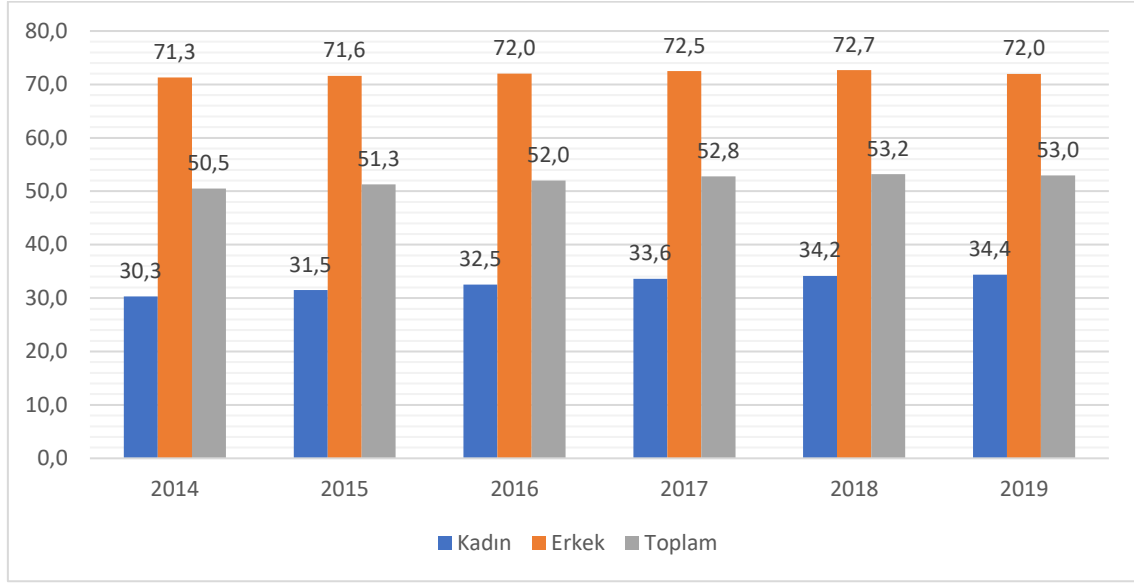


Kaynak: TÜİK, Hanehalkı İşgücü Anketi

2015 yılından itibaren ılımlı bir artış eğilimi sergileyen işgücüne katılım oranında, 2012 yılının son çeyreğiyle birlikte ciddi artışlar gözlemlenmiştir. 2013 yılının Kasım ayına kadar yüzde 47-48 bandında seyreden oran, bu dönemden sonra işgücü istatistiklerinde yaşanan revizyonun da etkisiyle ciddi bir zıplama yaşamıştır. 2005 yılında, çalışma çağındaki nüfus içinde işgücünde olanlar yüzde 44,9 iken 2018 yılında bu oran 8,4 puan artarak yüzde 53,2 olarak gerçekleşmiştir. 2019 yılının Aralık ayı itibarıyla ise bu oran yüzde 52,4 olarak gerçekleşmiştir.

2012- 2019 yılları arasında işgücüne katılım oranında yıllık ortalama 1 puanlık artışlar yaşamıştır. Mevsim etkilerinden arındırılmış işgücüne katılım oranı ise, 2019 yılı Aralık ayında yüzde 51,8 olarak gerçekleşmiştir. Uygulanan teşvikler ve eğitim politikalarının da etkisiyle işgücüne katılım oranı artmaya devam etmektedir. İşgücüne katılım oranında son yıllarda gözlemlenen artışların büyük oranda kadın ve gençlerin işgücüne katılımlarından kaynaklandığı düşünülmektedir. Ayrıca, eğitim seviyesinde ve kentsel nüfusta meydana gelen artışlar da işgücüne katılım oranındaki artış eğiliminin devam etmesine pozitif katkı sağlamaktadır.

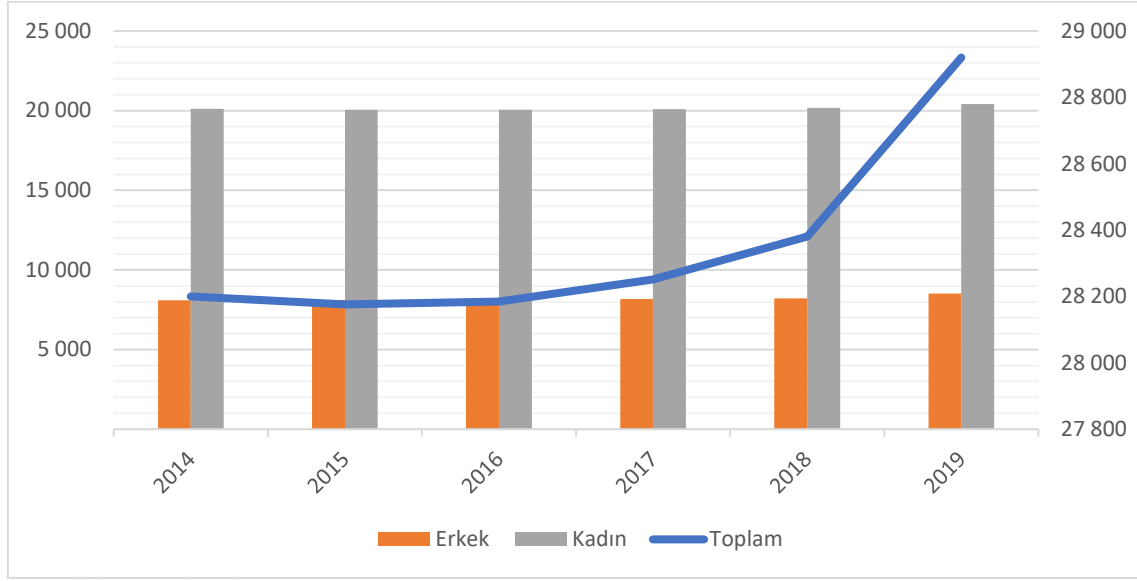
Grafik 3.2: Cinsiyetlere Göre İşgücüne Katılım Oranı, %



Kaynak: TÜİK

İşgücüne katılım oranı cinsiyet bazlı değerlendirildiğinde 2019 yılında yüzde 34,4 olan kadın işgücüne katılım oranına karşın erkekler için aynı yılda oran yüzde 72,0 olarak gerçekleşmiştir (Grafik 3.2). Bu oranların da gösterdiği gibi Türkiye işgücü piyasasında cinsiyet bazlı işgücüne katılımı büyük farklar göstermektedir. Bunun nedeni hakkında yorum yapmak için mikro veriye bakıldığında, anket sonuçlarına göre, 2019 yılında kadınlara işgücüne katılmama nedenleri sorulduğunda yüzde 55,7'si ev işleriyle meşgul olma yanıtını vermiştir Türkiye işgücü piyasasında kadınların işgücüne katılımlarındaki en önemli engel ev işleri konusunda kadın hakimiyetinin baskın olmasıdır. Kalkınma hızlandırma ve büyüme potansiyelini artırma amaçları doğrultusunda kadınların işgücüne katılımı büyük önem arz etmektedir. Bunun teşviki için ise, istihdam teşvik politikalarının ve eğitim faaliyetlerinin artırılması gerekmektedir (Grafik 3.3).

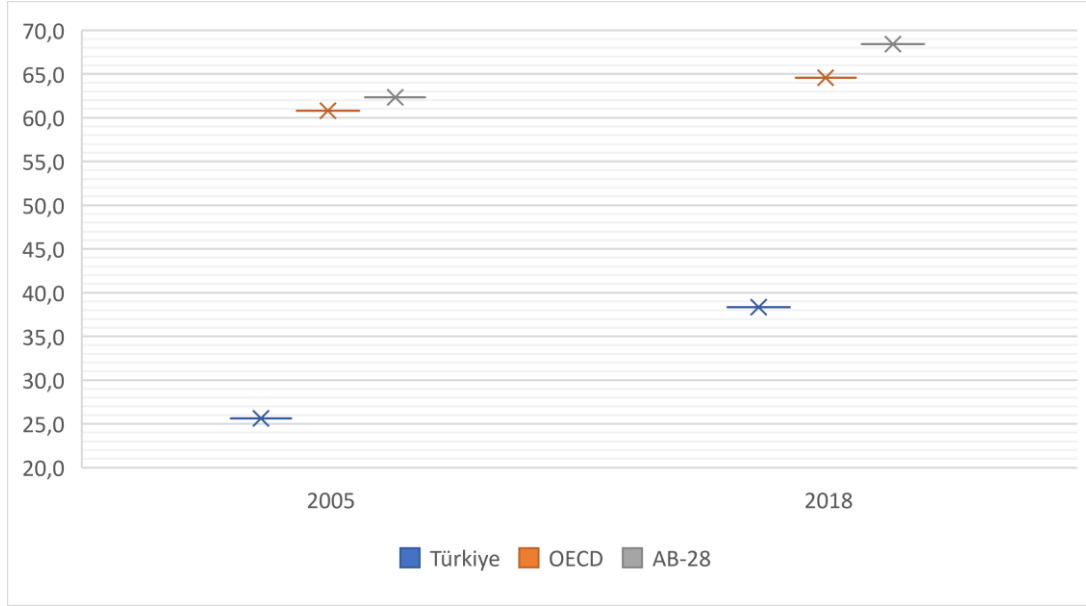
Grafik 3.3: Cinsiyetlere Göre İşgücüne Dahil Olmama Durumu, Bin Kişi



Kaynak: TÜİK

Türkiye'nin kadın işgücüne katılımındaki ciddi sorunu görmek açısından OECD ve AB kadın işgücüne katılım oranlarıyla karşılaştırmak sağlıklı olacaktır. Kadın işgücüne katılım oranı açısından Türkiye OECD ülkelerinden negatif olarak ayrılmaktadır. Türkiye'de 15-64 yaş arası kadınların işgücü katılımı 2019 yılında yüzde 34,2 olarak gerçekleşmiş ve bu oran da OECD ortalaması olan yüzde 64,6 ve AB ortalaması olan yüzde 68,4 oranının bir hayli altında kalmaktadır (Grafik 3.4). Türkiye işgücü piyasasında kadın işgücüne katılım oranını arttırılması ve kadının üretim süreçlerine dahil edilmesi büyük önem arz etmektedir. 2005-2018 yılları arasında OECD ülkelerinin kadın işgücüne katılım oranlarının farkına bakıldığında, 2005 yılında yüzde 25,2 olan kadın işgücüne katılım oranının 2018 yılına gelindiğinde 13,1 puan artarak yüzde 38,3 düzeyinde gerçekleştiren Türkiye, OECD ülkeleri arasında kadın işgücüne katılımını en fazla arttıran ülke olma özelliğini taşımaktadır.

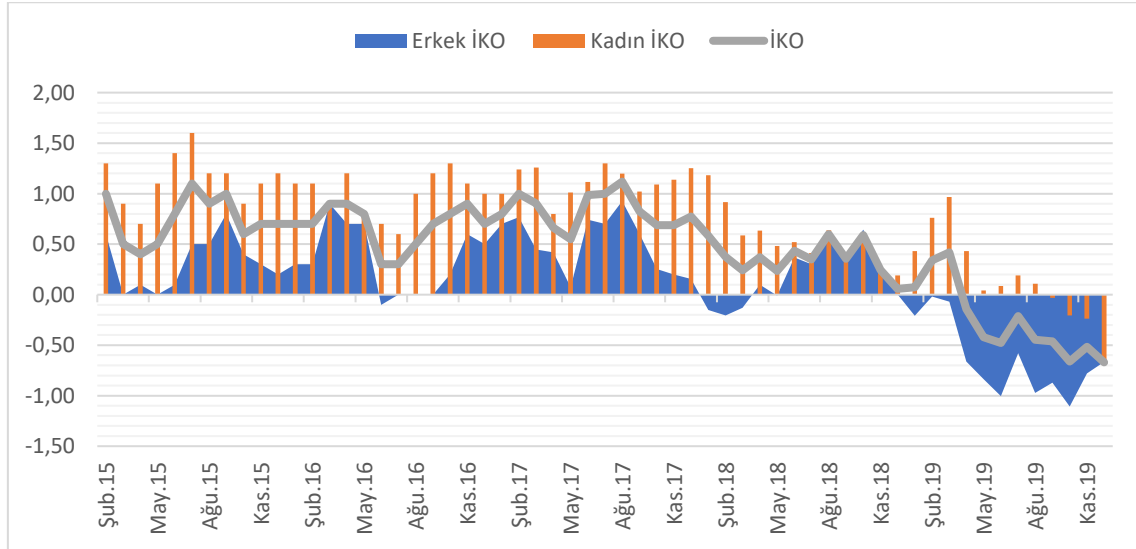
Grafik 3.4:Uluslararası Düzeyde Kadın İşgücüne Katılım Durumu



Kaynak: OECD, Labor Force Statistics

Artış oranları açısından Türkiye işgücü piyasasına bakıldığında ise, kadın işgücüne katılım oranının sergilediği olumlu eğilim öne çıkmaktadır. 2005-2019 yılları arası kadın işgücüne katılımı yıllık ortalama 1 puan artarken, erkek işgücüne katılım oranı 0,1 puan ve toplam işgücüne katılım oranı 0,5 puan artış göstermiştir (Grafik 3.5).

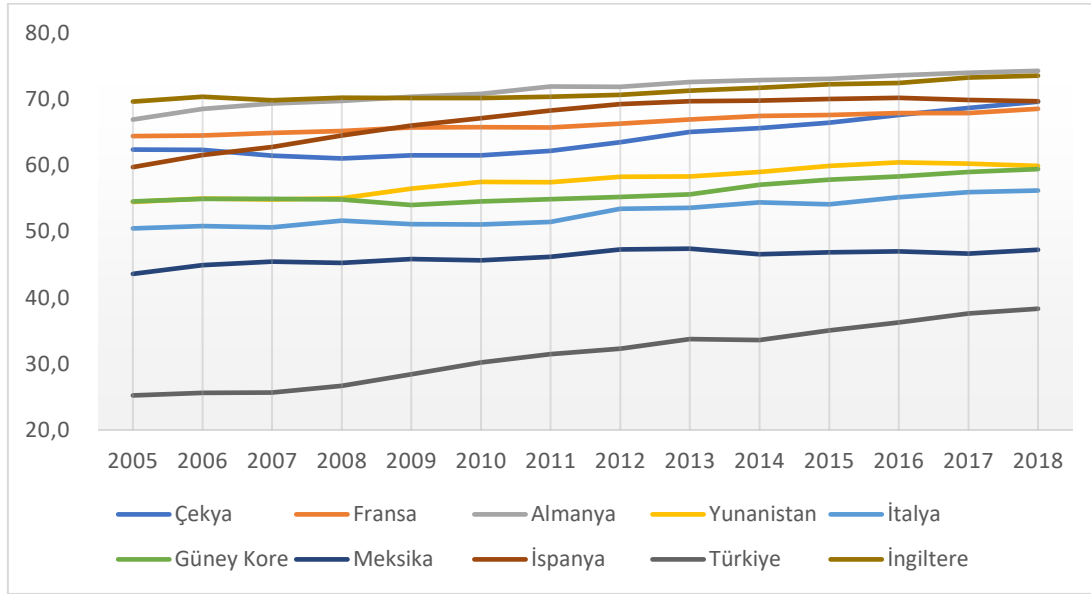
Grafik 3.5: Cinsiyetlere Göre İşgücüne Katılım Oranı Artışı, Yıllık Değişim



Kaynak: TÜİK

Türkiye'de kadın işgücüne katılımı ciddi artışlar gösterse de (2012 yılında yüzde 32,3 olan 15-64 yaş arası nüfus içinde kadın işgücüne katılım oranı, 2018 yılında 38,3 seviyesinde) hala gelişmiş ülke düzeylerinin altında yer almaktadır (Grafik 3.6).

Grafik 3.6: İşgücüne Katılım Oranı, Kadın, %



Kaynak: OECD, Labor Force Statistics

Eğitim durumu açısından bakıldığında, işgücünün yıllar içinde eğitim düzeyinde gözle görülür bir iyileşme meydana gelmekle birlikte halen beklenen düzeyde bulunmamaktadır. 2019 yılında işgücü piyasasındaki bireylerin yüzde 53,2'si lise altı eğitim düzeyindeyken bu oran 2014 yılına göre yüzde 6,8' lik bir düşüş yaşamıştır. Buna karşılık yüksek-öğretim düzeyine sahip bireylerin payı 2014 yılına göre 5,5 puanlık artışla yüzde 25,2 olarak gerçekleşmiştir. Bu kapsamda, lise ve üstü eğitime sahip bireylerin işgücü piyasasından aldıkları payın hızlı yükseliş sergilediği dikkat çekmektedir. Cinsiyet temelli incelendiğinde ise, 2019 yılında kadınlarda lise ve üstü eğitilmiş bireylerin içinde işgücüne katılım oranı 2014 yılına göre 8 puan artarak yüzde 49,9 düzeyinde gerçekleşmiştir. Erkeklerde ise, 2019 yılında aynı oran 2014 yılına kıyasla 6,1 puanlık bir artış göstererek yüzde 45,3 olarak gerçekleşmiştir.

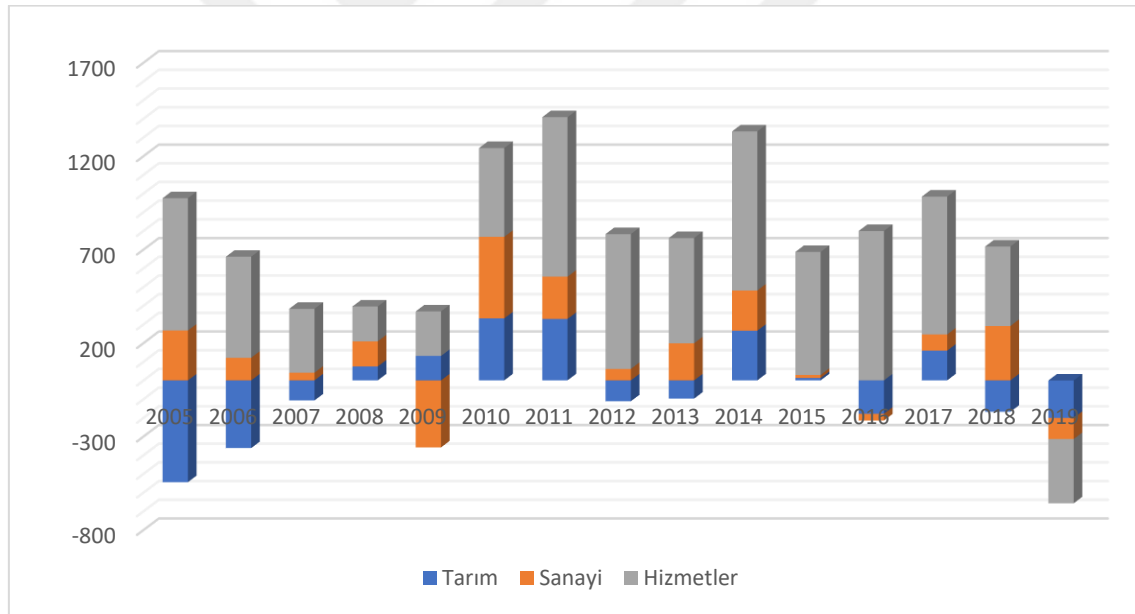
Türkiye işgücü piyasası katılımında yıllara sâri olumlu görünüm sergilemektedir. Özellikle kadın işgücüne katılımındaki artışın eğitim seviyesindeki artışta büyük rol oynadığı tahmin edilmektedir. Bununla birlikte, kadın işgücüne katılımında var olan potansiyel kullanılamamaktadır. Kadın işgücüne katılımının eğitim durumunu yükselterek artırılması büyümeyi hızlandırma konusunda en önemli faktörlerden biri olarak değerlendirilmektedir. Kadın işgücüne katılımını destekleyici teşvik mekanizmaları yürütülmekte ve kadınların ekonomik hayata dahil edilmesi bir devlet politikası olarak görülmektedir. Yükselen çalışma bilinci, eğitim seviyesindeki artış ve

uygulanan teşvik politikalarıyla birlikte önümüzdeki dönemde kadın işgücüne katılımındaki kuvvetli artışın artarak devam edeceği düşünülmektedir.

3.2. İstihdam Yapısı

Türkiye işgücü piyasası istihdam yapısına bakıldığında, ana sektörler olan tarım, sanayi, inşaat ve hizmetler sektörlerinin 2005-2019 yılları arasında aldıkları payların tarım ve sanayi sektörü aleyhine bir değişim gösterdiği gözlemlenmektedir. Tarım dışı sektörlerin istihdamdan aldıkları payın önemli ölçüde artması kalkınma ve refah açısından olumlu bir durum olarak görülmektedir. Ancak, tarım sektörünün istihdamdan aldığı payın sanayi sektörü yerine hizmetler sektörüne kayması dikkat çekici bir durum olarak öne çıkmaktadır. (Grafik 3.7).

Grafik 3.7: Sektörel İstihdam Artış Miktarları, Bin Kişi



Kaynak: TÜİK

*İnşaat dahil.

2005 yılında yüzde 40,6 olan istihdam oranı, 2019 yılında yüzde 45,7'e yükselmiştir. İşgücüne katılım oranıyla beraber istihdam oranında da 2008-2009 finansal kriz dönemi harici gerçekleşen bu pozitif eğilim, ekonomik açıdan güçlü ve istikrarlı bir sürecin yaşandığını göstermesi açısından önem taşımaktadır (Tablo 3.1).

Tablo 3-1: İstihdam Edilenlerin Sektörel Dağılımı, %

	Tarım	Tarım Dışı ¹	Sanayi	İnşaat	Hizmetler
2005	25,5	74,5	21,6	5,6	47,3
2006	23,3	76,7	21,9	6,0	48,8
2007	22,5	77,5	21,8	6,1	49,6
2008	22,4	77,6	22,0	6,0	49,5
2009	23,1	76,9	20,3	6,3	50,4
2010	23,3	76,7	21,1	6,6	49,1
2011	23,3	76,7	20,8	7,2	48,7
2012	22,1	77,9	20,5	7,2	50,2
2013	21,2	78,8	20,7	7,2	50,9
2014	21,1	78,9	20,5	7,4	51,0
2015	20,6	79,4	20,0	7,2	52,2
2016	19,5	80,5	19,5	7,3	53,7
2017	19,4	80,6	19,1	7,4	54,1
2018	18,4	81,6	19,7	6,9	54,9
2019	18,2	81,8	19,8	5,5	56,5

Kaynak: TÜİK, Hane Halkı İşgücü İstatistikleri

¹Tarım dışı sektörler; sanayi, inşaat ve hizmetler sektörlerinin toplamından oluşmaktadır.

Türkiye’de istihdam yapısının tarihsel sürecine bakıldığında 1990’lardan itibaren tarım sektörünün, kırdan kente göç sürecinin yoğunlaşması ve tarım verimliliğindeki artış sonucu toplam istihdam ve üretim içindeki payının azaldığı gözlemlenmiştir. Ancak hala, gelişmiş ülkelerle kıyaslandığında tarım istihdamını büyük oranda korunması sanayileşme yolunda en önemli engellerden biri olarak görülmektedir.

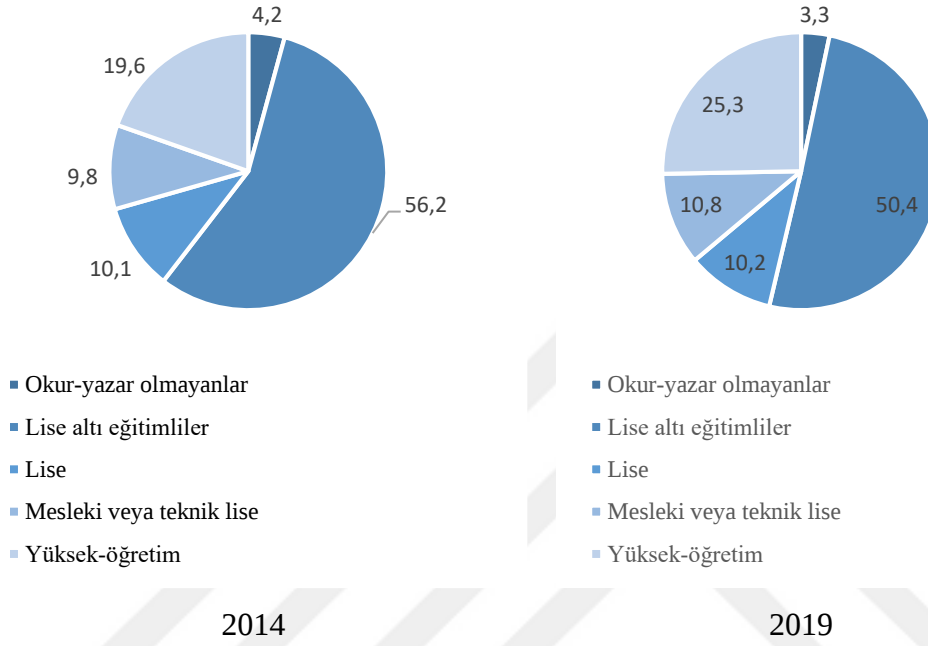
Türkiye işgücü piyasasında istihdam ve işsizlik yapısına bakılırken, *tarım dışı*¹⁴ kavramını tanımlamak ve gerekli olduğu takdirde kullanmak bu açıdan önem taşımaktadır. Yukarıda bahsedildiği üzere tarım istihdamı ve işsizliğinin halen işgücü piyasasında ciddi oranda varlığını koruması nedeniyle tarım dışılık kavramı, diğer ülkelerle veri karşılaştırmasında normalizasyon imkânı tanımaktadır.

İstihdamdaki eğitim durumuna bakıldığında, istihdamdaki bireylerin büyük oranda orta ve altı eğitim seviyesine sahip olduğu dikkat çekmektedir. 2014 yılında yüksek öğrenim ve mesleki ve teknik lise mezunu bireyler istihdam piyasasının yüzde

¹⁴ Tarım dışı istihdam kavramı daha çok gelişmiş ülke ekonomilerde kullanılan ve istihdam piyasalarındaki hareketliliğin daha yalın bir şekilde analiz edilmesini sağlayan bir kavramken, tarım dışı işsizlik kavramı daha çok sanayisi gelişmemiş ülkelerin işsizlik rakamlarının normalizasyonunu sağlamak amacıyla kullandığı bir kavramdır.

29,4'lük bir bölümünü oluştururken, bu pay 2019 yılında 6,7 puan artarak yüzde 36,1'e yükselmiştir. Öte yandan, lise, lise altı eğitilmişler ve okur- yazar olmayan bireylerin istihdamdan aldıkları pay 2014 yılında yüzde 70,6 iken 2019 yılında yüzde 63,3'e gerilemiştir (Grafik 3.8).

Grafik 3.8: Eğitim Durumuna Göre İstihdamdan Aldığı Pay

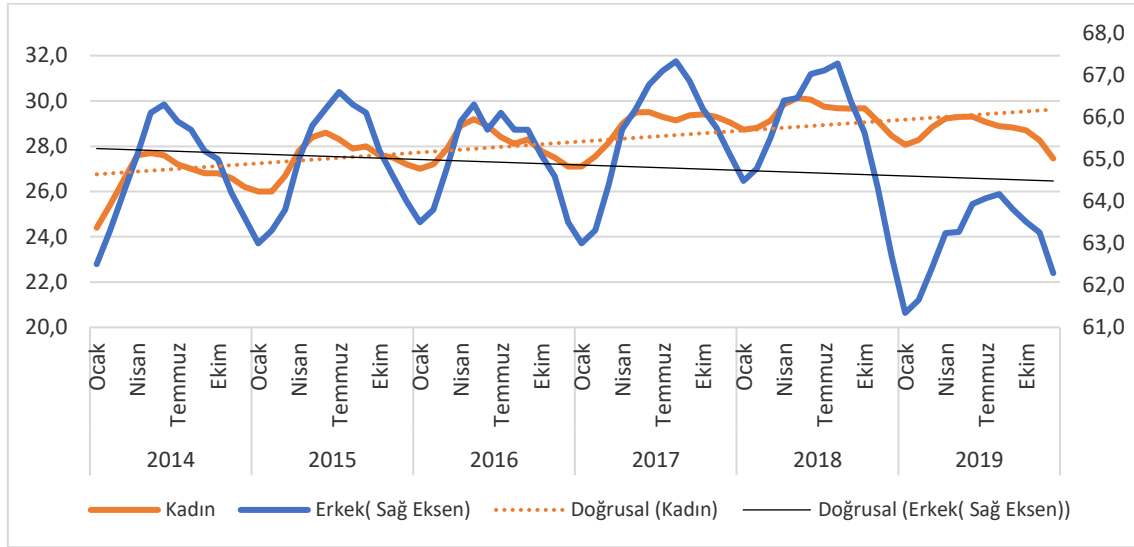


Kaynak: TÜİK, Hane Halkı İşgücü İstatistikleri

Cinsiyet bazında istihdam piyasasına bakıldığında, erkeklerin istihdam piyasasında işgücü piyasasının genelinde olduğu gibi baskın bir rolü olduğu gözlemlenmektedir. Ancak son yıllarda kadının işgücüne katılımı ve istihdam edilmesine yönelik teşvikler, eğitimin kapsayıcılığının artması ve toplumsal farkındalıkta meydana gelen artışla beraber kadınların istihdam piyasasına girişlerinde ciddi artışlar gözlemlenmektedir. Bu kapsamda, 2014 yılında kadınların istihdamdan aldıkları pay yüzde 29,6 iken 2019 yılında istihdam piyasasında kadın istihdamının payı yüzde 31,8 olarak gerçekleşmiştir.

Cinsiyetlere göre istihdam artışlarında kadınların, erkeklerin istihdam artışındaki dalgalanmaların aksine, istikrarlı bir artış yakaladığı ve istihdam artışındaki dalgalanmaların erkekler için daha az olduğu dikkat çekmektedir. İki istihdam oranının eğim çizgilerine bakıldığında ise, kadın istihdamındaki güçlü artışın erkekler için daha belirgin olduğu gözlemlenmektedir (Grafik 3.9).

Grafik 3.9: Cinsiyetlere Göre İstihdam Oranları, Aylık, %

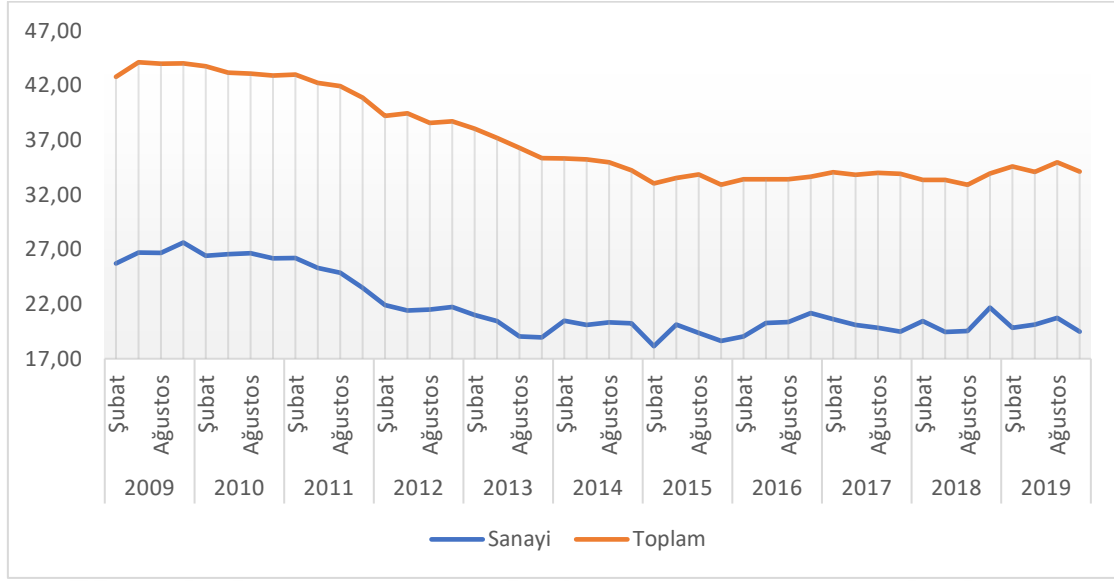


Kaynak: TÜİK, Hane Halkı İşgücü İstatistikleri

Kayıt dışılık ekonominin genelinde olduğu gibi istihdam piyasası açısından da önemli bir sorundur. Ekonomideki döngünün ölçülemeyen yanının ifadesi olan kayıt dışı ekonomi, piyasanın potansiyelini tam anlamıyla yansıtmaması için mümkün olduğu kadar azaltılmak istenen bir ekonomik olgudur. Özellikle, görece gelişmemiş ülkeler açısından ciddi sorunlar yaratan kayıt dışılık, Türkiye ekonomisi açısından da önemli bir sorun alanı oluşturmaktadır.

İstihdam piyasası açısından değerlendirildiğinde, sektörel bazda farklılık gösteren kayıt dışı istihdamın en yüksek olduğu sektörün tarım olduğu gözlemlenmektedir. Kayıt dışılık oranı açısından en düşük sektör ise, sanayi sektörü olarak değerlendirilmektedir. Türkiye istihdam piyasasında sanayi sektöründe diğer sektörlerle göre daha düşük olan kayıt dışılığın diğer ülke piyasalarıyla kıyaslandığında yine de yüksek düzeylerde olduğu gözlemlenmektedir (Grafik 3.10). Kayıt dışı istihdam verileri açısından, 2009 sonrasının homojen olarak değerlendirilebildiği veri setinde toplam kayıt dışılık oranının 2009 yılında yüzde 43,8’den 2019 yılında yüzde 34,4’e gerilediği gözlemlenmektedir. Sanayi istihdamında ise kayıt dışılık aynı yıllarda yüzde 26,7’den yüzde 20’ye gerilemiştir.

Grafik 3.10 : Sektörel Kayıtdışılık, MA



Kaynak: TÜİK, Yazarın Hesaplamaları

Esneklikler, sektör istihdamlarının büyümeden etkilene kapasitelerini yansıtmaları açısından önemli bir göstergedir. Sektörün esneklik katsayısı büyümede meydana gelen bir birimlik artışın sektörün istihdamını nasıl etkilediğini göstermektedir (Tablo 3.2). 2006 yılından itibaren esneklik katsayılarına bakıldığında, sanayi sektörü esnekliğinin 2016 yılı harici pozitif bir seyir izleyerek 2006-2017 yılları arasında ortalama 0,70 civarında seyrettiği gözlemlenmiştir. Bu durum büyümenin istihdam yaratma kapasitesinin sanayi sektörü açısından kuvvetli olduğuna işaret etmektedir. 2006-2019 yılları arası toplam istihdam esnekliği ortalama 0,42 iken tarım dışı sektörlerin esnekliği ise, ortalama 0,68 olarak gerçekleşmiştir.

Tablo 3-2: Sektörel Büyüme Oranları ve Esneklikler

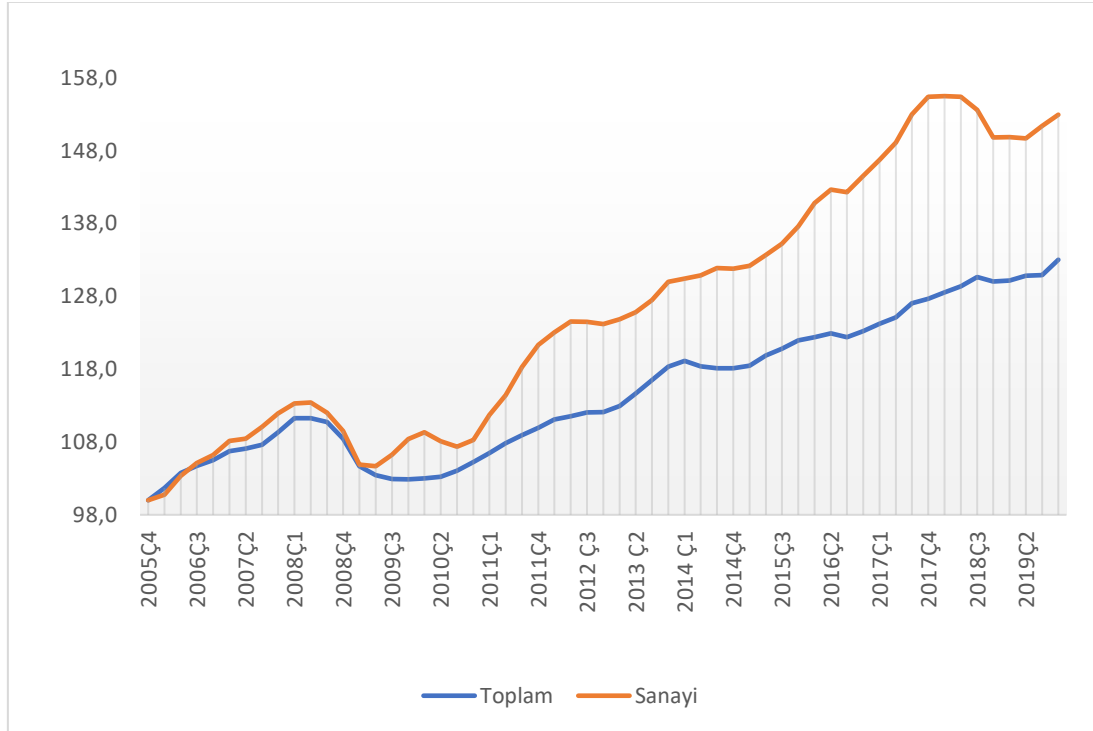
	GSYH Büyümesi				Esneklik	
	GSYH	Sanayi	Tarım Dışı	Toplam	Sanayi	Tarım Dışı
2006	7,1	9,3	7,6	0,2	0,3	0,6
2007	5,0	6,4	6,0	0,3	0,1	0,4
2008	0,8	0,7	0,6	2,3	4,1	3,7
2009	-4,7	-8,6	-5,4	0,0	0,9	0,1
2010	8,5	10,3	8,6	0,7	1,0	0,7
2011	11,1	17,3	11,8	0,6	0,3	0,5
2012	4,8	3,6	5,0	0,6	0,4	0,9
2013	8,5	9,0	9,0	0,3	0,4	0,5
2014	5,2	5,6	5,5	1,0	0,8	1,0
2015	6,1	5,1	5,9	0,4	0,1	0,6
2016	3,2	4,2	3,6	0,7	-0,2	1,0
2017	7,5	9,2	7,6	0,5	0,2	0,5

2018	2,8	1,3	2,9	0,7	4,2	1,1
2019	0,9	0,2	0,7	-2,5	-8,4	-2,7

Kaynak: TÜİK, HİA istatistiklerinden yararlanılarak yazar tarafından hesaplanmıştır.

Emek verimliliği, istihdam edilen işgücünün büyümeye sağladığı katma değer olarak değerlendirilmektedir. Makroekonomi açısından önemli bir gösterge olan verimliliğin sektörel bazda değerlendirilmesi önem taşımaktadır. Bir ekonominin kalkınması ve büyümesini sürdürülebilir hale getirmesi için istikrarlı bir verimlilik artışı gerekmektedir. Sanayi sektörü katma değer en ölçülebilir ve hızlandırıcılarının çok sayıda olması nedeniyle verimlilik artışlarının en fazla olması beklenen sektördür. Sektörel verimliliklere bakıldığında, sanayi sektörü emek verimliliğinin toplam emek verimliliğinden yüksek olduğu görülmektedir. Ayrıca, yıllara sari bakıldığında da önemli bir artış eğilimi sergileyen sanayi istihdamı, emek verimliliğinin son dönemde ılımlı bir azalma yaşadığına işaret etmektedir. Toplam istihdam verimliliğinde yaşanan durgunluktan daha belirgin şekilde sanayi sektöründe yaşanan negatif eğilimin ekonomik canlanmayla beraber toparlanacağı tahmin edilmektedir. 2005 yılı bazlı verimlilik endeksine göre, 2019 yılı son çeyreğinde toplam emek verimliliği 133 iken sanayi sektörü emek verimliliği 152,9 olarak gerçekleşmiştir (Grafik 3.11).

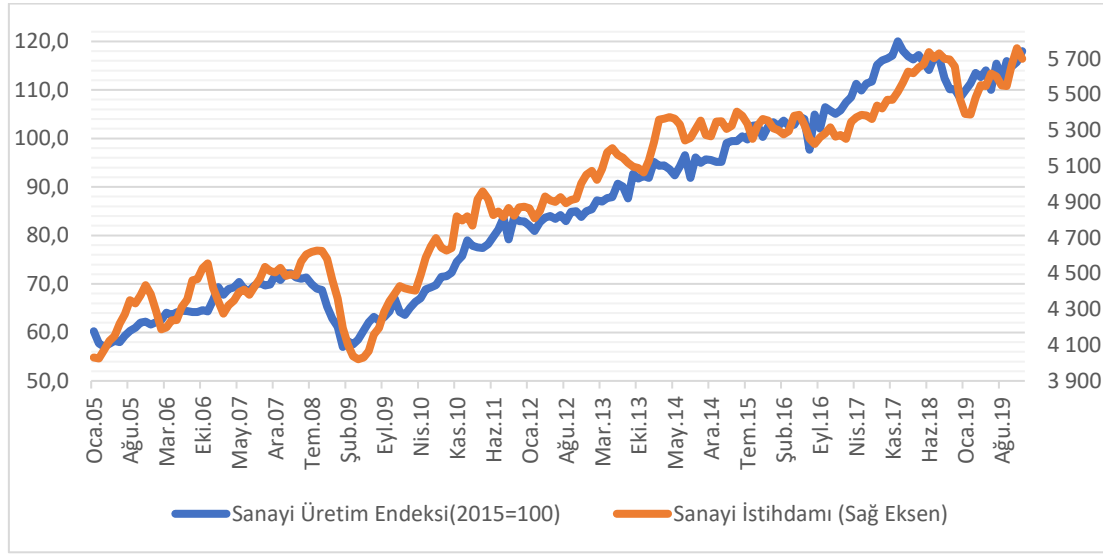
Grafik 3.11: Sektörel Emek Verimlilik Endeksi (2005=100), Hareketli Ortalama



Kaynak: TÜİK, HİA istatistiklerinden yararlanılarak yazar tarafından hesaplanmıştır.

İstihdam düzeyi ve sanayi üretim endeksi (SÜE) arasındaki ilişki de istihdamın ekonominin geneliyle olan ilişkisini yansıtmaları açısından önem taşımaktadır. Sanayi istihdamı açısından öncü bir gösterge olan SÜE’de meydana gelen değişimler sanayi istihdamını büyük oranda etkilemektedir. 2005 yılının Ocak ayında 60,2 olan mevsimsel etkilerden arındırılmış SÜE, 2020 yılı Ocak ayı itibarıyla 117,7 düzeyinde gerçekleşmiştir. SÜE ile benzer trenlere sahip olan sanayi istihdamı aynı dönemde benzer kırılmalar sergilemiş ve 2019 Aralık ayında 5.699 olarak gerçekleşmiştir (Grafik 3.12).

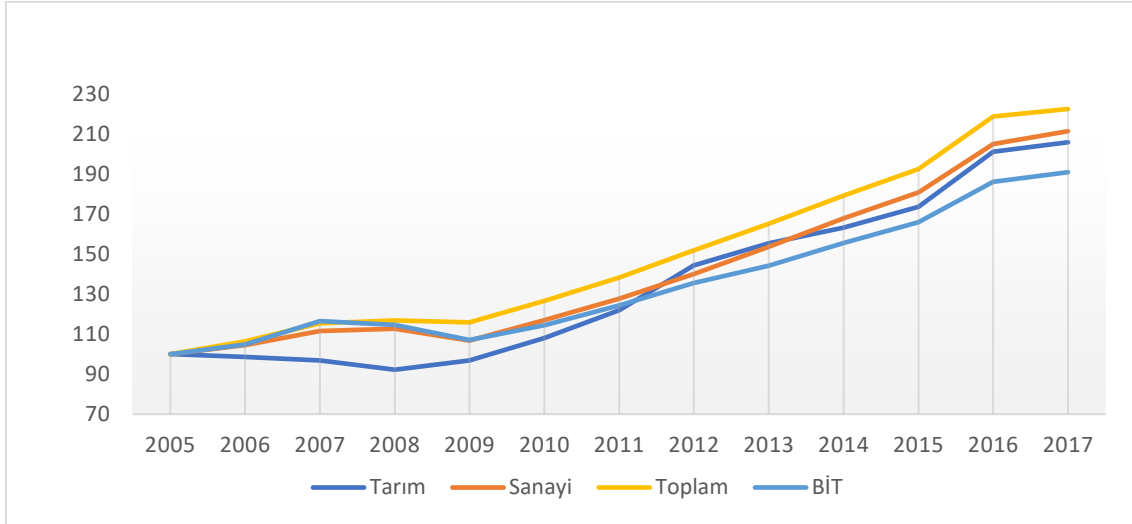
Grafik 3.12: Sanayi Üretim Endeksi ve Sanayi İstihdamı, (MA)



Kaynak: TÜİK, HİA istatistiklerinden yararlanılarak yazar tarafından hesaplanmıştır.

Gelir yöntemine göre GSYH hesaplamalarında, 2005 yılında toplam işgücü ödemelerinin GSYH içindeki payı yüzde 25,1 iken 2019 yılına gelindiğinde yüzde 31,6 düzeyinde gerçekleşmiştir. Sektörel reel ücret ödemelerine bakıldığında; sektörlerin reel ücret ödemelerinin benzer bir seyir izlediği görülmektedir. Bununla birlikte; Bilgi ve İletişim sektörünün tarım ve sanayi sektöründen negatif ayrıştığı gözlemlenmektedir (Grafik 3.13).

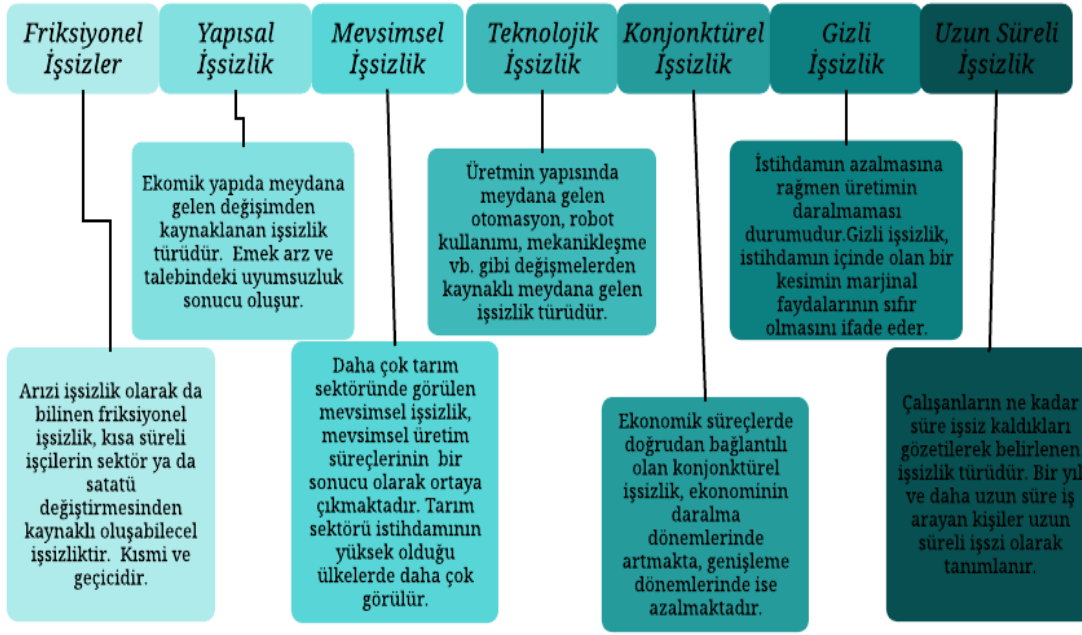
Grafik 3.13: Sektörel Reel İşgücü Ödemeleri Endeksi (2005=100)



Kaynak: TÜİK, HİA istatistiklerinden yararlanılarak yazar tarafından hesaplanmıştır.

3.3. İşsizliğin Türleri

İşgücü piyasası açısından en önemli gösterge olan işsizlik oranı kısaca, ekonomide işgücü piyasasına dahil olup çalışmaya istekli olduğu halde iş bulamayan bireylerin işgücüne oranı olarak ifade edilmektedir. İktisat literatürünün ilk dönemlerinde işsizlik kavramı, kısa dönemli bir iktisadi sorundur. Uzun dönemde ekonomi tam istihdamdadır ve üretim kapasitesi eksiksiz çalışmaktadır. Klasik iktisadi yaklaşımın benimsediği bu durum, zamanla değişim göstermiş ve tam istihdam durumunun her koşulda mümkün olmadığı tam istihdamın artık sıfır işsizlikle özleşmediği bir kavrama evrilmiştir. İşsizlik kavramının pek çok farklı neden kaynaklı ortaya çıkabilmesi nedeniyle pek çok işsizlik türü tanımlanmıştır (Şekil 3-1).



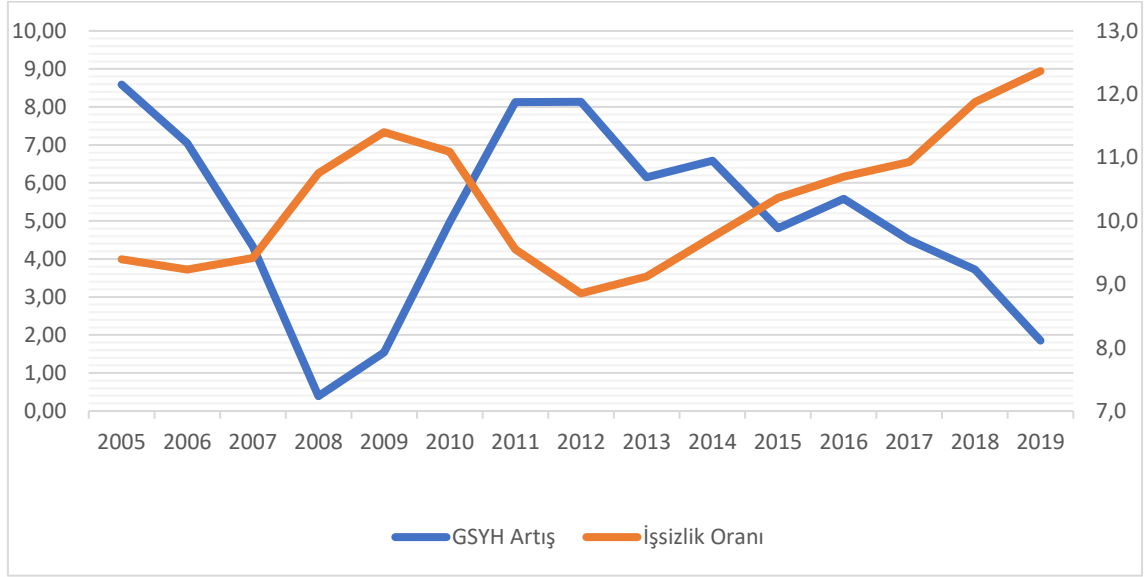
Şekil 3-1: İşsizlik Türleri

Kaynak: Erdal Ünsal, Makro İktisat

Modern anlamda işsizlik ikiye ayrılmaktadır. Gönüllü işsizlik, işsiz kişinin mevcut iş koşulları ya da ücret düzeyi nedeniyle işte çalışmayı kabul etmemesi anlamına gelmektedir. Gönülsüz işsizlik ise, işsiz kişinin var olan ücret düzeyinde çalışmaya razı olmasına rağmen istihdam edilmemesi anlamına gelmektedir.

Doğal işsizlik oranı ise, tam istihdam durumundaki işsizlik oranıdır. Yapısal işsizlik ve friksiyonel işsizliğin toplamını gösteren doğal işsizlik oranı, tamamen gönüllü işsizlerden oluşmaktadır. Friedman tarafından kavramsallaştırılan doğal işsizlik, ekonomi tam istihdamda olduğunda dahi var olan işsizlik türü olarak tanımlanır (Hall, 1978).

Grafik 3.14: GSYH Artışı ve İşsizlik Oranı, 3 Yıllık Hareketli Ortalama, %



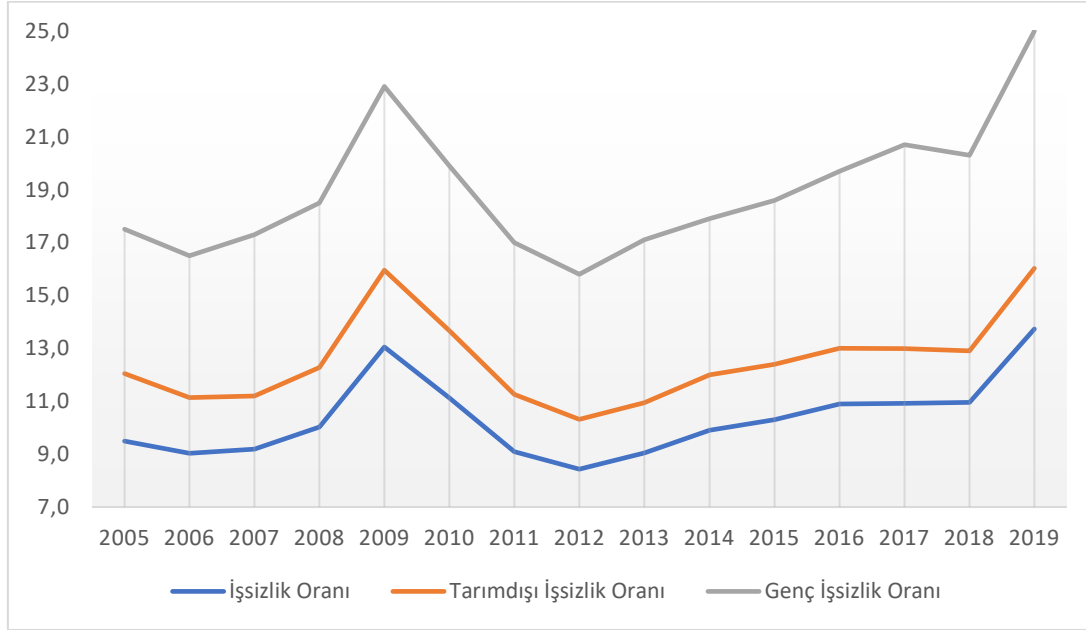
Kaynak: TÜİK

Türkiye işgücü piyasası da diğer ekonomilerde olduğu gibi konjonktürel dalgalanmalardan kaynaklı işsizlik sorunu yaşamaktadır (Grafik 3.14). Aynı zamanda işgücü piyasası, yapısal işsizlik olarak adlandırdığımız beceri uyumsuzluğundan kaynaklı işsizliğin de var olduğuna yönelik işaretler vermektedir. İşgücü piyasası yapısına bakıldığında tarım dışı işsizlik oranı, uzun dönemli işsizlik oranı ve genç işsizlik oranının klasik işsizlik oranından daha yüksek seyretmesi bu konuların da işsizlik içinde bir sorun alanı olduğunu göstermektedir.

İşsizlik oranları 2005-2019 yılları arasından daha dalgalı bir seyir izlemiştir. İşsizlik oranı 2005 yılında yüzde 9,5 iken, 2019 yılında 13,7 puanlık bir artış göstermiş ve yüzde 13,7 olarak gerçekleşmiştir. Aynı şekilde, tarım dışı işsizlik oranı da 2005 yılına göre 4 puan artarak yüzde 16 seviyesine yükselmiştir. İşsizlik oranında gözlemlenen bu negatif artış, Türkiye ekonomisinin son dönemde atlattığı olumsuz gelişmelerin ve küresel ekonomik etkilerin sonuçlarından kaynaklanmaktadır.

2005 yılında yüzde 17,5 olan genç işsizlik oranı 2008-2009 finansal kriz dönemi zirve yapmış daha sonra bir miktar düşüş göstermiş ancak son dönemdeki gelişmeler neticesinde 2019 yılına yüzde 25 olarak gerçekleşmektedir. Bu durum, işgücü piyasasında gençlerin ekonomik koşullara daha kırılgan olduğunu göstermesi açısından önem arz etmektedir (Grafik 3.15).

Grafik 3.15: İşsizlik Oranları, %

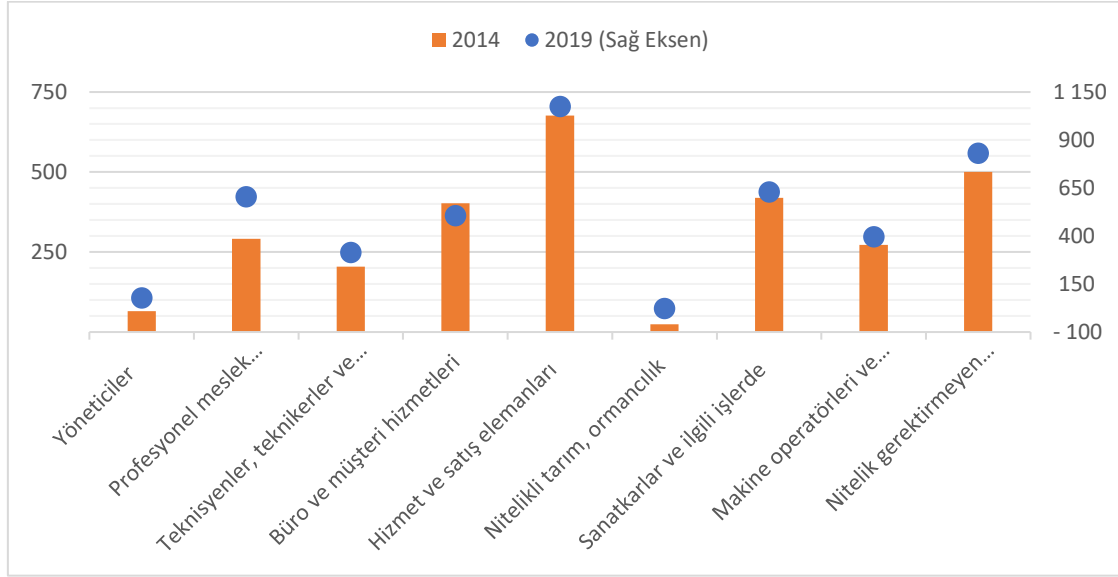


Kaynak: TÜİK, Hanehalkı İşgücü İstatistikleri

Eğitim düzeyi açısından genç işsizlik oranlarına bakıldığında ise, Yalçıntaş ve Akkaya (2019) çalışmalarında “diplomalı genç işsizlik” oranının klasik genç işsizlik oranından daha yüksek olduğu belirtilerek bu durumun Türkiye işgücü piyasasında yapısal bir soruna işaret ettiği ifade edilmektedir.

Aranan meslek grubuna göre işsizlik istatistikleri bakıldığında; 2014- 2019 yılları arasında meslek grupları içinde en fazla artışın hizmet ve satış elemanı sektöründe iş arayan bireyler olduğu gözlemlenmektedir. İlgili dönem içinde işsizlikte en fazla artış yaşayan diğer meslek grupları ise profesyonel meslek mensupları ve nitelik gerektirmeyen meslek grupları kategorisindeki olarak gözlemlenmektedir. İş aranan meslek grupları arasında yer alan nitelikli tarım ve ormancılık meslek gruplarında ise diğerlerinin aksine bir artış gözlenmemektedir. (Grafik 3.16).

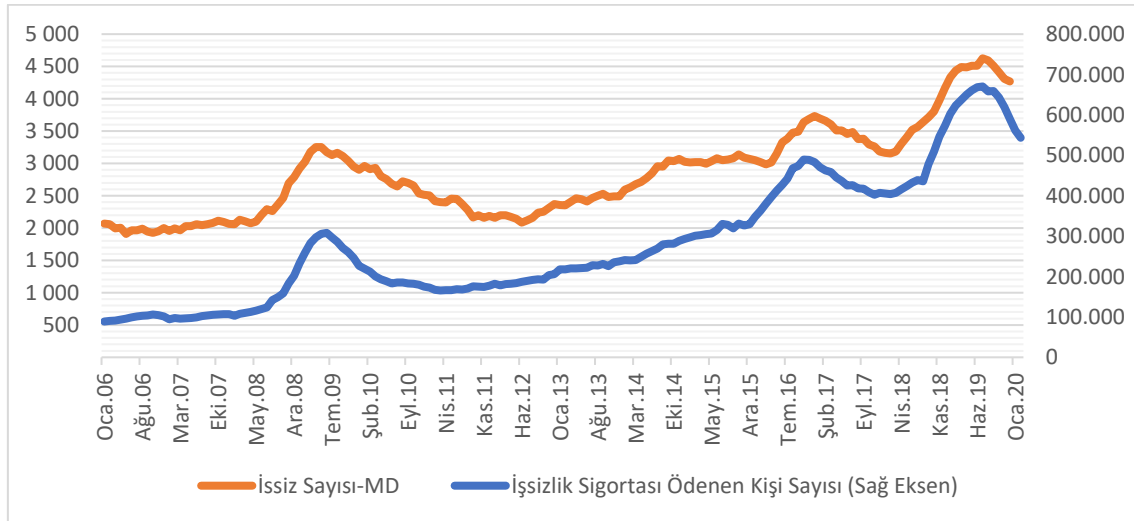
Grafik 3.16: Aranılan Meslek Grubuna Göre İşsizlik, Bin Kişi



Kaynak: TÜİK

İşsizlik oranlarının takibi açısından önemli bir gösterge olan işsizlik sigortası ödenen kişi sayısı, işsizlik oranından iki dönem önce açıklanması açısından da öncü bir gösterge niteliği taşımaktadır. İşsizlik sigortası ödenen kişi sayısındaki bir artış işsizlik oranında ileriye dönük bir artışa işaret etmektedir. Bu kapsamda, 2006 yılı itibarıyla incelendiğinde iki göstergenin paralel bir eğilim sergilediği görülmektedir (Grafik 3.17).

Grafik 3.17: İşsizlik Sigortası Ödemeleri

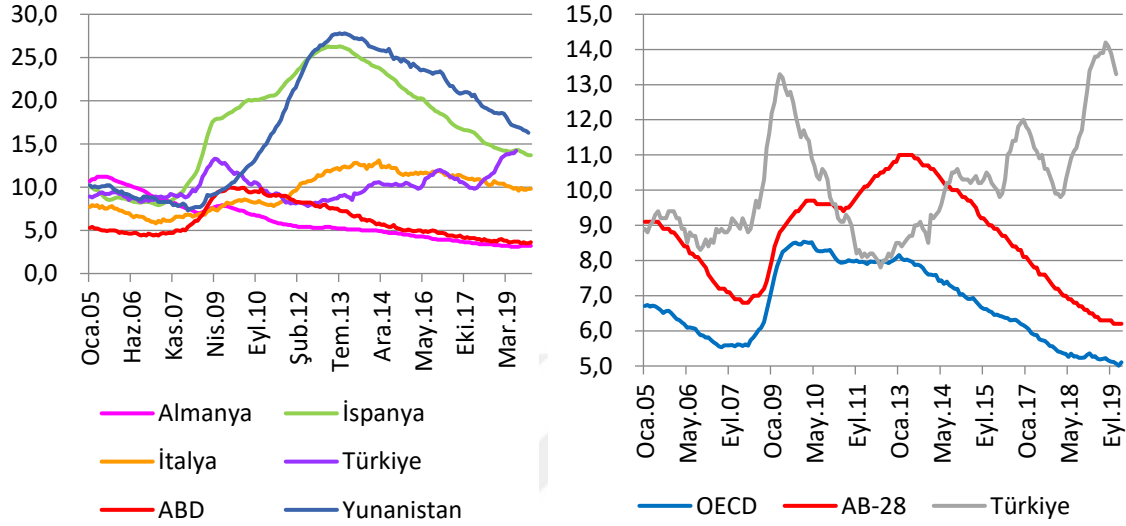


Kaynak: İŞKUR, TÜİK

OECD ülkelerinin işsizlik göstergelerine bakıldığında; Türkiye'nin Yunanistan, İtalya ve İspanya gibi ülkelerden pozitif ayrıştığı gözlemlenmektedir. Avrupa ülkelerinde yoğunlukla yaşanan 2008-2009 finansal kriz döneminde AB ortalamasından daha düşük

bir işsizlik oranına sahip Türkiye, OECD ortalamasını da yakalamıştır (Grafik 3.18). Ancak, Türkiye işsizlik oranı 2012 yılının üçüncü çeyreğinden sonra yukarı yönlü bir eğilim sergilemiştir.

Grafik 3.18: Uluslararası İşsizlik Oranları, %



Kaynak: TÜİK, OECD Statistics

3.4. Beveridge Eğrisi

Türkiye ekonomisi açısından, son yıllarda yaşanan yüksek büyüme oranlarına rağmen büyümenin işsizliği azaltma etkisinin sınırlı düzeyde kaldığı görülmektedir. Bu bölümde, bir yapısal işsizlik analizi olan Beveridge eğrisi incelenerek Türkiye işgücü piyasalarının genel durumu ortaya konmaya çalışılacaktır. Beveridge eğrisi, bir yapısal işsizlik analizi olarak dijital dönüşümden kaynaklı teknoloji artışının işgücü piyasasında yarattığı iş ve çalışan uyumsuzluğunu ortaya koyabilmesi nedeniyle çalışma açısından önemli bir analiz yöntemidir.

Beveridge eğrisi, açık iş oranları ve işsizlik arasındaki ilişki olarak tanımlanmaktadır (Aydın, 2012). Tam istihdam durumunda açık iş oranları yapısal işsizlikle eşit durumda olmalıdır. Açık iş oranları ve işsizlik arasındaki ilişki yapısal işsizliğin analiz edilmesi için kullanılmaktadır. İşgücü piyasasındaki iş ve işçi arasındaki beceri uyumsuzluğu nedeniyle açık iş kontenjanları doldurulamamakta ve bu nedenle işsizliğin azalması mümkün olmamaktadır. Yapısal işsizlik adını verdiğimiz bu tip işsizlik, ekonomideki canlanma ya da büyümedeki artışın etkisiyle ilişkili olmayan bir işsizlik türüdür. Yapısal işsizlik işgücünün teknolojik gelişmelere uyum sağlamada

yetersiz olması, iş ve beceri uyumsuzluğundaki artış, işgücünün yeterli ve kaliteli eğitime ulaşamaması, diplomalı mezun enflasyonun ortaya çıkması (Yalçıntaş & Akkaya, 2019) ve işgücü beklentilerindeki değişimden kaynaklanabilir. Türkiye işgücü piyasası için Beveridge eğrisi türetilmesi ve tarihsel olarak eğrinin gidişatı hakkında çıkarımlar yapılması işgücü piyasasının herhangi bir yapısal değişime karşı esnekliğini ve dönüşüm kabiliyetini anlamak açısından önem taşımaktadır.

Türkiye özelinde oluşturulan Beveridge eğrisi, İŞKUR ve TÜİK tarafından yayımlanan açık iş istatistikleri ve tarım dışı işsizlik oranları kullanılarak çizdirilmiştir (Grafik 3.19). Açık iş istatistikleri açısından veriler 2008 yılı Ocak ayı ile 2019 yılı Aralık aylarını kapsayacak şekilde derlenmiştir. Türkiye özelinde çizdirilen Beveridge eğrisinin kullanılan verile itibarıyla negatif bir görünüm sergilediği anlaşılmaktadır.

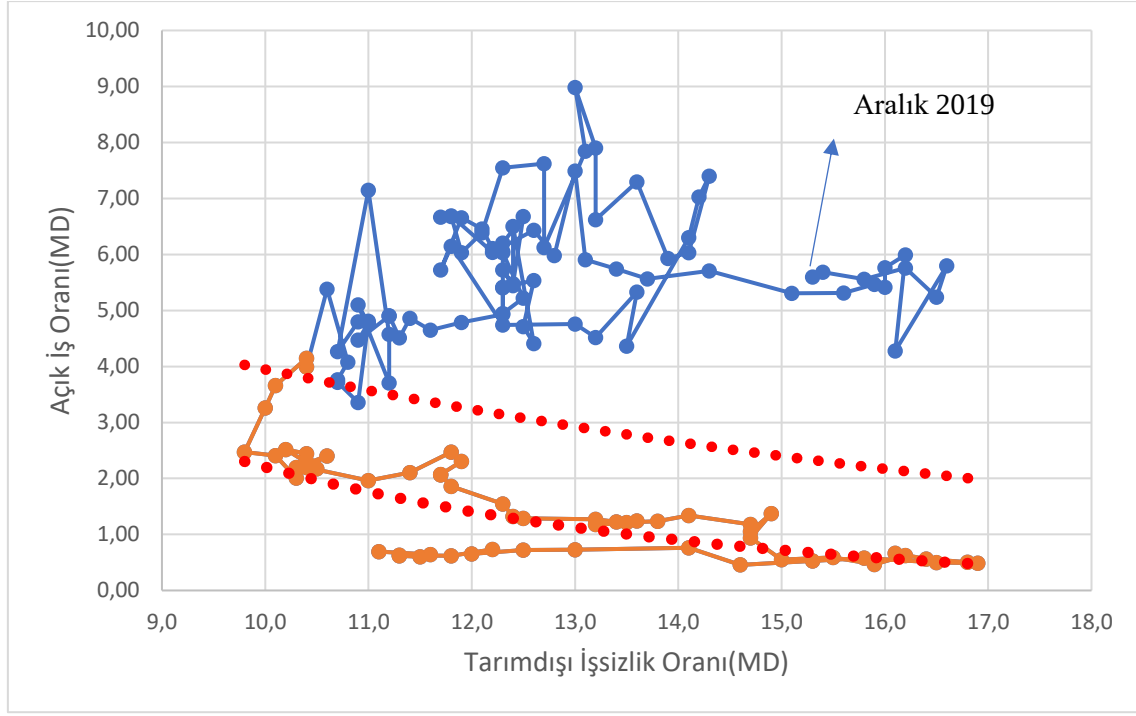
2008 yılının Ocak ayında işsizlik oranı yüzde 11,1 iken, açık iş oranı yüzde 0,7 olarak gerçekleşmiştir. Bu oranlar, 2013 yılının Ocak ayında ise sırasıyla yüzde 10,7 ve yüzde 3,8 olarak kaydedilmiştir. Söz konusu beş yıl içinde işsizlik oranı ve açık iş oranındaki ödünleşme mekanizmasının işlediği ve işsizlik oranındaki düşüşün açık iş oranlarındaki yükselişle karşılandığı görülmektedir.

2012 yılı son çeyreğinden itibaren ise açık iş oranlarında anlamlı değişimler gözlenmez iken işsizlik oranlarında yukarı yönlü bir seyir dikkati çekmektedir. 2017 yılının başından itibaren açık iş oranının arttığı görülürken, tarım dışı işsizlik oranlarında sınırlı miktarda bir düşüş gözlenmektedir.

Ocak 2008-Ekim 2012 Beveridge eğrisi eğim çizgisi ile Ocak 2008-Aralık 2019 dönemi Beveridge eğrisi eğim çizgisi karşılaştırıldığında Beveridge eğrisinde bir kayma emaresi gözlenmektedir. Başka bir ifadeyle, 2012 yılına göre 2019 yılında aynı düzeydeki açık iş oranları nispeten daha yüksek işsizlik oranlarına tekabül etmektedir. Eğride kaymaya neden olabilecek ana faktörler temel ve mesleki becerilerde eksiklikler, üretim modellerindeki değişim ve işgücünün buna uyum zorluğu yaşaması, iş arayan ile işçiye eşleştirecek kurumsal eksiklikler, çalışma koşullarındaki zorluklar ve iş arayanlar tarafından bazı işlerin tercih edilmemesi, iş arayan ile işin farklı mekânlarda olması ve mobilete eksikliği şeklinde sıralanabilmektedir.

Beveridge eğrisindeki bu görünüm Türkiye işgücü piyasasında beceri uyumsuzluğu probleminin bir yansıması olarak değerlendirilebilir. Ekonomide yüksek işsizlik oranı olmasına rağmen bazı boş pozisyonlar doldurulamamaktadır. Beveridge eğrisi işgücü piyasasındaki gelişmeler çerçevesinde takip edilerek eğrideki olabilecek kaymayı önleyici politikalar uygulanmalıdır.

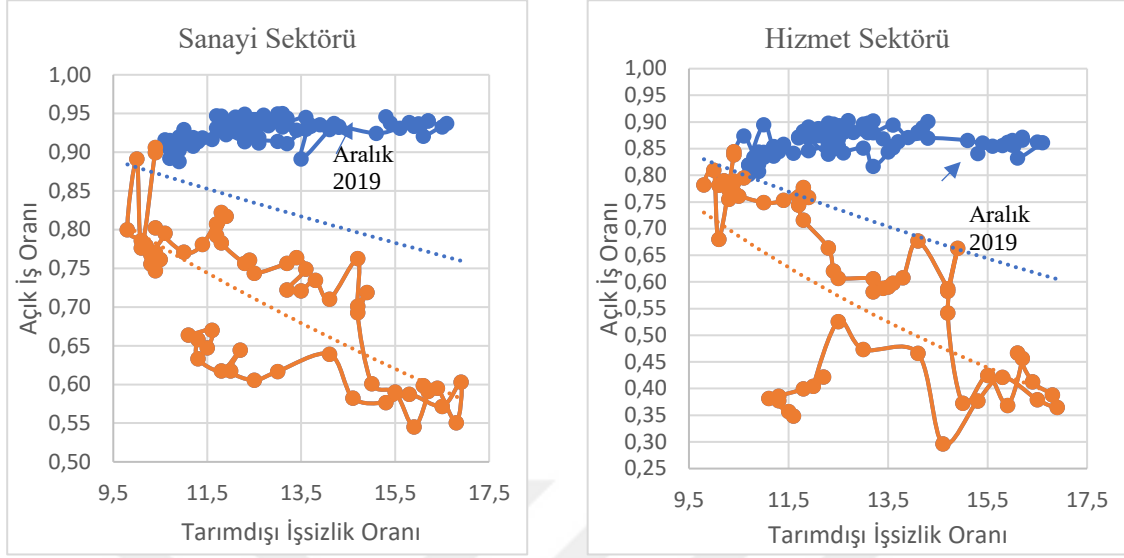
Grafik 3.19: Beveridge Eğrisi



Kaynak: TÜİK, İŞKUR istatistiklerinden yararlanılarak yazar tarafından hesaplanmıştır.

Teknolojik değişimin en yoğun hissedileceği sektörler olarak tahmin edilen sanayi ve hizmetler sektörünün Beveridge eğrilerine bakılması çalışmanın amacı doğrultusunda önem taşımaktadır (Grafik 3.20).

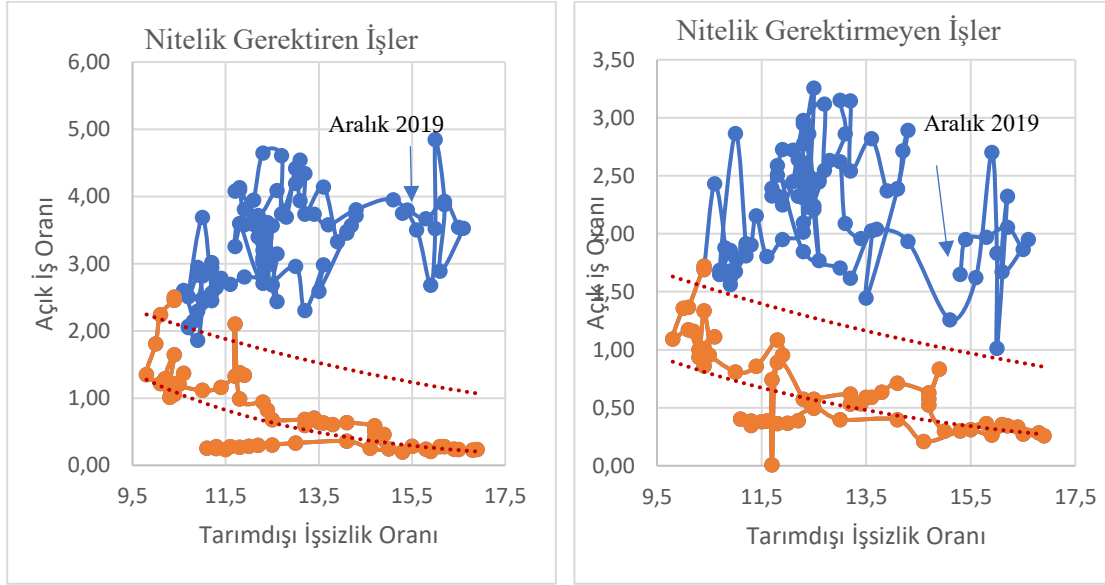
Grafik 3.20: Sanayi ve Hizmetler Sektörü Beveridge Eğrisi



Kaynak: TÜİK, İŞKUR istatistiklerinden yararlanılarak yazar tarafından hesaplanmıştır.

Teknolojik gelişmenin işgücü piyasası ve işsizliğin yapısı üzerindeki etkisini daha iyi anlayabilmek açısından nitelikli ve nitelsiz iş açığının Beveridge eğrisinin yorumlanması önem taşımaktadır. Literatürde bahsedildiği gibi teknolojik gelişmenin etkileyebileceği işlerin hangi iş niteliğinde olanlar olacağı karmaşası mevcuttur. Bu kapsamda, nitelikli işlerde Beveridge eğrisine bakıldığında, nitelik gerektirmeyen işlere göre yapısal uyumsuzluğunun daha az olduğu gözlemlenmektedir (Grafik 3.21). Nitelik gerektiren işlerin iş açığının az olması bu tip işlerin son yıllardaki teknolojik dönüşümden kaynaklı iş taleplerine olan esnekliklerinin yüksek olduğunu göstermektedir.

Grafik 3.21: Nitelikli- Nitelsiz İşler Beveridge Eğrisi



Kaynak: TÜİK, İŞKUR istatistiklerinden yararlanılarak yazar tarafından hesaplanmıştır.

Yapısal işsizliğin azaltılması için, işgücü kabiliyetlerinin geliştirilmesi, nitelikli eğitim düzeyinin artırılması gerekmektedir. Türkiye'nin işgücü piyasasında iş-işsiz arasında beceri uyumsuzluğu ya da başka nedenlerden kaynaklı var olan işsizliğin giderilmesi gerekmektedir. Bu kapsamda uygulanan işgücü politikalarının yapısal sorunlara ağırlık veren kısımlarının yeniden düzenlenmesi, eksik yönlerinin de tamamlaması gerekmektedir. 2012-2019 yılları arasında olumsuz yönde dönüşüm gösteren Beveridge eğrisi, işgücü piyasasında yapısal bir sorunun varlığına dair önemli bir gösterge olması açısından önem teşkil etmektedir. İlgili tedbirlerin ve politikaların uygulanarak Türkiye işgücü piyasasının yapısal ve uzun vadeli gelişiminin sağlanması gerekmektedir.

3.5. Bölüm Değerlendirmesi

Teknolojik değişimin sürecinde işgücü piyasasındaki istihdam geçişleri teknolojik değişimi etkileyecektir. Tarım istihdamındaki hala hacmini koruyan istihdamın sağlıklı bir biçimde sanayi istihdamına kaydırılması sanayileşme ve verimlilik artışının gerçekleşmesi için önem arz etmektedir. İşgücü piyasasında teknolojik değişimin gerektirdiği bilgi ve beceriye uyumlu işgücünün oluşturulması gerekmektedir.

Yapısal işsizlik dediğimiz işgücü talebi ve arzı arasındaki uyumsuzluktan kaynaklı işsizliğin son yıllarda işgücü piyasasında artış göstermesi, dijitalleşen

ekonominin işgücü taleplerinin farklılaşmasından kaynaklanabilmektedir. Bu durum, çalışmanın işgücü piyasası ve teknolojik değişim arasındaki ilişkiye yoğunlaşmasını destekler niteliktedir.



4. TÜRKİYE’DE TEKNOLOJİK DEĞİŞİM ve İŞGÜCÜ PİYASASINA YÖNELİK POLİTİKALAR

Türkiye ekonomisinin makroekonomik göstergelerine bakıldığında Türkiye, 2019 yılı verilerine göre yüzde 0,9 büyüme oranı, yüzde 48,1 istihdam oranı ve yüzde 13,7 işsizlik oranına sahip gelişmekte olan bir ülkedir. 2000’li yılların başından itibaren ekonomik ve sosyal alanda büyük yapısal değişimlerden geçen Türkiye’nin, öncelikli politikası olan rekabetçi ve yüksek katma değerli üretimin artırılması hedefi doğrultusunda son dönemde küresel dünyayı etkisi altına alan dijital dönüşüm trendini yakından takip etmesi gerekmektedir. Bu nedenle, ülkenin dijital dönüşüm sürecinde hangi aşamada olduğunun ve dijital dönüşümün işgücü durumuna etkilerine yönelik göstergelerinin Türkiye açısından değerlendirilmesi gerekmektedir.

PIAAC’a göre Türkiye¹⁵, ankete katılan OECD ülkeleri arasında ortalama altında kalmıştır. Yetişkinlerin çoğu teknoloji yoğun ortamda problem çözme becerilerinde yeterlilik gösterememiştir. Türkiye’deki yetişkinlerin sadece yüzde 8’i bu alanda en yüksek iki düzeyde yeterlilik göstermiştir. Ek olarak, yaklaşık yüzde 40’ının hiçbir bilgisayar deneyimi olmadığı veya BİT temel testinde başarısız olduğu gözlemlenmektedir. Ayrıca, yetişkinlerin yüzde 0,9’u teknoloji yoğun ortamda problem çözme becerilerindeki en yüksek düzey olan üçüncü seviyesindedir. Bu oran, yüzde 5,4 olan OECD ortalamasının oldukça altındadır. Türkiye’deki yetişkinlerin yüzde 6,9’u problem çözmede seviye ikide yeterlilik göstermiştir (OECD, 2016).

2017 yılında ülkemizde internet kullanan bireyler nüfusun yüzde 70’i kadardır. Temel ve üstü dijital beceriye sahip bireylerin tüm bireyler içinde yüzde 34’ lük bir kesimini oluşturduğu Türkiye’de, bu oran 2015 yılına göre 11 puanlık bir artış göstermiştir.

¹⁵ Anket Türkiye’de Nisan 2014- Mart 2015 tarihleri arasında gerçekleştirilmiş ve 15-64 yaş arasındaki 5.227 yetişkin ankete katılmıştır

Bu durum, Türkiye’de son dönemde dijitalleşmeyle ilgili farkındalığın arttığını göstermektedir. Ancak halen, ortalamanın altında dijital beceriye sahip bireyler tüm bireylerin yüzde 30’luk bir kesimi oluşturmaktadır. Türkiye’de istihdam edilen nüfusun içindeki temel ve üstü dijital beceriye sahip bireylerin yüzdesi 2015 yılında yüzde 34 ‘den 2017 yılında yüzde 47’ye yükselmiştir. Hiç ve çok az dijital beceriye sahip kişilerin yüzdesi ise söz konusu yıl aralığında 1 puan düşerek yüzde 33 seviyesinde gerçekleşmiştir (Eurostat, 2018b) .

2017 yılında Türkiye’de finans sektörü dışında kalan KOBİ’lerde çalışanların mobil cihazlardan iş için internette arama yapma oranı yüzde 65 (AB-28: yüzde 69) iken, 2018 yılı verilerine göre, çalışanların yüzde 34’ü (AB-28: yüzde 32) internet üzerinden uygulama ve yüzde 79’u (AB-28: yüzde 57) mobil e-posta hizmeti kullanabilmektedir (Eurostat, 2018b).

Uluslararası Öğrenci Değerlendirme Programı (PISA) 2015 yılı sonuçlarına göre Türkiye 72 ülke arasında 50. sırada yer almıştır. Ankete göre, bilim, matematik, okuma alanlarında ortalamanın altında bir görünüm sergileyen ülke, kız-erkek çocukları eşitliği ve sosyal geçmiş alanlarında ise ortalamanın üstünde seyretnmektedir.

Avrupa Mesleki Eğitimi Geliştirme Merkezi (CEDEFOP) çalışmasına göre, Türkiye yaşam boyu öğrenme açısından AB ortalamasının altında kalmaktadır. 2014 yılı verilerine göre ise, Türkiye’de mesleki eğitim ve staj harcamalarının GSYH içindeki payı yüzde 0,48 iken AB ortalaması yüzde 0,54 olarak gerçekleşmiştir.

2017 yılı verilerine göre bilgisayar ve diğer cihazlar arasında dosya aktarma açısından; 16-24 yaş arasındaki bireylerin yüzde 64,1’i bu beceriye sahipken 16-74 yaş arası bireylerin sadece yüzde 37,1’ inin bu beceriye sahip olduğu görülmektedir. Türkiye’de 2016 yılında imalat sanayinde her 10.000 çalışana yaklaşık 23 endüstriyel robot düşmektedir. Bu rakamla Arjantin ve Yunanistan gibi ülkeleri geride bırakan Türkiye, yine de pek çok gelişmiş ülkenin gerisinde kalmaktadır (International Federation of Robotics , 2016).

Türkiye’de 2018 yılının Temmuz ayında Cumhurbaşkanlığı bünyesinde faaliyet gösterecek olan Dijital Dönüşüm Ofisi kurulmuştur. Bu ofisin temel görevleri ekonomik

ve sosyal hayat ile kamunun dijitalleşmesi sürecinin etkili bir şekilde yönetilmesini sağlamaktadır. Bu amaca yönelik olarak Ofis, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı ile ortak çalışmalar yürütecektir. Ofisin Türkiye'nin dijital altyapısını oluşturma hedefi doğrultusunda öncelikli odak noktası eğitim altyapısının iyileştirilmesi olacaktır. Bu kapsamda üniversiteler ile işbirlikleri gerçekleştirilecek ve dijital yetkinliğe sahip işgücünün sanayi ile buluşturulması önceliklendirilecektir. Ofis ayrıca yerli ve milli teknolojilerin teşvik edilmesi ve yaygınlaştırılması için de özel çalışmalar yürütecektir.

Türkiye'nin sahip olduğu temel ekonomik ve sosyal göstergeler ışığında, 2018 yılı Eylül ayında Türkiye ekonomisinde temel ekonomik göstergelerin daha güçlü bir performans göstermesi ve ekonominin yeniden dengelenme sürecinin sağlanması amacıyla 2019-2021 yıllarını kapsayacak şekilde Yeni Ekonomi Programı (YEP) tanıtılmıştır. Söz konusu program dengelenme, disiplin ve değişim başlıkları altında üç ana hedefe odaklanmaktadır. Bu hedefler yardımıyla ekonomideki kırılganlıklar giderilerek ekonominin esnekliği artırılabilecek, maliye politikasında disiplin sağlanacak ve gelir dağılımının iyileştirilmesi ve verimliliğin artırılması yoluyla da ekonomide değişim sağlanacaktır. YEP ile birlikte 2019 yılında yüzde 2,3 yakalanması hedeflenmektedir. Program ile ayrıca 2021 yılında enflasyon oranının yüzde 6 seviyesine indirilmesi ve işsizlik oranının yüzde 10,8 olması hedeflenmektedir (T.C. Hazine ve Maliye Bakanlığı, 2019).

YEP ile hayata geçirilmesi planlanan yapısal reformlar ise 2019 yılı Nisan ayında duyurulmuştur. Bu kapsamda, (i) Ulusal Veri Merkezi'nin kurulması, (ii) sanayide orta ve yüksek katma değerli ürünlerin üretimine odaklanılması, ihracat odaklı bir üretim sistemi benimsenmesi ve sanayide yerleşme programının uygulanması, (iii) bilişim sektörünün de içinde bulunduğu 7 stratejik sektör belirlenmesi ve bu sektörlerin finansmana erişimini kolaylaştıracak adımlar atılması, (iv) çağın gereksinimlerine uygun şekilde eğitim bazlı istihdam sisteminin hayata geçirilmesi hedeflenmektedir (T.C. Hazine ve Maliye Bakanlığı, 2019).

4.1. Çerçeve Politika Dokümanları

4.1.1. Kalkınma Planları

Kalkınma Planları, Türkiye'nin kalkınması ve gelişmesi için geleceğe yönelik ekonomiye ve toplumsal hayata yön verecek gelişmeleri takip etmeyi ve ülkemize bu yönden yol gösterici bir misyon üstlenmeyi amaçlayan üst doküman belgeleridir. Birinci Kalkınma Planından itibaren kalkınmanın öncü göstergelerinden olan bireylerin işgücüne katılımlarının yaygınlaştırılması ve istihdamının arttırılması öncelikli politika alanları olarak öne çıkmaktadır.

Birinci Beş Yıllık Kalkınma Planı'nda (1963-1967) insan kapasitesinin geliştirilmesi gerekliliğine vurgu yapılmıştır. İnsan gücü, istihdam, eğitim ve araştırma konularının beraber değerlendirildiği Planda, niteliği yüksek işgücünün karşılanmasında başlıca kaynağın eğitim kurumları olduğu belirtilerek işgücü ve eğitim arasındaki güçlü ilişkiye vurgu yapılmıştır. İkinci Planda (1968-1972), tarım sektöründe olan gizli işsizliğe yoğunlaşmış ve bu sektördeki çalışanların eğitim ve beceri kabiliyetlerinin geliştirilerek diğer sektörlerle kaydırılmaları hedeflenmiştir. Planda ayrıca, Türkiye'nin kalkınması için her türlü teknolojik imkândan faydalanılacağına vurgu yapılmıştır. Üçüncü Planda (1973-1977), nitelikli insan gücünün yerinde ve verimli kullanılmasının önemi vurgulanarak ekonomik işleyişin daha iyi sağlanabilmesi için nitelikli işgücünün yetiştirilmesi ve doğru şekilde kullanılması gerektiği belirtilmiştir. Ayrıca sanayi sektörüne verilecek teknolojik dönüşüm teşvikleriyle yıllık yüzde 5 oranında verimlilik artışı hedeflenmiştir.

Dördüncü Planda (1979-1983), ilk kez teknolojik gelişme kaynaklı işsizliğe değinilmiş ve teknoloji gelişme nedeniyle işsiz kalanların genellikle eğitimsiz bireyler olduğu ve bu bireylerin işgücü piyasasında kalmalarına yönelik eğitim ve nitelik geliştirme çalışmaları yapılması gerektiği ifade edilmiştir. Ayrıca, Planda işgücü piyasasındaki arz ve talep uyumsuzluğuna değinilmiş bazı iş kollarında yüksek eğitimli mühendislere ihtiyaç duyulurken bazılarında ise orta eğitimli teknikerlere ihtiyaç duyulduğu ve işgücü arzının bu gelişmelerle uyumlu şekilde iş ve sektörlerle kanalize edilmesinin önemli olduğu vurgulanmıştır. Ar-Ge harcamalarının yükseltilmesi gerektiğine ve teknoloji transferinin önemine vurgu yapılmıştır. Beşinci Planda (1985-1989), istihdam politikalarının sektör ve teknoloji politikalarıyla uyumlu olması gerektiğine dikkat çekilerek istihdam içindeki bireylerin sektör ve teknolojiye uyum için

yaygın eğitim ve hizmet-içi eğitimlerin yaygınlaştırılması gerektiği ifade edilmiştir. Teknolojik gelişmeyi gözetken küçük işletmeler için ise kredi ve teşvik imkânlarının artırılması kararlaştırılmıştır. Altıncı Planda (1990-1994), modern teknolojilerin teşvik edilmesinin yanı sıra, bu alanda uluslararası teknik iş birliği çalışmaları önceliklendirilmiştir.

Yedinci Planda (1996-2000), istihdamının artırılması ve KOBİ'lerin istihdam potansiyelinden yararlanılması hedeflenmektedir. Sekizinci Planda (2001-2005), küreselleşme ve bilgi teknolojilerindeki hızlı gelişmeler; eğitim seviyesi yüksek, bilimsel araştırma ve gelişmeye önem veren insan gücünün yetiştirilmesi, üretimde verimliliği ve ileri teknoloji kullanımını ön plana çıkarılması ve refahtan daha fazla pay alınması için fırsatlar sunulması hedeflenmektedir. Dokuzuncu Planda (2007-2013), eğitimin işgücü talebine duyarlılığının artırılması amacıyla nitelik işgücüne ihtiyacın karşılanması hedeflenmektedir.

Onuncu Planda (2014-2018), yeterli düzeyde iş oluşturulması amacıyla yüksek ve istikrarlı büyüme için öncelikli alanlardan bazıları teknolojik yenilik ve beşerî sermaye ve işgücü piyasası olarak belirlenmiştir. Araştırma ve geliştirme faaliyetlerinin geliştirilmesi ve bilgi ve iletişim teknolojilerinin kullanımının yaygınlaştırılması önceliklendirilmiştir.

On Birinci Kalkınma Planının hazırlık sürecinde ise, düzenlenen Özel İhtisas Komisyonlarından (ÖİK) biri olan İşgücü Piyasası ve Genç İstihdamı ÖİK' sı, dijital ekonominin ve yaygın teknolojik gelişmelerin işgücü piyasasını nasıl etkilediği ve bu etkilerin ne şekilde fırsata dönüştürülebileceği konusuna odaklanmıştır. Ayrıca, işgücünün temel ve mesleki becerilerinin, piyasaların sürekli değişmekte olan ihtiyaçlarına cevap verecek şekilde geliştirilmesine imkân sağlayacak politika önerilerinin nasıl geliştirileceği üzerine değerlendirmeler de yapılmıştır (Strateji ve Bütçe Başkanlığı, 2020).

Ayrıca ÖİK' ların alt bileşenlerini oluşturan Çalışma Gruplarından (ÇG) biri olan Dijital Ekonomide Meslekler ve Yetkinlikler ÇG'da dijitalleşmenin işgücü piyasasına etkilerine odaklanılmıştır. Bir başkası olan Sanayide Dijitalleşme ÇG' de ise, tüm paydaşların bir araya getirilerek Türkiye özelinde sanayinin dijitalleştirilmesi

doğrultusunda, somut bir eylem planı oluşturulması amacı değerlendirilmiştir. On Birinci Kalkınma Planı'nda sözü edilen alanlarda ilerlemeler kaydedilmesi hedeflenmektedir.

4.1.2. “Dijital Türkiye” Yol Haritası

Türkiye’de imalat sanayii başta olmak üzere teknolojik dönüşüm sürecine yönelik kapsamlı çalışmalar 2016 yılı Şubat ayında Bilim ve Teknoloji Yüksek Kurulu’nun (BTYK) akıllı üretim sistemlerine yönelik çalışmalar yapılması kararı ile başlamıştır (Bilim Teknolojileri Yüksek Grubu 29. Toplantı Raporu, 2016). Bu kapsamda Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı ile TÜBİTAK bu alanda çalışmalar yapmak üzere görevlendirmiştir. Bu amaca yönelik olarak TÜBİTAK tarafından bir yol haritası hazırlanmıştır. Söz konusu yol haritası kapsamında kavram çalışması, mevcut durum analizleri ve paydaşlarla önceliklendirme çalışmaları gerçekleştirilmiştir. Ortaya konan yol haritasında 3 teknoloji grubunda 10 stratejik hedef ve 29 kritik ürün belirlenmiştir.

“Dijital Türkiye Yol Haritası”, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı tarafından 2018 yılı Temmuz ayında yayımlanmıştır. 6 birleşen, 18 eylem alanı ve toplamda 48 eylemden oluşan Rapor sayesinde, Türkiye ekonomisinin dünyada 4. sanayi devrimine geçiş dönemi trendini yakalaması ve öncelikle sanayi sektörü olmak üzere ekonominin genelinde dijital teknolojilerin kullanımının yaygınlaştırılması amaçlanmaktadır. Dijital Türkiye Yol Haritası’nı oluşturan 6 birleşen dijitalleşmenin sağlanması ve dijital teknolojilere uyumun yakalanması için büyük önem taşımaktadır (Şekil 4.1).

Şekil 4-1: Dijitalleşme Yol Haritasının Ana Birleşenleri



Kaynak: Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı, Dijital Türkiye Yol Haritası

Dijitalleşme Yol Haritası' nın ilk birleşeni olan İNSAN, dijitalleşme sürecinde eğitim altyapısını geliştirerek ve nitelikli işgücü yetiştirerek 4. sanayi devrimine uyum sağlamayı hedeflemiştir. Türkiye ekonomisinin dijitalleşmenin insan faktörüne verdiği önem, insanın ilk birleşen olmasından da net bir şekilde anlaşılmaktadır. Bu açıdan işgücü ve istihdam piyasalarını oluşturan Yol Haritasının en önemli birleşenlerinden biri olduğu görülmektedir.

İnsan Birleşeninin alt eylem alanları da işgücü piyasası için büyük öneme sahiptir. İnsan birleşeninde 6 ana alt eylem alanı tespit edilmiş ve hedefler buna yönelik olarak belirlenmiştir. Birleşenin kapsadığı eylemlerin gerçekleştirilmesinden sorumlu kurum ve kuruluşlar belirlenmiştir. Temel olarak sorumlu kuruluş olan Sanayi ve Teknoloji Bakanlığının yanı sıra MEB, YÖK, TÜBİTAK, KOSGEB, TİM, TÜSİAD, TTGV, SDDP, OSBÜK¹⁶, Üniversiteler ve Sürekli Eğitim Merkezleri birleşenden sorumlu kurum ve kuruluşlar olarak tespit edilmiştir. Birinci Birleşen kapsamında, dijital dönüşüm

¹⁶ Kısaltmaların açılımları sırasıyla; Milli Eğitim Bakanlığı, Yüksek Öğretim Kurumu, Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu, Küçük ve Orta Ölçekli İşletmeleri Geliştirme ve Destekleme İdaresi Başkanlığı, Türkiye İhracatçılar Meclisi, Türk Sanayicileri ve İş İnsanları Derneği, Türkiye Teknoloji Geliştirme Vakfı, Sanayide Dijital Dönüşüm Platformu ve Organize Sanayi Bölgeleri Üst Kurulu.

sürecinde farkındalığının artırılarak dijital teknolojilerin kullanımının yaygınlaştırılması önümüzdeki süreçte belirlenen hedeflerdir (T.C. Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı, 2018).

Önümüzdeki dönemde ülke ekonomisinin dijitalleşmesi kapsamındaki eylemler hayata geçirilecektir. İmalat sanayinin dijitalleşmesi amacıyla, üretim süreçlerini etkileyecek 9 dijital teknolojiye yönelik yol haritası hazırlanacaktır. Yine imalat sanayi sektöründe üreticiler arasında farkındalığın artırılması için 10 pilot il belirlenerek çalışmalar bu illerde yoğunlaştırılacaktır.

4.1.3. Sanayide Dijital Dönüşüm

Sanayide dijital dönüşümün sağlanması için kurulan Sanayide Dijital Dönüşüm Platformu, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı'nın himayesinde kapsayıcı bir dijitalleşme süreci geçirme amacı doğrultusunda Sanayi ve Teknoloji Bakanının başkanlığında oluşan bir İcra Kurulu, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı Sekreteryası ve ilk aşamada 6 Çalışma Grubundan oluşan yapı 2016 yılında kurulmuştur. TOBB himayesindeki Altyapı Çalışma Grubu işgücü konusu ve TTGV himayesindeki Eğitim Çalışma Grubu nitelikli işgücü altyapısının oluşturulması konusu, işgücü ve istihdam piyasaları ile ilişkili olarak değerlendirilebilir.

Önümüzdeki süreçte Dijital Türkiye Yol Haritasının Yönetişim birleşeni çerçevesinde Sanayide Dijital Dönüşüm Platformu'nun yapısı gözden geçirilerek Platformun iş planı hazırlanacak ve Platform bünyesinde teknik komiteler kurulacaktır.

4.1.4. Yetkinlik ve Dijital Dönüşüm Merkezleri -Model Fabrikalar

Türkiye'de başta KOBİ'ler olmak üzere imalat sanayiinin teknolojik değişim sürecini hızlandırmak, verimliliğini ve rekabetçiliğini artırmak amacıyla Ankara ve Bursa'da Yetkinlik ve Dijital Dönüşüm Merkezi (Model Fabrika) açılmıştır. Ankara'da kurulan bu model fabrika Türkiye'de bir ilk olmasının yanı sıra dünyada da onuncu model fabrikadır. Model fabrikalarda girişimciler ve işletmeler hata yapma özgürlüğünün olduğu bir ortamda, farklı teknolojileri deneyimleyerek yeni üretim tekniklerini öğrenmektedirler. Model fabrikalar bir anlamda yeni üretim tekniklerinin yaygınlaşmasını sağlayan eğitim ve danışmanlık merkezleri olarak tasarlanmıştır. Açılan

merkezde deneyimsel öğrenme ilkesine dayalı yüzde 65 uygulamalı, yüzde 35 kuramsal bir eğitim programı uygulanmaktadır (UNDP, 2019). Önümüzdeki dönemde de İzmir, Gaziantep, Mersin, Kayseri ve Konya olmak üzere beş il için de çalışmaların başlatılması hedefleri belirlenmiştir. Ayrıca, 2026 yılına kadar sayılarının 10 fabrikaya çıkarılması hedeflenmektedir.

Dijital Türkiye Yol Haritasında, dijital dönüşüm pilot uygulamasının Gaziantep’te başlamasına karar verilmiştir. Bu kapsamda, Cazibe Merkezlerini Destekleme Programı kapsamında Gaziantep Sanayi Odası bünyesinde Dijital Dönüşüm Merkezi açılmıştır. Kuruluş amacı, Gaziantep’ in imalat sanayinin dijital dönüşüme uyum sağlaması ve ihracat kapasitesinin geliştirilmesi olan Merkez, dijitalleşme yoluyla bölgesel kalkınmanın desteklenmesi açısından önemli bir örnektir

4.1.5. Sanayinin İhtiyaç Duyduğu İşgücü Nitelikleri Raporu

Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı tarafından hazırlanan “Sanayinin İhtiyaç Duyduğu İşgücü Nitelikleri” raporu 2017 yılında yayımlanmıştır. Raporda, 26 Ekim 2017 tarihinde Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı himayesinde düzenlenen “Dijitalleşen Sanayide Nitelikli İşgücünün Sağlanması Çalıştayı” sonuçlarına da yer verilmiştir. Bu bağlamda, Çalıştay süresince paydaşlarla yapılan istişare ve analizler sonucunda, dijital dönüşümle doğrudan ilişkili olan aşağıdaki eylemlerin hayata geçirilmesi gerektiği sonucuna ulaşılmıştır. Bunlar;

- Sanayinin dijitalleşmesinin getireceği ihtiyaçlar çerçevesinde insan kaynağının her seviyede yetiştirilebilmesi için üniversitelerde inter-disipliner bir yaklaşımla yeni lisansüstü ve lisans bölümlerinin açılması ve mevcut bölümlerin revize edilmesi,
- Mesleki eğitim kurumlarında görevli eğitimcilerin dijitalleşmeye yönelik ihtiyaç durumunda yurtdışında burslu eğitim almasının, sanayide teknik ziyaretlerin sistematik olarak yapılarak bilgi ve tecrübelerinin artırılması ve sanayideki uzmanlar tarafından koçluk ve ustalık eğitimi verilmesinin sağlanması,
- Dijitalleşme sürecinde bütün eğitim kademelerinde teknolojinin tüm imkânları ve uygulamaları kullanılarak bireylerin yaratıcılıklarının ön plana çıkarıldığı eğitim süreçleri ve yöntemlerinin geliştirilmesi ve meslek lisesi

müfredatlarının, uygulamalı eğitim ve staj olanaklarının ihtiyaçlar doğrultusunda güncellenmesi

olarak belirlenmiştir.

Kamu-özel-akademi iş birliği kapsamında gerek orta-lise gerekse lisans ve lisansüstü eğitim düzeyleri olmak üzere geleceğin teknolojilerine yönelik uygulama alanlarının ve programların oluşturulması ve yaygınlaştırılması büyük önem taşımaktadır. Bu kapsamda, bir portal hazırlanarak kamu-özel işbirliğini arttırmak amacıyla paydaşların kullanımına sunulmuştur. Portal aracılığı ile, ortak projeler üretilmesi, paydaşların tek bir ağ üzerinden fonlara, bilgi kaynaklarına, yatırımcılara, araştırmalara kolaylıkla erişim sağlamaları hedeflenmektedir. Portala 3861 araştırmacı, 2315 kuruluş, 70 araştırma merkezi, 79 destek ve fon kayıtlı¹⁷ durumdadır (Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı, 2015).

4.2. Aktif İşgücü Politikaları: Eğitim ve Teknolojiye İlişkin İstihdam Teşvikleri

Devletler, bireyin işgücüne dahil olması ve işgücünden istihdam piyasasına geçişini, istihdamda kalışını kolaylaştırıcı ve istihdamda olmayan bireylerin de toplum içinde varlığını sürdürebilmesi için birtakım politika önlemleri alma görevlerine tabidir. Aktif işgücü politikaları, bireylerin istihdama girişlerini ve istihdamda kalışlarını destekleyen işgücü politikalarıdır. Aktif işgücü politikaları denildiğinde anlaşılması gereken kişinin istihdamda olduğu süre boyunca yararlanacağı teşvik, destek, hibe, vergi indirimi gibi kamu politika araçlarıdır.

Aşağıda sıralanan aktif işgücü politikaları, politika yapıcılarının istihdam politikasına verdikleri önemin anlaşılması açısından önem arz etmektedir. Bu minvalde, son dönemde sıkça dile getirilen dijital dönüşümün işgücü piyasalarına etkileri de artık politika yapıcılarının gündemine girmiş bulunmaktadır. Mevcut konjonktürel gerekliliklerle beraber, 2018 yılında hayata geçirilen İstihdam Seferberliği ve 2019

¹⁷Portala kayıtlı paydaşlara <https://kusip.gov.tr/kusip/views/portalPaydaslar.htm?tur=0> web sitesi aracılığı ile erişilebilmektedir (Erişim tarihi: 3 Mart 2020).

yılında yayımlanan 100 Günlük İcraat Programlarıyla da vurgulandığı üzere dijital dönüşüme yönelik politikalar artık önemli bir gündem teşkil etmektedir. Bu tip programlar kapsamında, bilişim sektörü istihdamının teşvik edilmesi ve Sanayi Doktora Programı yoluyla doktora öğrencilerinin desteklenmesi gibi icraatlar bu alana yönelik atfedilen önemin anlaşılması açısından önem taşımaktadır. Aktif İşgücü Politikaları arasında işgücünün yetkinliğini artırıcı ve teknolojik gelişmeyi takip eden istihdam teşvikleri aşağıda kısaca sıralanmaktadır.

- Araştırma, Geliştirme ve Tasarım Faaliyetlerinin Desteklenmesi Teşviki
- İŞKUR Staj Programları- Stajyer Çalıştıran İşveren Teşviki
- Kadın, Genç ve Mesleki Yeterlilik Belgeli Kişilerin İstihdam Teşviki
- İŞ-KUR İşbaşı Eğitim Programını Bitirenlere Sigorta Prim Teşviki
- İmalat ve Bilişim Sektörlerinde Yüksek Tutarda Prim Desteği Teşviki
- Mesleki Eğitim ve Beceri Geliştirme İşbirliği Protokolü (MEGİP)

Ayrıca son dönemde gündemde olan Mesleki Eğitimde Kupon Yöntemi ile özellikle bilişim sektörü olmak üzere işgücü temininde güçlük çekilen sektörlerle yönelik kişilerin kendilerine en uygun zaman ve şartlarda eğitim almalarını sağlayan bir teşvik uygulanması planlanmaktadır. Ülkemizin önümüzdeki dönemde işgücü piyasasına yönelik uygulanmasını planladığı en önemli politika araçlarından biri olan Kupon Yöntemi, dünyanın çeşitli ülkelerinde uygulanan ve kişilere belirli mesleki niteliklerin kazandırılması amacıyla düzenlenen eğitimlerin finansman yöntemlerinden biridir. Kupon yöntemini uygulanan diğer mesleki eğitim kurslarından ayıran özellikler; bireysel ihtiyaçlara yönelik şekillenebilmesi ve eğitim imkanlarının çeşitlenmesi nedeniyle artan rekabetçi piyasa koşullarının mesleki eğitimin kalitesini ve etkinliğini arttırmasıdır. Geliştirilen ortak proje kapsamında kişilere 10 bin TL eğitim kuponu verilmesi planlanmaktadır.

Özellikle işverenler tarafından talebi yoğun olan ve nitelik gerektiren işlerde çalışabilecek işgücü arzının artması için önemli bir girişim olan Kupon Yöntemi, bir anlamda işgücü piyasasında nitelikli işlere yönelik arz ve talep uyumsuzluğunu gidermeyi hedeflemektedir. İŞKUR tarafından yürütülecek uygulama kapsamında, ilgili kurumlar tarafından bilişim sektörü örnek verilmiş ve söz konusu sektöre ilişkin uluslararası geçerliliği olan sertifika programı yoluyla işgücünün uluslararası denklikte bir nitelik kazanması planlandığı ifade edilmiştir.

4.3. Bölüm Değerlendirmesi

Türkiye'nin teknolojik ilerlemelerin avantajlarını yakalamak amacıyla geniş bir hareket alanının olduğu görülmektedir. Bu kapsamda özellikle 2000'li yılların başından bu yana hayata geçirilen politikaların da etkisiyle işgücüne katılım oranlarında artış sağlanmış, beşeri sermaye her geçen gün piyasanın istekleriyle uyumlu hale getirilmiş ve özel sektörün yenilikçiliğinin artırılması sağlanmıştır.

Ancak teknolojik dönüşümün hızının bu denli yüksek olması nedeniyle, politika setlerinin ve eğitim sistemlerinin her geçen gün yenilenmesi ve devamlılığının sağlanması gerektiği de bir gerçektir. Bu nedenle Türkiye ekonomisinin özellikle eğitim sisteminin piyasa tarafından ihtiyaç duyulan en yeni yetenek setlerine odaklanması gerekmekte ve atılan doğru adımların devamlılığının sağlanması gerekmektedir. Türkiye'nin genç nüfusunun avantajını en etkili şekilde kullanabilmesi ve son yıllarda giderek artan mülteci sorunuyla beraber işgücü piyasasının daha istikrarlı hale getirilebilmesi Türkiye'nin önümüzdeki dönemde teknolojik dönüşüm sürecinde nerede konumlanacağını daha açık bir şekilde gösterecektir. Türkiye'nin bu kapsamda atabileceği adımlara ilişkin muhtemel politika önerileri çalışmanın sonuç ve öneriler bölümünde daha ayrıntılı şekilde ele alınmaktadır.

5. TÜRKİYE EKONOMİSİNDE TEKNOLOJİK DEĞİŞİM-İSTİHDAM İLİŞKİSİNİN EKONOMETRİK ANALİZİ

Bu bölümün temel amacı, teknolojik değişimin işgücü piyasasını uzun vadeli olarak nasıl etkileyeceğini değerlendirmektir. Bölümün ilk kısmında, öncelikle teknolojik değişimin işgücü piyasasına etkilerinin değerlendirilmesinde hangi analiz yönteminin kullanılacağı açıklanacak, kullanılan analiz yönteminin sonucunda ortaya çıkan modele yönelik tahmin gerçekleştirilecektir. Takip eden kısımda ise, ortaya çıkan model sonuçları irdelenecektir.

İnovasyon ve Ar-Ge'nin istihdam üzerindeki etkisi tartışmasız şekilde olumlu olsa da (Mairesse ve Sassenou, 1991; Ortega-Argilés ve ark., 2010), teknolojik değişimin istihdam üzerindeki olası etkilerini değerlendirmek çok daha tartışmalı bir konudur. Özellikle son dönemde dijital teknolojilere dayalı yeni bir ekonominin ortaya çıkmasıyla beraber konu daha da önem kazanmıştır. Teknolojik değişimin istihdam üzerindeki olası etkilerine yönelik geçmiş tartışmalar tekrar gündeme gelmiştir.

Teknolojik işsizlik kavramını 1930 yılında ilk kez kullanan Keynes, teknolojik değişimlerin işgücü piyasasına etkilerini incelerken fazlaca kötümser olmamak gerektiğini söylemiştir. İşgücü tasarrufu sağlayan yenilikler, ürün talebinden daha hızlı bir şekilde işgücü verimliliğini artırmakta olduğunu ifade eden Keynes, bazı iş türlerinin orta vadede bu yeniliklerle beraber ortaya çıkacağını ifade etmiştir. Öte yandan, Marx' ın telafi teorisi adını verdiği teoriye göre, yenilik nedeniyle istihdamdaki azalmanın dolaylı etkiler yoluyla dengelenebileceği belirtilmektedir (Bogliacino & Vivarelli, 2010).

Telafi teorisi teknolojik değişimin tetiklediği farklı piyasa tazminat mekanizmalarının varlığına dayanmaktadır. Teknolojik yeniliğin bir yandan, emek tasarrufu ortaya çıkardığı ve emek tasarrufunun fiyat ve gelir etkisini içerdiği ifade edilmektedir. Uzun vadede azalan maliyetlerden kaynaklı azalan fiyat etkisi yeni üretim ve istihdama teşvik etmektedir (Vivarelli, 1996; Petit,1993). İkinci olarak, teknolojik gelişmenin maliyetler açısından kısa vadede kar ve ücretleri negatif etkileyebileceği ancak uzun vadede karlardaki artış yoluyla yeni işlerin ortaya çıkacağı değerlendirilmektedir. Öte yandan, ücretlerin uzun vadede artması ise tüketimin artmasına ve talep artışı yoluyla teknolojik gelişmenin iş kayıplarını telafi edecek istihdam artışına yol açması muhtemeldir.

Teknolojik gelişmenin Ar-ge harcamalarında bir artış olması suretiyle gerçekleşeceği varsayımında bulunurken, Ar-ge harcamalarının istihdama etkisinin pozitif yönde sapsmalı olabileceğinin göz önüne alınması gerekmektedir. Özellikle, ürün bazlı yeniliği emek dostu yapısı bazı mikro ekonomik çalışmalarda ortaya çıkarılmıştır (Entorf ve Pohlmeier, 1990; Brouwer ve Kleinknecht, 1993).

Teknolojik değişimin istihdama etkilerinin sektörel olarak değişim gösterebileceği de bir başka çalışma alanını oluşturmaktadır. Örneğin, Pianta (2002) çalışmasında, teknolojik değişim ve istihdam arasındaki imalat sektöründe negatif bir ilişkinin varlığından söz ederken Evangelista (2000) ve Evangelista ve Savona (2002) çalışmalarında, bilgi yoğun ve yenilikçi hizmet sektörlerinde yenilik harcamalarının istihdamı pozitif, ulaştırma gibi geleneksel hizmet sektörlerinde ve finansal hizmet sektörlerinde istihdamı negatif etkilediği sonucuna ulaşılmıştır.

Bu nedenle bu çalışmada, Türkiye ekonomisi özelinde Ar-Ge harcamaların istihdam üzerindeki etkileri değerlendirmeye çalışılacaktır. Makro düzeyde teknolojik değişimin etkilerini öngörmek belirli kısıtları beraberinde getirmektedir. Özellikle, teknolojik gelişmeyi temsil eden göstergeler olabilecek Ar-Ge harcamaları, BİT yaygınlığı ya da patent sayısı gibi göstergeler ekonominin tümündeki teknolojik gelişmeyi açıklamakta yetersiz olabilmektedir. Ayrıca, istihdamı etkileyen çalışma saatleri, işgücü dinamikleri, verimlilik ve döngüsel koşullar gibi işgücü piyasası yapısı etkenleri de değerlendirilmelidir.

5.1. Araştırma Yöntemi ve Türkiye Özelinde Kullanılacak Belirleyiciler

Teknolojik değişimin istihdama etkisinin araştırılması amacıyla, 2004-2018 yılları arasında istihdam oranı, araştırma ve geliştirme harcamalarının GSYH'ye oranı, işgücü reel ücret getirisi artış oranı ve işgücü verimliliği çeyreklik verilerinden oluşan serilerden yararlanılmıştır. Çalışmada, model kurma sürecinin en önemli aşamalardan biri olan değişken seçiminde ekonomik teoriden ve öncesinde yapılan ampirik çalışmalardan yararlanılmıştır.

Teknolojik değişimin istihdama makro düzeydeki etkileri incelendiğinde, orta ve uzun vadeli bir bakış açısı ile ülkenin geçmiş dönemi ve potansiyel ekonomik performansının değerlendirilmesi önem taşımakla birlikte, etkinin tam olarak

ölçülmesinin çok zor olduğu değerlendirilmektedir. Bu durumun temel olarak iki nedeni bulunmaktadır. İlk olarak, tahminde kullanılan teknolojik gösterge verisinin birtakım varsayımlarla çerçevelendirilmesi gerekliliğidir. İkincisi ise Ar-Ge harcamaları dışında makro düzeyde teknolojik dönüşüme ilişkin verilerin kısıtlı olmasıdır.

İstihdam oranı verileri, TÜİK' in yayımladığı Hanehalkı İşgücü Anketi'nden (HİA) alınmıştır. Türkiye ekonomisi işgücü piyasası göstergelerinden biri olan istihdam oran verisi aylık ve yıllık olarak TÜİK tarafından yayımlanmaktadır. Ankette aylık veriler üç aylık ortalamalar alınarak hesaplanmaktadır. Bu, örneğin Şubat istihdam verisinin Ocak ve Mart aylarını içermesi anlamına gelmektedir. Bu nedenle çalışmada yararlanılan çeyreklik veriler de Şubat, Mayıs, Ağustos ve Kasım ayları istihdam verilerini içerecek şekilde derlenmiştir.

Ar-Ge harcamalarının GSYH' ye oranı yine TÜİK tarafından yayımlanan Araştırma, Geliştirme Faaliyetleri Araştırmasından alınmıştır. Ar-Ge Harcamaları TÜİK tarafından yıllık olarak hesaplanmaktadır. Bu çalışmada, çeyreklik veriler kullanılması nedeniyle Ar-Ge harcamaların çeyreklik verilere dönüştürülmesi ihtiyacı ortaya çıkmıştır. Bu nedenle, Ar-Ge harcamaları veri çözümleme yöntemi kullanılarak çeyreklik veriye dönüştürülmüştür. Bunu yaparken, ortalamanın yıllık veriye uyumlu olacak şekilde GSYH artış oranına uygun bir şekilde değişmesi sağlanmış ve zaman serisi olması nedeniyle verinin normal dağılıma sahip olması gözetilmiştir.

İşgücü verimliliği verisi, işgücü istatistikleri ve GSYH verisi kullanılarak hesaplanmıştır. Çeyreklik veri olarak hesaplanan işgücü verimliliği durağan hale gelmesi için dört çeyreklik ortalaması alınmış GSYH verisinin yine dört çeyreklik ortalaması alınmış toplam istihdam verisine bölünmesiyle endeks haline getirilerek elde edilmiştir.

İşgücü reel ücret artışı verisi ise, GSYH hesaplama yöntemlerinden biri olan gelir yöntemi ile GSYH veri seti içinde yer alan işgücü ödemeleri verisinin GDP deflatörüne bölünmesiyle elde edilmektedir. Artış oranı kullanılmasının temel nedeni, verinin durağan hale gelmesine yol açmaktır.

Söz konusu verilerden; istihdam oranı, GSYH artışı, Ar-Ge harcamalarının GSYH'ye oranı verileri TÜİK'in yayımladığı Hanehalkı İşgücü Anketinden alınmıştır. İşgücü reel ücret verisi ise, yine TÜİK tarafından yayımlanan GSYH verilerinden biri

olan gelir yöntemine göre GSYH verileri ve deflatörler derlenerek hesaplanmıştır. İşgücü verimliliği ise GSYH verileri ve istihdam verileri derlenerek hesaplanmıştır (Tablo 5.1).

VAR modellerinin ekonometrik model olarak kullanılmasının tercih edilmesi nedeniyle olabilecek en az sayıda parametreyle modelin açıklanmaya çalışılması gerekmektedir. Bunun nedeni VAR modelinin zaman serisi verilerinin boyutuyla karşılaştırıldığında çok yoğun şekilde parametrelendirilmesidir.

Tablo 5-1: Modelde Yararlanılan Girdilere İlişkin Özet Açıklamalar

Değişkenler		Veri Aralığı	Kaynak
EMP	İstihdam Oranı	2005Ç1- 2018Ç4	TÜİK
RD	Bilginin Üretilmesi ve Yenilikçilik	2005Ç1- 2018Ç4	TÜİK
REALWAGE	İşgücü Reel Ücret Getirisi Artış Oranı	2005Ç1- 2018Ç4	Hesaplama
PRODV	İşgücü Verimliliği	2005Ç1- 2018Ç4	Hesaplama

5.2. Vektör Otoregresif Modeller (VAR)

Eldeki veriler çerçevesinde, analizde girdilerin birbirleriyle ilişkisini analiz edebilmek amacıyla VAR analizi kullanılacaktır. VAR Modelleri, çoklu zaman serilerinin ortak dinamiklerini yakalamak için tasarlanmış çok değişkenli doğrusal zaman serisi modelleridir. Bu çalışmada VAR modelleri kullanılmasının temel nedeni, bu modellerin diğer zaman serisi analiz yöntemlerinden daha kararlı sonuçlar vermesi ve çok değişkenli zaman serileri arasındaki etkileşimi yakalamakta daha kullanışlı olmasıdır.

Dinamik ilişkileri daha sağlıklı ortaya koyması ve kısıtlama gerektirmemesi nedeniyle son yıllarda zaman serilerinde yoğunlukla tercih edilen VAR modelleri, klasik zaman serisi analiz yöntemleri gibi içsel-dışsal ayrımı gözetmediği için eş-anlılık sorunu oluşturmadığı gibi aynı zamanda bağımlı değişkenlerin gecikmelilerinin kullanılması nedeniyle, geleceğe yönelik güçlü tahminler yapılmasına imkân vermektedir (Uysal, Mucuk, & Alptekin, 2008).

VAR modellerinin en önemli özelliklerinden birisi de modelin sağında içsel değişkenlerin sadece gecikmeli değerlerinin olması her denklemin EKK yöntemi kullanılarak analiz edilebilir olması anlamına gelmektedir (Akan & Kanca, 2015).

VAR modelleri sistemdeki her bir bağımlı değişkeni, tüm bağımlı değişkenlerin gecikmelerinin fonksiyonu olarak ele almaktadır.

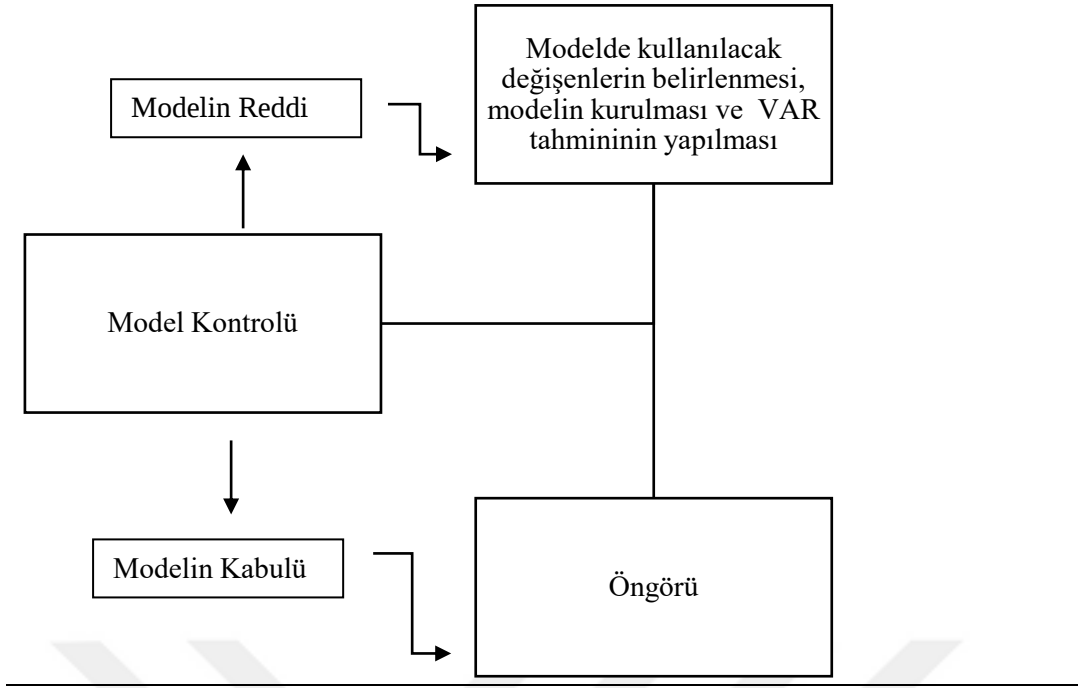
$$y_t = [y_{1,t}, y_{2,t}, \dots, y_{n,t}]' \quad (5.1)$$

Birinci denklemin, t zamanında n tane değişkenin içerildiği bir vektörü ifade etmektedir. VAR modeli, bu değişkenleri içeren vektörün zaman içinde değişimini geçmiş gerçekleştirmeler ve stokastik hata terimlerinin yoluyla tanımlanmasını içermektedir. En yalın haliyle bir VAR modeli aşağıdaki denklem sistemiyle ifade edilebilir;

$$y_t = a_1 + \sum_{i=1}^p b_{1i}y_{t-i} + \sum_{i=1}^p b_{2i}x_{t-i} + v_{1t} \quad (5.2)$$

$$x_t = c_1 + \sum_{i=1}^p d_{1i}y_{t-i} + \sum_{i=1}^p d_{2i}x_{t-i} + v_{2t} \quad (5.3)$$

İki değişkenden oluşan yukarıdaki model standart bir VAR modelini yansıtmaktadır. y_t ve x_t olmak üzere iki bağımlı değişkenin gecikmeleriyle birlikte kullanıldığı modelde, içsel- dışsal ayrımı gözetilmemektedir. Denklem sistemindeki p gecikme aralığını göstermektedir. V ortalamaları sıfır, varyansları sabit, birbirleri arasında kovaryans bulunmayan rassal hata terimlerini yansıtmaktadır.



Şekil 5-1:VAR Modelleri Tahmin Süreci

VAR modelleri yoluyla değişkenler arasındaki ilişkilerin sağlıklı tahmin edilmesi için takip edilmesi gereken aşamalar aşağıda sıralanmaktadır;

- VAR modeline dahil edilecek tüm değişkenlerin durağanlık kontrollerinin yapılabilmesi için test yapılması,
- Optimum gecikme sayısına karar verilmesi,
- Nedensellik testleri yapılması,
- VAR modelinin tahmin edilmesi (Şekil 5-1).

5.2.1. Birim Kök Testi Sonuçları

Zaman serisi çalışılan çoğu analizde olduğu gibi VAR analizinde de kullanılan değişkenlerin durağan özellik sergilemesi önem arz etmektedir. Değişkenlerin durağan özellik sergilemesi regresyon sonucu ortaya çıkan tahminlerin doğru ve sapmasız gerçekleşmesi için önemli kriterlerden biridir.

Çalışmada, kullanılan değişkenlerin analiz edebilmesi amacıyla Genişletilmiş Dickey Fuller (ADF) ve Phillips–Perron (PP) durağanlık testleri yapılmıştır.

Aşağıda gösterildiği şekilde, hem ADF hem de Phillips- Person birim kök testine göre de hesaplanan test istatistiklerinde istihdam oranı, Ar-Ge Harcamaları ve İşgücü

Verimliliği göstergelerinin ise iki test istatistiği açısından da birinci farklarının durağan olduğu [I (1)] sonucu gözlemlenmiştir (Tablo 5.2, Tablo 5.3). Reel Ücret Artışında ise, ADF testine göre birinci farktan durağan olduğu sonucuna ulaşılmışken Phillips- Person testine göre düzeyinde durağan olduğu sonucu ortaya çıkmıştır. Reel ücret artışı göstergesi açısından oluşan bu farklı sonuçta ADF test sonucu baz alınarak analize devam edilecektir. Bunun nedeni, literatürde ADF testinin daha sık kullanılmasıdır.

Tablo 5-2: Augmented Dickey-Fuller (ADF) Testi

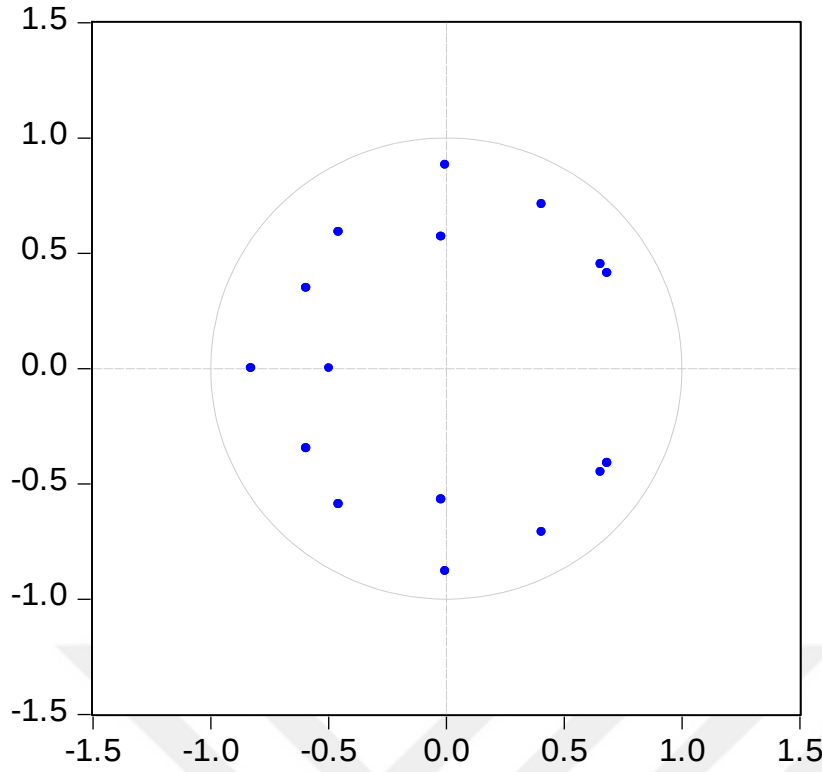
Değişkenler	ADF Testi (prob)			Sonuç
	Düzyey	Birinci Fark	İkinci Fark	
EMP	0.7893	0.0068	-	1.Farkta durağan
RD	0.3218	0.0001	-	1.Farkta durağan
REALWAGE	0.1544	0.0000	-	1.Farkta durağan
PRODV	0.5271	0.0007	-	1.Farkta durağan

Not: Akaike Inforamation Kriterine göre maksimum gecikme uzunluğu 10.

Tablo 5-3: Philips- Peron Birim Kök (PP) Testi

Değişkenler	Philips- Peron Birim Kök Testi (prob)			Sonuç
	Düzyey	Birinci Fark	İkinci Fark	
EMP	0.0842	0.0000	-	1.Farkta durağan
RD	0.3228	0.0000	-	1.Farkta durağan
REALWAGE	0.0000	-	-	Düzeyinde durağan
PRODV	0.9558	0.0004	-	1.Farkta durağan

Durağan bir VAR modelinde karakteristik köklerin her birinin tersi alınabilir olmalıdır. Modelin son kertede durağan hale geldiğinin tespiti için yararlanılan AR Karakteristik Polinomunda da görülebileceği gibi test köklerinin hepsi durağan karakter sergilemektedir. VAR analizi sonucu modelde yer alan köklerin her birinin çemberin içinde yer alması bunun kanıtıdır (Şekil 5-2).



Şekil 5-2: AR Karakteristik Polinomunun Ters Kökleri

5.2.2. Uygun Gecikme Uzunluğunun Belirlenmesi -Bilgi Kriterleri

VAR yönteminin bir özelliği de modelde yararlanılan değişkenlerin gecikme sayısı açısından hassas olmasıdır. Modelin gecikme sayısının optimal olarak belirlenmesi büyük önem taşımaktadır. Modelin gecikme uzunluğu olması gerektiğinden kısa olursa modelin açıklama gücü zayıf olacaktır. Gecikme uzunluğunun olması gerektiğinden daha fazla olması ise, pek çok anlamlı verinin kaybolmasına yol açarak modelin serbestlik derecesini zayıflatacaktır. Bu nedenle, VAR modellerinin değişken sayısı ve gecikme uzunluğunun optimalde belirlenmesi oldukça önemli olarak değerlendirilmektedir.

VAR modellerinde uygun gecikme uzunluğunu belirlemek için; LR (Log Likelihood), Son Öngörü Hatası (Final Prediction Error (FPE)), Akaike Bilgi Ölçütü (Akaike Information Criteria (AIC)), Schwarz Bilgi Ölçütü (Schwarz Information Criteria (SIC)) ve Hannan-Quinn Bilgi Ölçütü (Hannan-Quinn Information Criteria (HQ)) ölçütleri kullanılmaktadır (Şahbaz & Bilgin, 2009).

Çalışılan model 6. gecikmeye kadar tahmin edilmiş olup uygun gecikme uzunluğunun FPE ve AIC' ye göre 4 olduğu tespit edilmiştir (Tablo 5.4).

Tablo 5-4: VAR Gecikme Uzunluğu Kriteri

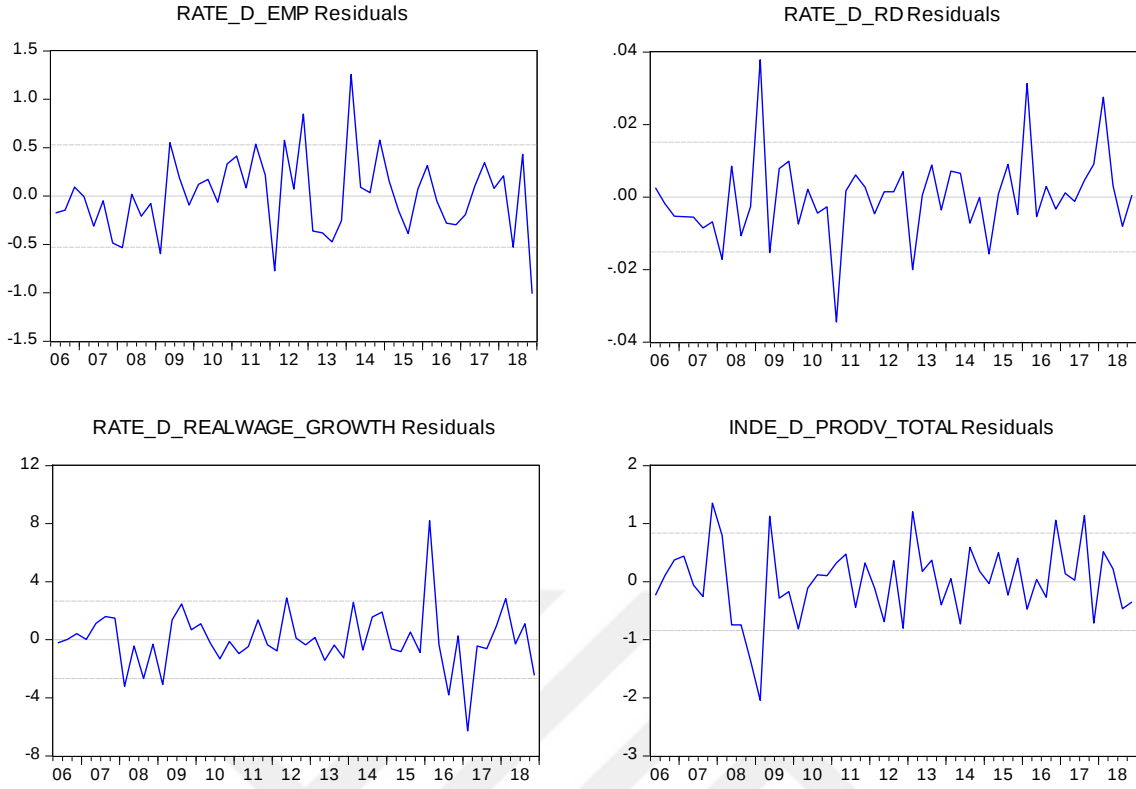
Gecikme	LogL	LR	FPE	AIC	SIC	HQ
0	-106.7895	NA	0.002084	5.175083	5.947255*	5.468044
1	-80.59464	42.76718	0.001394	4.758965	6.148874	5.286294
2	-59.71880	30.67470	0.001183	4.559951	6.567597	5.321649
3	-36.09885	30.85050*	0.000928	4.248933	6.874316	5.244999*
4	-16.27968	22.65047	0.000892*	4.093048*	7.336169	5.323484
5	-6.618074	9.464435	0.001392	4.351758	8.212616	5.816562
6	3.957202	8.632878	0.002313	4.573175	9.051770	6.272348

*ideal gecikme uzunluğunu ifade etmektedir.

Durağan bir VAR modeli elde etmenin doğru şekilde tanımlanması için modelin White Nose¹⁸ özelliği sergilemesi gerekmektedir. Bu çalışmada kullanılan bağımlı değişkenlerin hata terimlerinin grafikleri incelendiğinde, kullanılan parametrelerin büyük oranda White Nose özelliği taşıdığı gözlemlenmektedir (Grafik 5.1). Grafikte görüleceği üzere, belirli dönemlerde yaşanan kriz ya da şoklar nedeniyle oluşan sıçramalar süreklilik arz etmemektedir. Dolayısıyla, muhtemelen ilginç bilgiler içeren bu dönemlerin örneklem içinde yer alması olumlu olarak değerlendirilmektedir. Ancak yine de model tahmin sürecinde Türkiye ekonomisinin dalgalı bir seyir izlediği kriz dönemleri için kukla değişkenler kullanılmaktadır.

¹⁸ Modelin bağımlı değişkeni ve hata terimi arasında herhangi bir ilişki olmaması durumudur.

Grafik 5.1: Modelin Hata Terimlerinin White Nose Durumu



Modelde kullanılan tüm değişkenlerin aralarındaki ilişkiyi göstermesi bakımından korelasyon matrisi oluşturulmuştur (Tablo 5.5). Değişkenler arasındaki korelasyona bakılması aralarında bulunan ilişkinin gücünün tespit edilmesi ve ilişkinin yönünün tespit edilmesi açısından önem taşımaktadır. İstihdam oranıyla en güçlü ilişkinin reel ücret getirisinde olduğu görülmektedir. Aralarındaki ilişkinin yönü pozitif olarak gözlemlenmektedir. Ar-Ge harcamaları ve istihdam arasında da güçlü ve pozitif bir ilişki vardır. Modelde kullanılan diğer bir değişken olan işgücü verimliliğiyle istihdam ilişkisinin ise negatif yönlü ve zayıf bir ilişki olduğu dikkat çekmektedir. Diğer yandan tabloda belirtildiği üzere, Ar-Ge harcamaları ve reel ücret artışı pozitif seyrederken Ar-Ge ve işgücü verimliliği arasındaki ilişki negatif seyretmektedir.

Tablo 5-5: Kolerasyon Matrisi

	EMP	RD	REALWAGE	PRODV
EMP	1.0000			
RD	0.0179	1.0000		
REALWAGE	0.4687	0.2539	1.0000	
PRODV				1.0000

PRODV	-0.0258	-0.4314	0.0502	1.0000
--------------	---------	---------	--------	--------

Not: Korelasyon katsayıları, verilerin Tablo 5.1’de belirtilen örneklem sayılarının izin verdiği aralıkta ve değişkenlerin ham verileri kullanılarak oluşturulmuştur.

5.2.3. Koentegrasyon (Eşbütünleşme) Analizi

Eş bütünleşme kavramı saf istatistiksel bir kavramdır. Bir model içinde kullanılan değişkenlerin 1. faktan durağan olması halinde eşbütünleşik olup olmadığına bakılması gerekmektedir. Eğer değişkenler arasında eşbütünleşme sorunu varsa model öngörü sonucu orta ve uzun vadede doğru sonuçlar vermemektedir. Bu nedenle VAR modeli kullanılarak yapılan bir analizde 1. faktan durağan değişkenler kullanılıyorsa eşbütünleşme kontrolü yapılmalıdır.

Belirlenen gecikme uzunluğu çerçevesinde VAR modelinin Max- Eigen istatistiki kapsamında Johansen koentegrasyon testi yapılmıştır. Max- Eigen test istatistiğine göre değişkenler arasında 1 adet eşbütünleşme vektörü vardır (Tablo 5-6).

Tablo 5-6: Johansen Koentegrasyon (Eşbütünleşme) Test Sonuçları

Hipotez	Özdeğer	İstatistik Değeri	%5 Kritik Değer	Olasılık Değeri
Yok*	0.641268	51.25899	32.11832	0.0001
En Fazla 1	0.391411	24.83063	25.82321	0.0672
En Fazla 2	0.263007	15.25882	19.38704	0.1800
En Fazla 3	0.164721	8.999502	12.51798	0.1804

Modelde kullanılan değişkenler arasında uzun dönemli bir ilişki olduğunu gösteren bu durum hangi değişkenler arasında ne yönlü bir ilişki olduğu sorusunu beraberinde getirmektedir. Değişkenler arasındaki bu eşbütünleşme çift yönlü bir etkileşim ise modelin uzun dönemdeki tahmin kalitesini etkilemesi açısından önem taşımaktadır.

5.2.4. Granger Nedensellik Analizi

Değişkenler arasında uzun dönem ilişkiyi analiz etmek için yapılan eşbütünleşme testleri sonrasında hangi değişkenler arasında uzun dönemde sapmalı bir ilişkinin var olduğunu tespit etmek amacıyla kısa dönem ilişkisine bakılması gerekmektedir. Bu kapsamda, değişkenler arasındaki ilişkiyi görmek amacıyla Granger Nedensellik Testi yapılmıştır.

Granger Nedensellik testi, 4. gecikmeden tahmin edilmiş ve istihdam oranı ile reel ücret artış oranı arasında kısa dönemde bir ilişki bulunduğu tespit edilmiştir. Test sonucuna göre, sadece reel ücretten istihdama doğru bir ilişkinin bulunduğu görülmektedir. Ancak istihdam oranından reel ücretlere bir nedensellik bulunmamaktadır. Bulunan bu tek yönlü ilişki VAR analizi yapmaya engel bir durum teşkil etmemektedir. Bu sonuçlar, etki-tepki analizinde bulunan sonuçlarla benzerlik göstermektedir. Modelde kullanılan diğer değişkenler arasında ise kısa dönemde bir nedensellik ilişkisi bulunmamaktadır (Tablo 5-7). Ayrıca, istihdam oranı, Ar-ge harcamaları, verimlilik ve reel ücret artış oranı arasında çift yönlü bir nedensellik ilişkisi bulunmamaktadır.

Tablo 5-7: Granger Nedensellik Test Sonuçları

Boş Hipotez	Ki-kare	df	Olasılık Değeri
İstihdam Reel Ücret Artışının Granger Nedenseli Değildir	0.107447	4	0.9986
Reel Ücret Artışı İstihdamın Granger Nedenseli Değildir	8.808568	4	0.0661

Not: %1 anlamlılık düzeyinde.

5.3. Uygulamalı Analiz Sonuçları

Teknolojik değişimin işgücü piyasasına ve spesifik anlamda istihdama olan etkilerinin araştırıldığı ve önceki bölümlerde bahsi geçen pek çok çalışmada, sonuçların ülkeden ülkeye sektörden sektöre pek çok farklılıklar gösterdiği önemle vurgulanmıştır. Bu sebeple, teknolojik değişim ve istihdam ilişkisi incelenirken ülke özelinde yapılacak çalışmaların politika belirlemede ağırlıklı önem taşıması gerektiği değerlendirilmektedir. Bu çalışmalar, politika belirleme sürecinin ülkenin sahip olduğu özelliklere göre daha iyi sonuçlar vermesine yol açacaktır.

İkinci bölümde bahsedildiği üzere literatürde yer alan çalışmalar çok çeşitli düzeylerde veri setleri kullanılarak farklı araştırma yöntemleri çerçevesinde çok sayıda ülkeyi kapsayacak şekilde yapıldığı gibi bazı çalışmalar da ülke spesifik bir çerçevede çizilerek yapılmıştır. Bu çalışmada ise, teknolojik değişimin işgücü piyasasına etkileri incelerken Türkiye ekonomisi özelinde zaman serisi kullanılması tercih edilmiştir. Bunun temel nedeni teknolojik gelişiminin zaman içinde ülkeden ülkeye büyük değişiklikler gösterebileceği ve bu durumun makro düzeyde bir ülke analizi yapmakta uygun olabileceğinin düşünülmesidir.

Türkiye ekonomisinde işgücü piyasasına yönelik veriler 2004 yılında yeni bir hesaplama yöntemine göre yayımlanmaya başlamıştır. Bu nedenle, analizde kullanılacak ekonometrik modeller, diğer açıklayıcı değişkenlerin de elverdiği ölçüde 2004-2018 çeyreklik verilerine göre Vektör Otoregresif Modeller yöntemiyle tahmin edilmiştir.

Bu çalışmada, teknolojik değişimin işgücü piyasası özelinde istihdama etkisi uzun vadeli bir bakış açısıyla değerlendirirken temel olarak aşağıda ifade edilen denklem grubunda yer alan istihdam oranı, Ar-Ge harcamaları, reel ücret getirisi ve işgücü verimliliği değişkenlerinin etkileşim halinde karşılıklı birbirlerinden nasıl etkilendiği ortaya konulmaya çalışılmaktadır (Denklem 5.5).

Analiz yöntemi olarak VAR yönteminin tercih edilmesinin bir başka önemli nedeni de istihdam oranının Ar-Ge harcamalarının yanı sıra diğer açıklayıcı değişkenlerle değerlendirilmesinin, Ar-Ge harcamalarının Türkiye işgücü piyasası istihdam oranını analiz ederken güçlü bir açıklayıcı olup olmadığının ortaya çıkmasına katkı sağlamasıdır. Bu çerçevede, kullanılan model ve uygulanan ekonometrik yöntemin Türkiye’de teknolojik dönüşümün istihdam piyasasına etkilerinin tüm yönleriyle makro düzeyde değerlendirilmesine katkı sağlayacağı değerlendirilmektedir.

Ekonometrik olarak tahmin edilecek modeller ilk bakışta matematiksel açıdan aşağıdaki gibi ifade edilebilir:

$$z_t \in Z_t = \{\text{istihdam oranı, Ar – Ge harcamalarının GSYH'a oranı, reel ücret getirisi, işgücü verimliliği}\} \quad (5.5)$$

Model çıktılarının yer aldığı tabloya bakıldığında, tabloda yer alan her bir sütunun VAR’ da yer alan bir denkleme karşılık geldiği görülmektedir (Tablo 5.6). Örneğin, ilk sütun kendi dört gecikmesini de içeren ve bir fonksiyon olarak ifade edilen istihdam oranının denklemdir. Bu durum modelde yer alan diğer bağımlı değişkenler için de geçerlidir.



Tablo 5-8: İstihdamın Belirleyicileri – VAR Tahmin Yöntemi Sonuçları

	EMP	RD	REALWAGE	PRODV
Sabit Terim	-1.384.339 (0.61477) [-2.25179]	0.016731 (0.01760) [0.95074]	-0.589971 -310.182 [-0.19020]	-0.439658 (0.97399) [-0.45140]
EMP (-1)	-0.021273 (0.20300) [-0.10479]	-0.006892 (0.00581) [-1.18605]	0.058498 -102.423 [0.05711]	-0.247928 (0.32161) [-0.77089]
EMP (-2)	-0.033682 (0.19716) [-0.17084]	0.003063 (0.00564) [0.54268]	-0.177917 (0.99474) [-0.17886]	0.327035 (0.31235) [1.04700]
EMP (-3)	-0.354384 (0.19870) [-1.78353]	0.000112 (0.00569) [0.01965]	-0.201283 -100.253 [-0.20078]	-0.141500 (0.31480) [-0.44949]
EMP (-4)	-0.052880 (0.19560) [-0.27035]	0.007440 (0.00560) [1.32881]	-0.131793 (0.98689) [-0.13354]	0.355850 (0.30989) [1.14832]
RD (-1)	-0.475905 -277.603 [-0.17143]	-0.006705 (0.07947) [-0.08438]	0.274167 -140.064 [0.01957]	1.777658 -439.808 [0.40419]
RD (-2)	-1.040.383 -240.522 [-0.43255]	0.016157 (0.06885) [0.23467]	-12.52390 -12.1355 [-1.03201]	-4.119825 -3.81060 [-1.08115]
RD (-3)	2.776908 -2.44202 [1.13714]	-0.021212 (0.06990) [-0.30345]	9.236095 -12.3211 [0.74961]	0.642181 -3.86891 [0.16599]
RD (-4)	-3.421513 -2.47987 [-1.37971]	-0.267048 (0.07099) [-3.76188]	-6.088999 -12.5121 [-0.48665]	2.477426 -3.92887 [0.63057]
REALWAGE (-1)	-0.020842 (0.03809) [-0.54720]	0.000469 (0.00109) [0.43037]	-0.890152 (0.19218) [-4.63188]	0.033279 (0.06035) [0.55147]

REALWAGE (-2)	-0.060854 (0.04140) [-1.46982]	-0.000232 (0.00119) [-0.19610]	-0.866208 (0.20889) [-4.14663]	-0.027140 (0.06559) [-0.41376]
REALWAGE (-3)	0.015984 (0.04341) 0.36821]	-0.000834 (0.00124) [-0.67137]	-0.705038 (0.21903) [-3.21890]	0.002728 (0.06878) [0.03967]
REALWAGE (-4)	0.042611 (0.03482) [1.22367]	-0.000441 (0.00100) [-0.44226]	-0.065337 (0.17569) [-0.37188]	-0.025284 (0.05517) [-0.45831]
PRODV (-1)	0.232306 (0.11510) [2.01832]	-0.005374 (0.00329) [-1.63109]	0.074147 (0.58073) [0.12768]	0.823077 (0.18235) 4.51367]
PRODV (-2)	-0.051217 (0.15149) [-0.33810]	0.005730 (0.00434) [1.32133]	0.245894 (0.76432) [0.32172]	-0.141727 (0.24000) [-0.59053]
PRODV (-3)	-0.137385 (0.15014) [-0.91506]	-0.000852 (0.00430) [-0.19828]	-0.169699 (0.75752) [-0.22402]	-0.051291 (0.23786) [-0.21563]
PRODV (-4)	-0.012345 (0.11945) [-0.10336]	6.91e-05 (0.00342) [0.02022]	-0.981946 (0.60266) [-1.62935]	-0.168982 (0.18924) [-0.89296]
R2	0.941651	0.722272	0.823968	0.623817
Düzeltilmiş R2	0.902752	0.537120	0.706613	0.373028

Not: Standart sapmalar () parantezi içinde, t istatistikleri [] parantezi içinde gösterilmiştir.

Tablo 5.6’da kullanılan 16 denklem için VAR modelinin tahmin sonuçları sunulmaktadır. Bu açıdan, Türkiye ekonomisinde teknolojik değişimin işgücü piyasası üzerindeki etkilerini tespit etmeye yönelik oluşturulan modelin sonuçları gösterilmektedir. Tablo 5.6’da ilk sütundaki denklemin amacı, modelde yer alan tüm değişkenlerin ve istihdam oranının gecikmelilerinin, istihdam oranındaki değişimi nasıl etkilediğini tespit etmektir. İstihdam değişkenine ait denklemde; dört dönem gecikmeli istihdam değişkeninin pozitif ve istatistiksel olarak anlamlı bir etkisi görülmektedir. Sütunda yer alan kolerasyon katsayısı sonuçlarına göre, istihdam oranıyla ilişkili değişkenlerin seçilmesiyle oluşturulan modelde, Türkiye ekonomisinde Ar-Ge harcamalarındaki artışların istihdam oranını olumsuz etkilediği sonucuna ulaşılmıştır. Bu sonuç, Türkiye ekonomisinde teknolojik değişimle beraber yaşanan Ar-Ge gelişmelerinin istihdam üzerinde olumsuz bir etki yaratabileceğini ortaya koymaktadır. Ayrıca, Ar-Ge harcamalarının makro büyüme ve verimlilik üzerindeki olumlu etkileri, dolaylı olarak istihdam üzerinde de bir etki oluşturacaktır. Ekonomik aktörler arasında bu etkileşim yalnız günümüz için değil gelecekte de istihdamda meydana gelebilecek artışları olumlu etkileyecektir.

Tablo 5.6’nın ilk sütununda ayrıca, Türkiye ekonomisinde reel ücret artışında oluşabilecek değişimlerin istihdamı ne yönde etkileyeceği analiz edilmeye çalışılmıştır. Reel ücretin modele dahil edilmesinde gözlenen amaç, ortaya çıkabilecek ücret değişimlerinin istihdam piyasasına etkilerini gözlemlemektir. Literatürde yapılan çalışmaların sonucuna göre, teknolojik değişimle beraber reel ücretlerde gerileme meydana gelebileceği tahmin edilmektedir. Modelimizin analiz sonuçlarına göre ise, reel ücret artışının beklendiği gibi Türkiye işgücü piyasası istihdam oranını olumsuz yönde etkilediği tespit edilmiştir. Modelde anlamlı olarak yer alan reel ücret artışı değişkenindeki artış ihtimali istihdam oranında düşüşe yol açacağı öngörülmektedir. Bu durum, iktisat biliminin reel ücret teorisiyle de paralellik göstermektedir. Ayrıca, ikinci sütunda yer alan Ar-Ge harcamalarının da reel ücret artışıyla ters bir artış eğilimi göstermesi, reel ücretin istihdamı olumsuz yönde etkileyeceği sonucunu sağlamlaştırmaktadır.

Teknolojik değişim sürecinde Türkiye ekonomik yapısının mevcut koşullara ve ileride oluşabilecek sonuçlara yönelik yetkin ve donanımlı işgücüne ihtiyaç duyacağı açıktır. Özellikle, sektör bazlı yapılacak eğitimler ve beşerî sermaye artışına yol açacak donanımların işgücüne aktarılması teknolojik ilerlemenin ülke içinde kapsayıcılığını

artıracak aynı zamanda istihdamın yeni teknolojilere entegrasyonunu kuvvetlendirecektir.

Üretim yapısında meydana gelen teknolojik değişim odaklı gelişmeler, verimlilik artışına yol açacağı kadar istihdam artışına yol açması açısından da önemli bir işleve sahip olacaktır. Bu durum, hızla değişen ve gelişen yeni teknolojilerin etkilerinin istihdama etkilerinin en iyi şekilde değerlendirilmesi ve işgücü adaptasyonu için altlık oluşturacaktır.

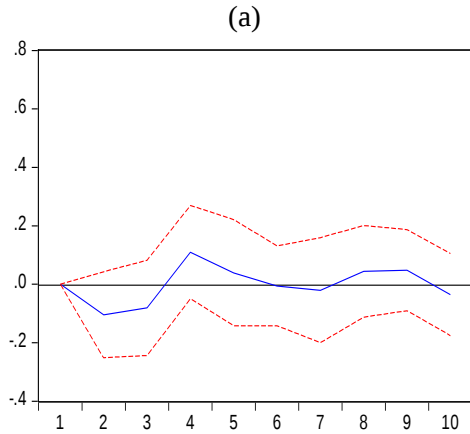
5.4. Etki- Tepki Analizleri

VAR modellerinde etki- tepki fonksiyonları rassal hata terimlerinden birindeki bir standart hatalık şokun, içsel değişkenlerin şimdiki ve gelecekteki değerlerine olan etkisini yansıtmaktadır. Bu bölümde, Monte Carlo simülasyon tekniği kullanılmıştır (Barışık & Kesikoğlu , 2006).

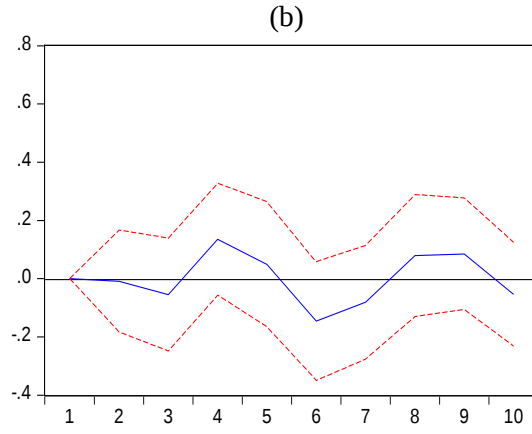
Modelde yer alan diğer değişkenlerin istihdam oranı üzerinde nasıl bir etki oluşturacağının analizi açısından kullanılan etki- tepki fonksiyonlarında görüleceği üzere; işgücü verimliliği, sektörel Ar-Ge harcamalarında meydana gelecek bir birimlik değişimlerin istihdam oranı üzerindeki etkileri 10 dönemi içerecek şekilde aşağıda yer alan grafikler yardımıyla görülmektedir.

Grafik 5.2: Ar-Ge Harcamaları, Reel Ücretler ve Verimliliğin İstihdama Etkisi

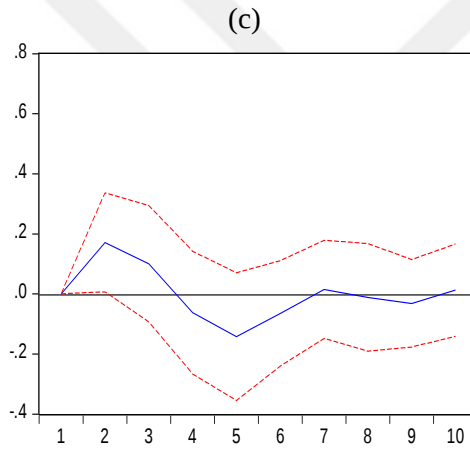
Ar-Ge Harcamalarının İstihdama Etkisi



Reel Ücret Ödemelerinin İstihdama Etkisi



İşgücü Verimliliğinin İstihdama Etkisi



Ar-Ge harcamalarından meydana gelen bir standart hatalık değişim istihdamı başlangıçta negatif yönde etkilemekte daha sonra etki pozitif yönde değişmektedir (Grafik 5.2,a). Uzun vadede ise etkinin yönü yine negatif bir görünüm kazanmaktadır. Grafikte de görüleceği üzere, teknolojik değişimin ekonomi üzerindeki etkisi istihdamı orta vadede pozitif etkileyeceği gibi işgücü piyasasında gerekli tedbirlerin alınmaması durumunda uzun vadede etki negatif bir görünüm kazanacaktır.

Reel ücret ödemelerinde gerçekleşen bir birimlik değişimin istihdam oranını üzerinde etkisi oldukça dalgalı bir görünüm sergilemektedir (Grafik 5.2,b). VAR analizinde de desteklendiği gibi reel ücret ödemelerinin istihdama etkisi belirsizdir.

İşgücü verimliliğinin istihdam üzerindeki etkisi ise kısa ve uzun vadede pozitif bir görünüm sergilemektedir. İşgücü verimliliğinde meydana gelen bir standart hatalık değişim istihdamı kısa vadede gözle görülür biçimde pozitif etkilese de bu etki orta vadede durağan bir seyir izlemektedir (Grafik 5.2,c). Ancak, uzun vadede verimliliğin istihdama yansması yeniden pozitif bir görünüm kazanmaktadır.

5.5. Varyans Ayırıştırması

Varyans ayırıştırması, değişkenlerin kendilerinde ve diğer değişkenlerden birinde meydana gelecek olan bir değişimin yüzde olarak ne kadarının kedisinden ne kadarının da diğer değişkenlerden kaynaklandığını göstermektedir (Enders, 2004).

Tablo 5-9: İstihdam Oranı İçin Varyans Ayırıştırması Sonuçları

Dönem	S.E.	Rate_Emp	Rate_Rd	Rate_Realwage_Growth	Inde_Prodv_Total
1	0,52	100,00	0,00	0,00	0,00
2	0,56	85,02	6,58	0,27	8,13
3	0,59	80,32	8,40	1,55	9,74
4	0,63	72,87	11,01	6,89	9,22
5	0,65	68,52	10,37	7,20	13,90
6	0,67	64,25	9,81	11,50	14,44
7	0,68	63,02	9,69	13,11	14,18
8	0,69	62,06	9,81	14,25	13,88
9	0,70	60,54	9,79	15,97	13,70
10	0,70	60,29	9,84	16,36	13,51
11	0,71	59,68	9,95	16,51	13,86
12	0,71	59,67	9,91	16,57	13,85
Ort.		69,69	9,56	10,1	11,53

İstihdam oranının modelde yer alan tüm değişkenler üzerindeki etkisini görebilmek için 12 dönem tahmin edilen varyans ayırıştırması sonuçlarına göre, istihdam oranının kendi üzerindeki etkisi yüzde 69,69'dır (Tablo 5.7). İstihdam oranındaki değişimin ilk dönemde yüzde 6,5'i Ar-Ge harcamalarının yaklaşık yüzde 8,1'i ise işgücü verimliliğinden kaynaklanmaktadır. İlerleyen dönemlerde, Ar-Ge harcamalarının ve işgücü verimliliklerinin katkıları sırasıyla yaklaşık yüzde 10 ve yüzde 14 olarak gerçekleşmiştir.

5.6. Öngörü

Bu çalışmada kullanılan değişkenlerin normal dağılıma sahip olduğu, aralarında otokolerasyon sorunu ve değişen varyans sorunlarının olmadığı yapılan test istatistikleri sonucunda tespit edilmiştir. Söz konusu değişkenlerin regresyonda kullanılmasında bir sorun olmadığı sonucuna ulaşılarak teknolojik değişim ve istihdam arasındaki ilişkiyi tahmin ederken sağlam ve güvenilir sonuçların elde edilmesi amacıyla ekonomik gerekçeler çerçevesinde VAR modeli tahmin işlemi yapılmıştır.

VAR modelleri ekonometrik açıdan iki ana nedenden dolayı yaygın olarak kullanılmaktadır. Bunlardan biri tahmin yaparken kullanılması diğeri ise yapısal ya da politik analizlerde kullanılmasıdır. VAR modeli, ekonomik tahmin yaparken tek bağımlı değişkenli zaman serisi modellerinden daha iyi sonuçlar vermektedir. Bu çalışmada da VAR modellerinin kullanılmasının ana nedenlerinden biri tahmin sonuçlarının daha nitelikli olmasının amaçlanmasıdır. VAR modelleri ekonomik şokların etkilerinin araştırılmasında sağlıklı sonuçlar vermektedir. Bu çalışmada, teknolojik değişim sürecinin hızlı etkilerinin istihdama etkilerinin ileriye dönük nasıl sonuçlar vereceği de değerlendirilmeye çalışılmıştır.

Model öngörü analizinin yapılmasındaki temel amaç, modelin sağlamlığının kontrolünün sağlanması ve politika değerlendirmesi yapılırken hangi yol izleneceğine ilişkin yapıcı bir karar vermede yardımcı olmasıdır. VAR modeli sabit otoregresif işlemlerde kullanılabildiği gibi aynı zamanda öngörü tahminleri yaparken de kullanılan bir analiz yöntemidir.

Bir öngörü analizi yapılması için gerekli olan öngörü dönemleri bu çalışma için aşağıdaki şekilde belirlenmiştir (Tablo 5.8). Ex-post öngörü dönemi, modelde yer alan tüm değişkenlerin gerçek değerlerinin bulunduğu bir test dönemini yansıtmaktadır. Ex-post öngörü döneminin belirlenmesindeki temel amaç, modelde yer alan değişkenlerin gerçek değerleri ve öngörülen değerlerinin karşılaştırılmasıdır. Bu yolla yapılan öngörünün doğruluğu test edilerek örneklem sonrası dönemdeki öngörülerin performansı değerlendirilebilmektedir. Bu çalışmada, ex-post dönemi çerçevesinde bir analiz yapılması amaçlanmaktadır. Ex-ante öngörü döneminde ise, modelde yer alan değişkenlerin gerçek değerleri belli değildir. Ex- ante dönemi öngörülerini ileriye dönük tahmin yapma amacıyla kullanılmaktadır.

Öngörü tahmininde bulunmak için VAR modelinin tercih edilmesinin nedenleri ise, çalışmada ele aldığımız istihdam, Ar-Ge harcamaları, verimlilik, ücretler gibi ekonomik göstergelerin birbirine bağlı bir sürecin unsurları olarak kabul edilmesidir. Aynı zamanda, VAR modeli t zamanda gerçekleşen gelişmelerin önceki gerçekleşmelerin sonucu olarak değerlendirildiği bir yapı olması nedeniyle ileriye dönük tahminlerde kolaylık sağlamaktadır. VAR modeli aynı zamanda, ekonomide gerçekleşecek bir şokun ya da bir politika tedbirinin modelde yer alan değişkenler üzerinde nasıl etkilere yol açacağını tahmin etme açısından da işlevseldir. VAR modeli ekonomik bir müdahale sonrası değişkenlerdeki korelasyonları belirlemektedir (Sims, 1980).

VAR modelinin öngörü açısından doğrusal tahmin modelleri yerine seçilmesinin nedeni, modelde yer alan göstergelerin ekonomik sistem içinde etkileşim halinde oldukları bir model yapısı oluşturmastır. Bu anlamda VAR modeli diğer doğrusal ekonometrik modellere göre ekonomik gerçekliğe daha yakın bir görünüm sergilemektedir (Pecican, 2010).

$$Y_{t-1} = (y_{t-1}, y_{t-2}, \dots, y_{t-T}) \quad (5.6)$$

Y_{t-1} verilerin bilinen geçmiş değerlerini simgelemektedir. Y_t ' in ileriye dönük tahminlerini hesaplayabilmek için denklem 5.7'de y_t ' nin beklenen değeri tahmin hatası ve y_t ' nin beklenmedik yenilikleri olan e_t ve katsayı tahmin hatası toplamından ayrıştırılması gösterilmiştir.

$$E[y_t | Y_{t-1}] = \hat{G}_0 + \hat{G}_1 y_{t-1} + \hat{G}_2 y_{t-2} + \dots + \hat{G}_p y_{t-p}$$

$$y_t - E[y_t | Y_{t-1}] = e_t + v(Y_{t-1})$$

$$y_t - E[y_t | Y_{t-1}] \cong e_t \quad (5.7)$$

Bu çalışmada, tahmin edilen VAR modelinin hem statik hem de dinamik öngörü sonuçları üretilmiştir. Öngörü dönemleri ise aşağıdaki gibi belirlenmiştir;

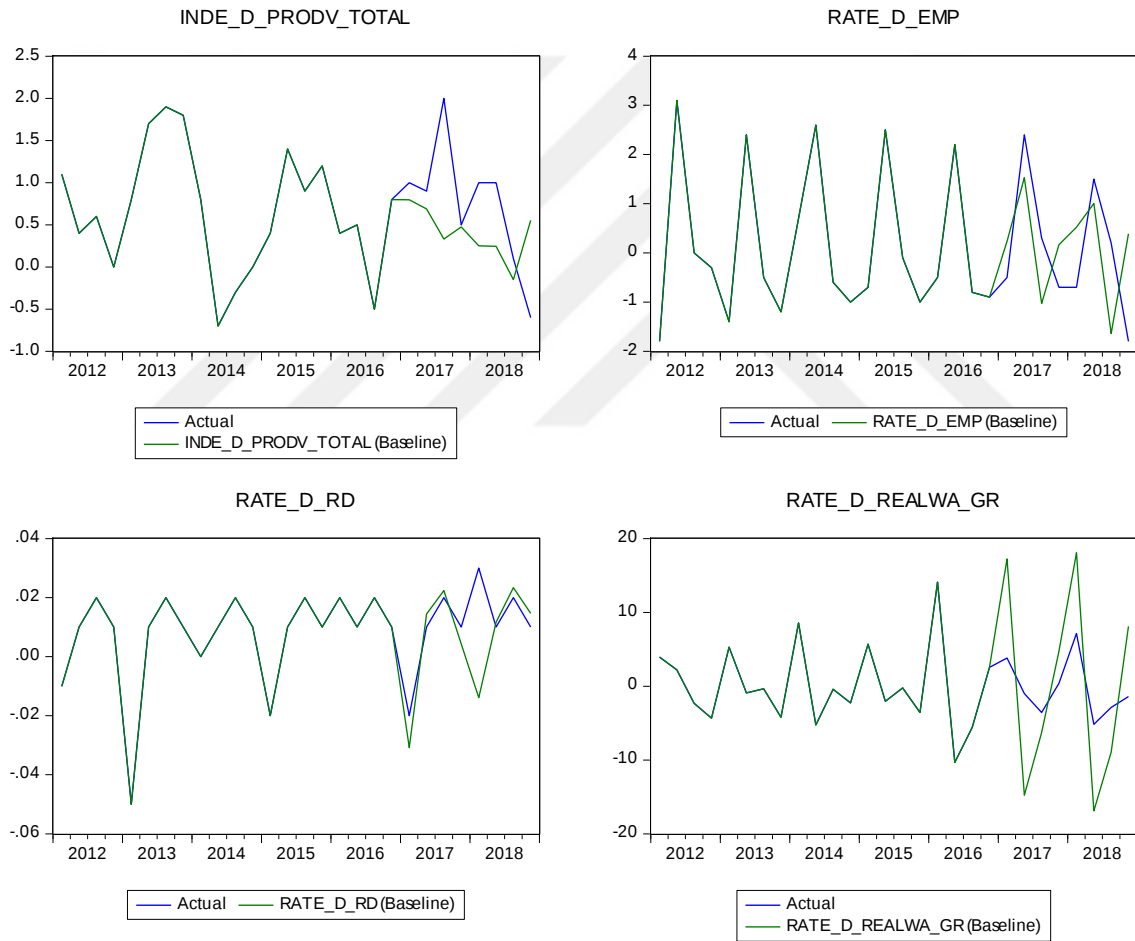
Tablo 5-10: Öngörü Dönemleri

Örnekleme dönemi	2005 Ç1 – 2016 Ç4
------------------	-------------------

Ex- post öngörü dönemi	2017 Ç1 – 2018 Ç4
------------------------	-------------------

Tüm değişkenler için ex-post öngörü dönemi dinamik ve statik yöntemlere göre tahmin edilmiş olup baz senaryo sonuçları aşağıda gösterilmektedir. (Grafik 5.3). Dinamik olarak tahmin edilen baz senaryoya bakıldığında, istihdam oranı ve reel ücret artışlarının öngörü ve gerçek değerlerinin birbirlerine uygun oldukları görülmektedir. İşgücü verimliliği ve Ar-Ge harcamalarında ise gerçek verilerle aynı seyir izlenmesine rağmen öngörü değerlerinde daha büyük artış ve azalışlar gözlemlenmiştir.

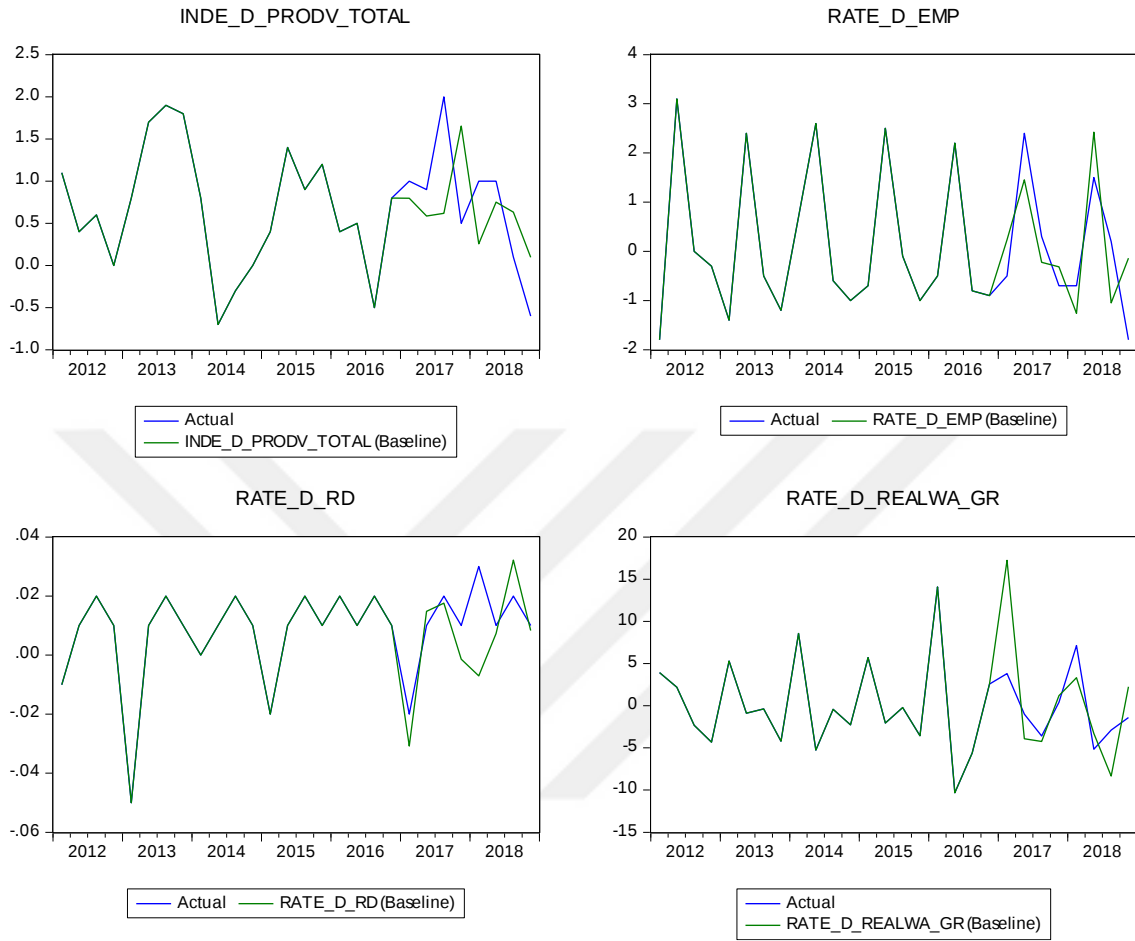
Grafik 5.3: Baz Senaryo Öngürüsü- Dinamik Yöntem Sonuçları



Dinamik yöntemin temel mantığı, bağımlı değişkenlerin gelecekteki değerlerini tahmin ederken modelin içinde yer alan gecikmeli değişkenlerinin de bu süreçte dahil edilmesidir. Bu nedenle, dinamik yöntemle geliştirilen baz senaryoya alternatif bir senaryo geliştirilmesine ihtiyaç duyulmaktadır. Bu nedenle, baz senaryo statik olarak yeniden tahmin edilmiştir. Statik yöntem öngörüye belirsizliklerin eklenmesi anlamına

gelmektedir. Sonuçlarına bakıldığında ise, belirsizliklerin eklenmesi modelde yer alan değişken tahminlerinin daha başarılı sonuçlar verdiği gözlemlenmektedir (Grafik 5.4).

Grafik 5.4: Baz Senaryo Öngörüsü- Statik Yöntem Sonuçları



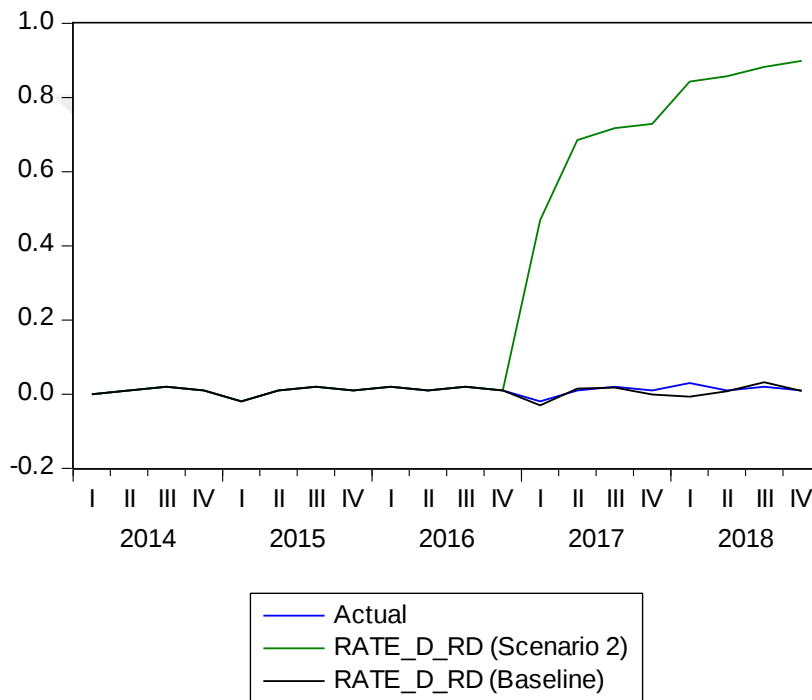
Modelde yer alan değişkenlerin ex-post döneminki değerlerinin gerçek değerleriyle uyumlu bir görünüm sergilediği baz senaryo olarak statik yöntemle geliştirilen senaryo seçilmektedir.

5.7. Teknolojik Değişimin Bağımlı Değişkenler Üzerindeki Etkisi

Çalışmada modelin kontrolü ve diğer değişkenlerle ilişkisinin sağlıklı tespiti açısından, Ar-Ge harcamalarında ex-post dönemde yaşanabilecek bir politika uygulaması ya da **Ar-Ge harcamalarında teknolojik değişim kaynaklı gerçekleşebilecek bir şokun, istihdam başta olmak üzere diğer değişkenlerin seyrini nasıl etkileyeceği tahmin edilmeye çalışılmıştır.** Bu amaçla, Ar-Ge harcamalarında

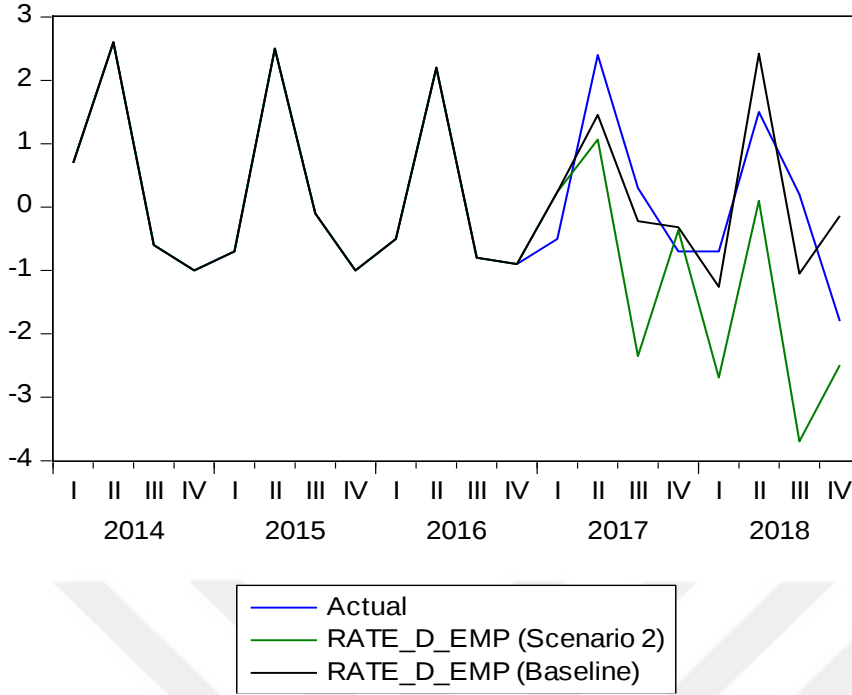
güçlü bir artış olacağı varsayımı altında model dinamik çözümlemeyle tekrar tahmin edilmiştir. Aşağıdaki grafikte de görüleceği üzere, ex-post döneminde baz senaryo ve gerçekleşmiş verilerin aksine Senaryo 2'deki durağan Ar-Ge harcamalarının yaklaşık 1 puanlık bir artış yaşayacağı varsayımı altında diğer bağımlı değişkenlerin seyri gözlemlenmiştir (Grafik 5.5). Senaryo 2'de gözlemlenen artış baz senaryo ve gerçekleşme değerinin oldukça üstünde varsayılmıştır. Ar-Ge harcamalarında bu denli yüksek bir artış varsayımının temel nedeni ise, diğer değişkenler üzerindeki olası etkilerinin açık bir şekilde analiz edilmesini kolaylaştırmaktır.

Grafik 5.5: Ar-Ge Harcamalarının Seyri, Senaryo 2



Aşağıda da görüleceği üzere, teknolojik değişim kaynaklı Ar-Ge harcama artışının istihdamı ne yönde etkileyeceğinin tahmin edilmesi amaçlanarak geliştirilen alternatif senaryoya göre, istihdamın teknolojik değişim kaynaklı Ar-Ge harcamalarındaki artış sonucu genel olarak aşağı yönlü bir eğilim sergilediği gözlemlenmektedir. Kısa ve orta vadede dalgalı bir seyir izleyen istihdam oranının temel senaryo ve gerçekleşme verilerine kıyasla düzey olarak daha düşük bir bandta seyretmesi teknolojik gelişmenin istihdam üzerindeki etkilerinin dikkatli incelenmesi gerektiğini göstermektedir (Grafik 5.6).

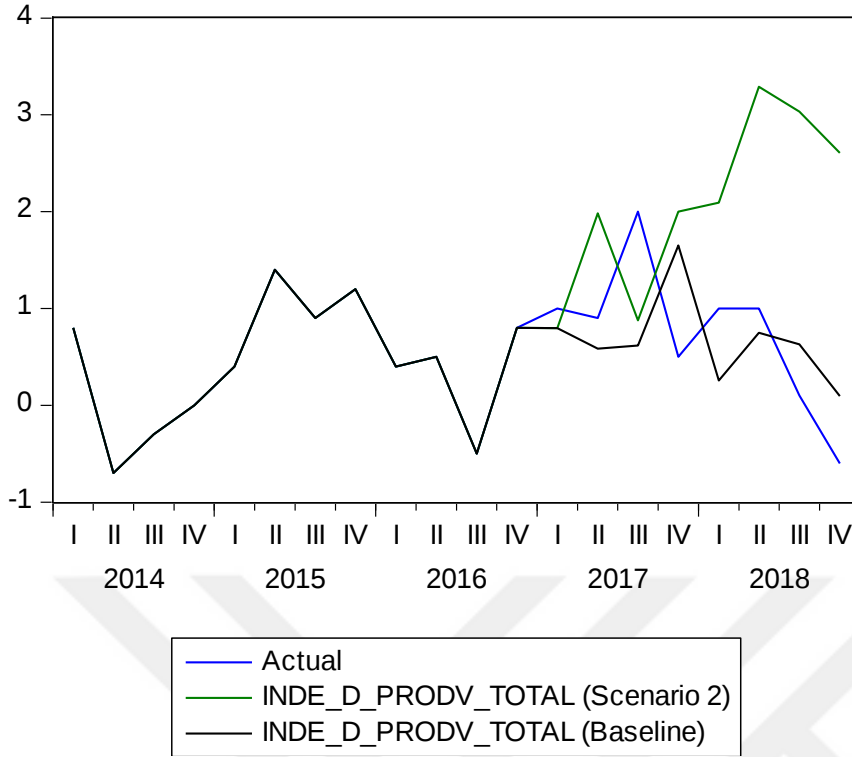
Grafik 5.6: İstihdam Oranını Seyri, Senaryo 2



Teknolojik değişim kaynaklı Ar-Ge harcamalarında meydana gelen keskin artış istihdam oranında düzey olarak ciddi bir düşüşe yol açmıştır. Daha sonra artış oranındaki yavaşlama sonucu istihdam oranı toparlama göstermiş ve eski seyrine yaklaşmıştır. Ancak uzun vadede teknolojik gelişmelerin sürekli bir Ar-Ge artışına neden olacağı varsayımı neticesinde, istihdamda bir düşüş öngörülmektedir. **İstihdam piyasasında yaşanan bu dalgalanmalar, uzun vadede teknolojik dönüşümün olası etkilerine karşı istihdam piyasasının güçlendirilmesi gerekliliğine işaret etmektedir.**

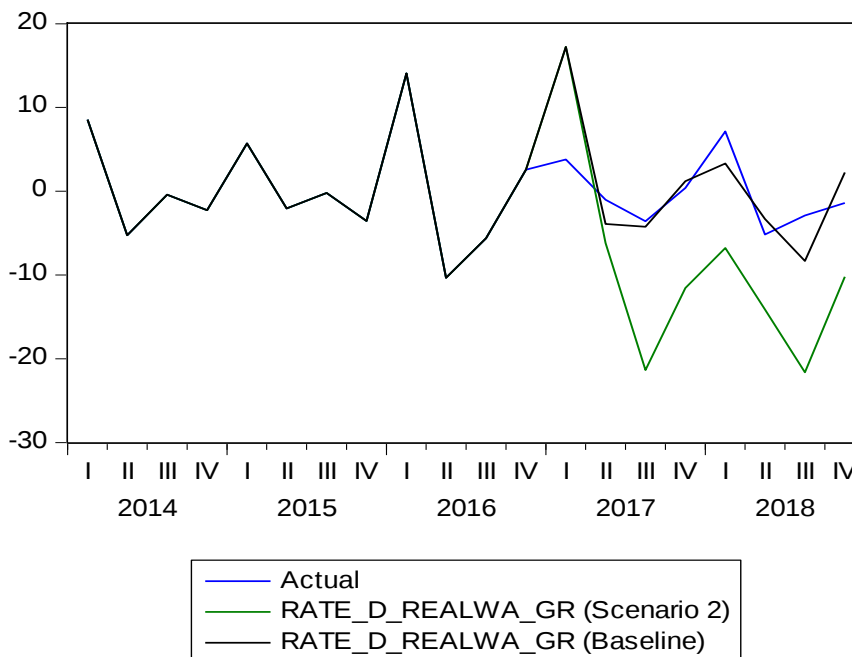
Ar-ge harcamalarının işgücü verimliliğine etkisi bakıldığında, işgücü verimliliği Ar-Ge harcamalarındaki artış nedeniyle ilk dönemlerde dalgalı bir eğilim sergilemektedir. Bu eğilimin harcama artışı kaynaklı verimlilik azalışına işaret etmesi açısından iktisadi olarak anlamlı olduğu değerlendirilmektedir (Grafik 5.7).

Grafik 5.7: İşgücü Verimliliğinin Seyri, Senaryo 2



Ancak sürecin devamında, literatürdeki çalışmalarda da desteklendiği gibi teknolojik değişimin işgücü verimliliğine etkisinin güçlü bir pozitif görünüm kazanacağı değerlendirilmektedir. Bu durum, istihdam azalışından kaynaklandığı gibi iş yapış biçimlerinde meydana gelen gelişmelerden de kaynaklanmaktadır.

Grafik 5.8: Reel Ücret Getirisinin Seyri, Senaryo 2



Reel ücret getirisinde teknolojik dönüşümün etkisi ise negatif bir görünüm sergilemektedir (Grafik 5.8). Teknolojik değişim kaynaklı Ar-Ge artışları yaşasa da yaşanmasa da kısa vadede reel ücretlerin belirli bir patikada ilerlediği ve bu patikanın teknolojik değişim neticesinde daha keskin artış ve azalışlar yaşadığı gözlemlenmektedir. **Bu nedenle, çalışmada Senaryo 2 sonuçları açısından teknolojik değişimin reel ücretlere etkisinin olumsuz olduğu sonucuna ulaşılmıştır.**



SONUÇ ve ÖNERİLER

Teknolojik değişim sadece günümüz dünyasını değil, yüzyıllardan beri her kesimden toplumları ve devletleri etkileyen ve giderek artan hızda hayatımıza nüfuz eden bir olgudur. Teknolojik değişim ya da teknolojik dönüşüm, 1. sanayi devriminde dokuma tezgahlarıyla açıklanırken, 4. sanayi devrimine gelindiği günümüzde yapay zekâ, robotik, bulut bilişim gibi kavramlarla tanımlanmaktadır. Dijitalleşmenin hayatımıza bu denli etki ettiği bir ortamda işletmelerin, bireylerin ve devletlerin, daha genel tanımıyla toplumların bütünlükçü bir şekilde bu değişime ayak uydurmaları gerekmektedir. Teknolojik dönüşüm sürecinin kazandığı bu önem karşısında alınması gereken önlemler gerek uluslararası alanda gerekse ülkelerin attığı bireysel adımlar yoluyla sıklıkla kamuoyu gündemindedir. Dünyanın içinde bulunduğu bu değişim sürecinden hareketle bu çalışma, teknolojik değişimin bireyler ve devletler üzerinde ne tür etkiler bıraktığına ilişkin Türkiye özelinde bir değerlendirmede bulunmaktadır.

Çalışma boyunca elde edilen bulgulardan hareketle, Türkiye'nin teknolojik ilerlemelerin avantajlarını yakalamak amacıyla geniş bir hareket alanına sahip olduğu görölmektedir. Bu tespitin arkasında, işgücüne katılım oranlarında artış sağlanması, beşerî sermayenin her geçen gün ekonomik aktörlerin istekleriyle uyumlu hale getirilmesi ve özel sektörün yenilikçiliğinin artırılması yatmaktadır.

Ancak teknolojik dönüşümün hızının bu denli yüksek olması nedeniyle, politika setlerinin ve eğitim sistemlerinin her geçen gün yenilenmesi ve devamlılığının sağlanması gerektiği de bir gerçektir. Bu nedenle, Türkiye ekonomisinde özellikle eğitim sisteminde yapılacak reformlarla piyasa tarafından ihtiyaç duyulan en yeni yetenek setlerine odaklanılmalı ve atılan doğru adımların devamlılığının sağlanması gerekmektedir. Türkiye'nin genç nüfusunun avantajını en etkili şekilde kullanabilmesi ve son yıllarda giderek artan mülteci sorunuyla beraber işgücü piyasasının daha istikrarlı hale getirilebilmesi, Türkiye'nin önümüzdeki dönemde teknolojik değişim sürecinde nerede konumlanacağını daha açık bir şekilde gösterecektir. Türkiye'nin bu kapsamda atabileceği adımlara ilişkin muhtemel politika önerileri çalışmanın bu bölümünde ayrıntılı şekilde ele alınacaktır.

Teknolojik dönüşümün işgücü piyasaları üzerindeki etkilerinin tam olarak anlaşılabilmesi ve doğru politika önerilerinin çıkarılabilmesi amacıyla çalışmada öncelikle teknolojik değişimin tarihi ayrıntılı bir şekilde incelenmiştir. Ardından, teknolojik değişim sürecinin makroekonomik etkilerine odaklanılmıştır. Çalışmada ayrıca teknolojik değişimin Türkiye işgücü piyasası üzerindeki etkileri ayrıntılı şekilde incelenmiştir. Teknolojik değişim sürecinin tarihi, makroekonomik etkileri ve Türkiye işgücü piyasası üzerindeki etkilerin incelenmesinin ardından, Türkiye'nin bu süreci daha iyi yönetebilmek için hayata geçirdiği önlemler ve politika önerileri incelenmiştir. Bu kapsamda 1. Kalkınma Planından başlanarak, 11. Kalkınma Planı da dahil olmak üzere atılan adımlar gözden geçirilmiş, uygulanan politikalar ve çerçeve dokümanlar ayrıntılı bir şekilde incelenmiştir. Elde edilen bulgulardan hareketle daha doğru politika önerilerinde bulunulabilmesi amacıyla ve Türkiye işgücü piyasasının teknolojik değişimden nasıl etkileneceğinin öngörülebilmesi için çalışmada son olarak, Beveridge Eğrisi ve VAR Modeli yardımıyla makro bir analiz yapılmıştır. Analiz çıktılarına bakıldığında; teknolojik değişim sürecinde yaşanacak teknolojik gelişmeler ve buna bağlı olarak değişen ekonomik yapının istihdamdaki olumsuz etkilerinin orta ve uzun vadede devam edeceği öngörülmektedir. Söz konusu çıktı ışığında, politika önlemleri yoluyla teknolojik gelişmenin işgücü piyasasına sağlıklı şekilde entegrasyonunun sağlanması gerektiği sonucuna ulaşılmıştır. VAR modeli öngörüsü yardımıyla verimliliğin teknolojik değişimin ilk dönemlerinde ortaya çıkan artan maliyetler ve adaptasyon sürecinin tamamlanmasıyla birlikte yerini güçlü bir artışa bırakacağı öngörülmektedir. Teknolojik değişimin reel ücretlere etkisinin ise, literatürde bahsedilen çalışmalarda da öne sürüldüğü üzere belirsiz bir seyir izleyeceği ve nispeten olumsuz bir görünüm sergileyeceği sonucuna ulaşılmıştır.

Çalışma boyunca incelenen ve yukarıda özetlenen temel bulgu ve hususlardan hareketle Türkiye'nin teknolojik değişim sürecinde diğer ülkelere nazaran bir adım öne çıkması ve işgücü piyasaları başta olmak üzere toplumun tüm tabakalarına nüfuz edebilen bir dönüşüm süreci yakalayabilmesi için sunulan temel öneriler aşağıda özetlenmektedir:

Bireylerin teknolojik değişim sürecinden olumsuz etkilenmemeleri için kendilerini 21. yüzyılın ihtiyaç duyduğu yetenek setleriyle donatmaları gerekmektedir. Geleceğin mesleklerinde çalışacak insanların kendilerini geliştirmeleri, yaratıcı düşünebilmeleri, yeni teknolojileri etkin bir şekilde kullanabilmeleri elzemdir. Bu nedenle ülkemizdeki bireylerin yeni yetenek setleri edinmeleri, var olan yetenek setlerini de sürekli

geliştirmeleri ve güncel tutmaları için bilinçlendirme çalışmaları yapılmalıdır. Bireylerin kendilerine yaptığı yatırımların tek başına yeterli olmayacağı kabul edilmektedir. Bu nedenle devletin de hâlihazırda gerçekleştirdiği uygulamalarını yaygınlaştırması ve geliştirmesi gerekmektedir. Bu kapsamda toplumdaki herkese devlet tarafından herhangi bir ek ücret ya da yükümlülük gerektirmeksizin, bir platform aracılığı ile evrimii mesleki ve kişisel beceri eğitimleri verilmesi önemli bir adım olacaktır. lke çapında yaygınlaştırılacak ve devlet desteğiyle yürütülecek böyle bir projeyle, çeşitli üniversitelerin, özel sektörün, bireylerin ortak bir platform aracılığı ile bilgi ve tecrübe paylaşımı yapmaları sağlanabilir. Böylece bireyler dijitalleşmeyle birlikte bir zorunluluk haline gelen hayat boyu öğrenmeye teşvik edilecektir.

Bireylerin kendilerini yeni yetenek setleri ile donatmaları hususu önemli olmakla birlikte, politikaların tutarlılığının ve devamlılığının sağlanabilmesi için devlet tarafından vatandaşların yetenek setlerinin yakından takip edilebilmesi amacıyla bir denetim mekanizması kurulması faydalı olacaktır. Bu mekanizma vasıtasıyla ihtiyaç duyulan alanlarda, gerekli yaş gruplarına ve bölgelere özel politikalar geliştirilebilecektir.

Teknolojik değişimin toplumun tümünü içermesini sağlamak için, devlet tarafından vatandaşların yetenek setlerinin yakından takip edilebilmesi amacıyla bir denetim mekanizmasının kurulması önemli bir adım olacaktır.

COVID-19 pandemisi nedeniyle uzaktan eğitim sistemine geçilmesiyle birlikte, temel diğital yeteneklere sahip olmanın önemi bir kez daha ortaya çıkmıştır. Teknolojik dönüşüm sürecinde bireylerin yeni yetenek setleri edinmeleri için gerçekleştirecekleri çalışmalar kadar, erken çocukluk döneminden başlayarak temel eğitimde bu yetenek setlerinin edinilmesine ilişkin uygulamalar geliştirilmeli ve eğitim müfredatları da bu kapsamda güncellenmelidir. Son dönemde Türkiye’de bu yönde somut adımlar atılmasına rağmen, atılan adımların genişletilmesi gerekmektedir. Öğrencilerin yetenek edinme süreçlerinde bir yönlendirici ve kolaylaştırıcı rolü olan öğretmenlerin de en az öğrenciler kadar yeteneklerini geliştirmeleri gerekmektedir. Bu nedenle öğretmenlere kendilerini geliştirmeleri için daha fazla imkân tanınmalı ve öğretmenler belirli aralıklarla testlere tabi tutulmalıdır.

Temel bilimler üzerine çalışan insanlar esnek çalışma koşullarına çabuk adapte olmakta, farklı alanlarda çalışmaya açık hale gelmektedirler. Mesleki eğitimde ise

insanlar işe daha hızlı adapte olabilirken, iş alanının artık olmaması durumunda yeni bir iş için hiçbir donanıma sahip olmama tehlikesiyle karşı karşıya kalabilmektedirler. Temel bilimlere yönelik eğitim ve mesleki eğitim arasındaki bu tersine ilişki, politika geliştiricileri açısından bir sorun alanı olarak görülebilir. Bu nedenle iki eğitim patikasının artıları ve eksileri iyi değerlendirmeli, politika süreçlerinde bu husus göz önünde bulundurulmalıdır.

Millî Eğitim Bakanlığı tarafından duyurulan 2023 Eğitim Vizyonunda belirtilen hedeflerin hızlı bir şekilde uygulamaya konularak öğrencilerin 21. Yüzyılın ihtiyaç duyduğu yetenek setleri ile donatılmaları gerekmektedir. Bu kapsamda öğrencilerin kendilerini geliştirmeleri için özgür ortamlar oluşturulmalıdır. Öğrencilerin dijital becerilere olan yatkınlıklarının artırılması için kodlama derslerinin temel eğitimden itibaren zorunlu hale getirilmesi ve müfredatın da bu doğrultuda dinamik bir şekilde güncel tutulması oldukça önemlidir. Bu alanlarda atılan adımlar olduğu kabul edilmekle birlikte, teknolojik değişimin sürecinin hızı karşısında bu adımlar yavaş kalmaktadır.

Dijitalleşmenin etkilerinin incelenmesi kadar, bu etkilere karşı doğru politikalar geliştirilmesi de oldukça önemlidir. Doğru politika setlerinin üretilbilmeleri için ise veriye dayalı analizler gerçekleştirilmesi gerekmektedir. Ancak Türkiye’de teknolojik değişimin toplum üzerindeki etkilerine ilişkin kapsamlı veri setleri bulunmamaktadır. TÜİK tarafından dijitalleşmeye ilişkin temel bazı veriler yayımlansa da devletin öncülüğünde kurulacak ve kamuya açık bir şekilde oluşturulacak dijitalleşmeye ilişkin çevrimiçi bir veri platformu işletmelere yardımcı olacak, bireyleri bilinçlendirecek, devletin ise veri temelli politikalar üretmesini kolaylaştıracaktır. Çalışma boyunca gerçekleştirilen analizlerde, Türkiye’deki teknolojik değişim kaynaklı verilerin eksikliği birebir hissedilmiştir.

Çalışma boyunca gerçekleştirilen ekonometrik analizlerde, teknolojik değişim sürecinde yaşanacak teknolojik gelişmeler ve buna bağlı olarak değişen ekonomik yapının istihdamdaki olumsuz etkilerinin orta vadede dengeye geleceği ancak uzun vadede istihdam artışlarının devam etmesi için politika önlemleri yoluyla teknolojik gelişmenin işgücü piyasasına sağlıklı şekilde entegrasyonunun sağlanması gerektiği sonucuna ulaşılmıştır. Bu bulgudan hareketle Ar-Ge harcamalarına yapılan yatırımların artırılması, bütçeden bu alanda daha fazla kaynak ayrılması, özel sektörün yenilikçilik faaliyetlerine daha fazla destek ve teşvikler verilmesi faydalı olacaktır.

İşletmelerin dijital teknolojileri yönetim süreçlerinde daha etkin şekilde kullanmaları oldukça önemlidir. İşletmelerin teknolojik gelişmelerden kaynak verimliliğinin yanı sıra, çalışanlarının mesleki eğitimi ve yetenek gelişimleri için de faydalanması hem çalışanlarına fayda sağlayacak hem de işletmelerin performansına olumlu etkide bulunacaktır. Bu nedenle işletmelerin teknolojik ilerlemelerden ve dijital teknolojilerden insan kaynaklarının doğru yönetimi konusunda da daha fazla faydalanabilmesi için gerekli destek ve teşvik ortamı sağlanmalıdır.

Ülkemizin COVID-19 sürecinde yaşadığı zorluklar mücadele etmesi gereken sorunları da beraberinde getirmektedir (Yalçıntaş & Yardımcı, 2020). Pandemi süreci ve mevcut teknolojik dönüşüm sürecinin neden olduğu ihtiyaçlar doğrultusunda, Türkiye’de teknolojik ilerleme sürecinden en fazla şekilde faydalanılması amacıyla pek çok kamu kurum ve kuruluşu tarafından kapsamlı eylem planlarının hızlı bir şekilde hayata geçirilmesi ihtiyacı doğmuştur. Bununla birlikte kamu kurum ve kuruluşlarında teknolojik dönüşüme ayrılan kaynakların artırılması ve kapasite geliştirme çalışmalarına ağırlık kazandırılmasının önemi ortaya çıkmıştır. Bu kapsamda COVID-19 sürecinde yaşanan zorluklar da göz önünde bulundurulduğunda, kamu kurum ve kuruluşlarının bir bütün halinde kapsamlı ve etkili teknolojik dönüşüm eylem planları hayata geçirmeleri faydalı olacaktır.

Teknolojideki değişimler artık insanların çalışma sürelerini azaltmaktadır. Böylece insanlar daha çok boş zamana sahip hale gelmektedirler. Boş zaman olgusunun bu kadar artması insanların kendi ilgi alanlarına yönelmelerini ve yeteneklerini geliştirme fırsatı sağlayarak ekonomik açıdan yeni sektörlerin ve piyasaların gelişmesine ortam hazırlamaktadır. Sosyal ve ekonomik açıdan giderek artan boş zamana sahip bireylerin toplum için verimli ve faydalı alanlara yönlendirilmesi de teknolojik gelişmeden kaynaklı önemli bir sorundur. Kamu politika yapıcılarının bu hususu göz önüne alarak politika geliştirmesi gerekmektedir. Bu kapsamda kamuda ve özel sektörde esnek çalışma saatlerine ilişkin düzenlemeler hayata geçirilmeli, insanların boş zamanlarında kendilerini geliştirmeleri, yeni yetenek setleri edinmeleri, daha yenilikçi ve üretken aktivitelerde bulunmaları teşvik edilmelidir.

Teknolojik gelişme gelir dağılımını bozucu niteliğe sahip hale gelebilir. Bunu işaret eden pek çok gelişme gözlemlenmektedir. Çalışmanın analiz kısmında elde edilen teknolojik gelişmeler ve verimlilik arasındaki ilişkiden hareketle, teknolojik gelişmelerin

sosyal ve kültürel yaşamımıza uyumu dengeli bir şekilde sağlanmalıdır. Ülke ekonomisinde yüksek verimlilik artışlarına neden olacak teknolojik gelişim, gelir dağılımı ve sosyal uyum açısından problem sergilemektedir. Piyasanın kendi kendine bu sorunu gideremeyeceği çok açıktır. Bu kapsamda, gelir eşitsizliğine karşı teknolojik gelişmelerin tamamıyla bir çözüm getirmeyeceğini göz önünde bulundurarak, bu kesimlere yönelik, çeşitli ekonomik ve sosyal destek programları hayata geçirilmelidir.

Dördüncü sanayi devrimi, bireyleri ve devletleri de derinden etkilemektedir. Değişimin hızına ayak uyduramayan işletmeler yok olmakta, yeni yetenek setleri edinemeyen bireyler daha düşük refah seviyesinde yaşamaya mecbur kalmakta, değişim karşısında gerekli politikaları üretemeyen devletler de daha geride kalmaktadır. Bu nedenle çalışmada dünyanın içinde bulunduğu bu dönüşüm sürecinin etkileri kapsamlı bir şekilde incelenerek, Türkiye özelinde ne tür politikalar hayata geçirilebileceği incelenmiştir. Gelecek dönemde çalışma, dijitalleşmenin istihdam piyasaları ve bireyler üzerindeki etkilerinin, farklı gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerdeki etkilerinin incelenmesi ve yukarıda bahsi geçen veri havuzunun da yardımıyla çeşitli göstergeler kullanılarak yeni analizlerin gerçekleştirilmesiyle daha farklı boyutlarla yeniden ele alınabilir. Bu hususlara ek olarak, teknolojik değişim sürecinin bireyler ve devletler üzerindeki etkilerinin veri mahremiyeti ve etik bağlamında incelenmesi de literatürde eksik kalan bir alan olmakla birlikte, gelecek dönemde gerçekleştirilebilecek çalışmalar arasında yer alabilir.

KAYNAKÇA

- Acatech. (2017). *Industrie 4.0 Maturity Index Managing the Digital Transformation of Companies*. acatech STUDY series.
- Acatech. (2016). *Industrie 4.0 in a Global Context Strategies for Cooperating with International Partners*. München: acatech – National Academy of Science and Engineering,.
- Acemoglu, D., & Restrepo, P. (2017). *Secular Stagnation? The Effect of Aging On Economic Growth In The Age of Automation*. Cambridge: National Bureau Of Economic Research Working Paper 23077.
- Acemoğlu, D., & Autor, D. (2010). *Skills, Tasks and Technologies: Implication for Employment and Earnings*. Cambridge: National Bureau Of Economic Research.
- Aile, Çalışma ve Sosyal Hizmetler Bakanlığı. (2014). *Ulusal İstihdam Stratejisi*. Ankara: T.C. Aile, Çalışma ve Sosyal Hizmetler Bakanlığı.
- Akan, Y., & Kanca, O. C. (2015). Türkiye’de Dış Borçlanma, Büyüme ve Enflasyon İlişkisi: VAR Yaklaşımı. *Hacettepe Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 1-22.
- Al Nabulsi, A., Gupta , R., & Al-Ali, A. R. (2018). Cyber Physical Systems Role in Manufacturing Technologies. *AIP Conference Proceedings* (s. 1-7). Maryland: American Institute of Physics.
- Alçın, S. (2016). Üretim İçin Yeni Bir İzlek: Sanayi 4.0. *Journal of Life Economics*, 19-30.
- Arntz, M., Gregory, T., & Zierahn, U. (2016). *The Risk of Automation for Jobs in OECD Countries*. Paris: OECD Social, Employment and Migration Working Papers No. 189.
- Atzori, L., Iera, A., & Morabito, G. (2010, June 1). The Internet of Things: A Survey. *Computer Networks*, s. pp. 2787-2805.
- Autor, D. H. (2015). Why Are There Still So Many Jobs? The History and Future of Workplace. *Journal of Economic Perspectives*, 3-30.
- Autor, D. H., Levy, F., & Murnane, R. J. (2003). The Skill Content of Recent Technological Change: An Empirical Exploration. *Quarterly Journal Of Economics*, s. 1279- 1333.
- Aydın, N. (2012). İşsizlik, Beveridge Eğrisi ve Türkiye İşgücü Piyasasına İlişkin Bir Değerlendirme. *Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi* (32), 119- 134.
- Barışık, S., & Kesikoğlu , F. (2006). Türkiye’de Bütçe Açıklarının Temel Makroekonomik Değişkenler Üzerine. *Ankara Üniversitesi SBF Dergisi*, 59- 82.
- Barua, A., Lang, K. R., Susarla, A., & Whinston, A. B. (2000). *A Schumpeterian Approach to Explaining Growth in the Digital Economy*. Texas.

- Belvedere, V., Grando, A., & Bielli, P. (2012, January). A Quantitative Investigation of The Role of Information and Communication Technologies in The Implementation of A Product-Service System. *International Journal of Production Research*, s. 410-426.
- Belvedere, V., Grando, A., & Bielli, P. (2013). A quantitative investigation of the role of Information and Communication Technologies in the implementation of a product-service system. *International Journal of Production Research*, s. pp. 410-426. .
- Bessen, J. (2017). *Automation and Jobs: When Technology Boots Emplpyment*. Boston: Boston University School of Law.
- Bessen, J. E. (2016). *How Computer Automation Affects Occupations: Technology, Jobs, and Skills*. Boston Univ. School of Law, Law and Economics Research Paper No. 15-49.
- Bilim Teknolojileri Yüksek Grubu 29. Toplantı Raporu. (2016). *BTYK'nın 29. Toplantısı*. TÜBİTAK: https://www.tubitak.gov.tr/sites/default/files/2016_101.pdf (Erişim Tarihi: 24.03.2020) adresinden alındı
- Bogliacino, F., & Vivarelli, M. (2010, January). The Job Creation Effect of R&D Expenditures. *IZA Discussion Paper No. 4728*, s. 1-20.
- Bowles, S. (2014). *The Computerisation of European Jobs- Who Will Win And Who Will Lose From?*
- Boyes, H., Hallaq, B., Cunningham, J., & Watson, T. (2018). The industrial internet of things (IIoT): An analysis framework. *Computers in Industry*, s. 1-12.
- Brennen , S., & Kreiss, D. (2014). *Digitalization and Digitization*. <http://culturedigitally.org/2014/09/digitalization-and-digitization/>(Erişim Tarihi: 31.01.2020) adresinden alındı
- Buchheim, V., & Kedert, M. (2016). *Digitisations Effect On The Inflation Rate - An Empirical Analysis Of Possible Digitisation Channels*. Stockholm: KTH Industirial Engineering and Management.
- Business Insider Intelligence. (2016). *The Virtual And Augmented Reality Market will Reach \$162 Billion By 2020*. Business Insider: <https://www.businessinsider.com/virtual-and-augmented-reality-markets-will-reach-162-billion-by-2020-2016-8> (Erişim Tarihi: 26.01.2020) adresinden alındı
- Chen, Y. (2017). Integrated and Intelligent Manufacturing: Perspectives and Enablers. *Engineering*, 588-595.
- Chiacchio, F., Petropoulos, G., & Pichler, D. (2018). *The Impact Of Industrial Robots on EU Employment And Wages: A Local Labour Market Approach*. Bruegel Working Paper Issue 02.
- Clarke, L., & Winch, C. (2006). European Skills Framework? - But What Are Skills? Anglo-Saxon versus German Concepts. *Journal of Education and Work*, s. 255-269.

- Dauth, W., Findeisen, S., Südekum, J., & Wößner, N. (2017). *German Robots – The Impact of Industrial Robots on Workers*. Nuremberg : The Research Institute of the Federal Employment Agency.
- Degryse, C. (2016). *Digitalisation of the Economy and Its Impact on Labour Markets*. Brussels: European Trade Union Institute.
- Diermeier, M., & Goecke, H. (2017). Productivity, Technology Diffusion and Digitization. *CESifo Forum*, s. 26-32.
- Eğilmez, M. (2018). *Tarihsel Süreç İçinde Dünya Ekonomisi*. İstanbul: Remzi Kitapevi.
- Enders, W. (2004). *Applied Econometrics Time Series*. 2014: John Wiley High Education.
- European Centre of Development and Vocational Training . (2015). *Spain: Skill Supply and Demand Up To 2025*. European Commission.
- Eurostat. (2018a). *Individuals' Level Of Digital Skills*. Eurostat:
http://appsso.eurostat.ec.europa.eu/nui/show.do?dataset=isoc_sk_dskl_i&lang=en (Erişim Tarihi: 31.01.2019) adresinden alındı
- Eurostat. (2018b). *Use of mobile connections to the internet*. Eurostat:
<http://appsso.eurostat.ec.europa.eu/nui/submitViewTableAction.do>(Erişim Tarihi: 31.01.2019) adresinden alındı
- Evangelista, R., Guerrieri, P., & Meliciani, V. (2014). The Economic Impact Of Digital Technologies In Europe. *Economics of Innovation and New Technology*, s. 802-824.
- Ezell, S. (2018). *Why Manufacturing Digitalization Matters and How Countries Are Supporting It*. Washington: Information Technology & Innovation Foundation.
- Ezell, S., & Swanson, B. (2017). *How Cloud Computing Enables Modern Manufacturing*. Washington: Information Technology & Innovation Foundation.
- Ford, M. (2009). *The Light in The Tunnel: Automation, Accelerating Technology and The Economy of The Future*. Acculant Publishing.
- Ford, M. (2015). *The Rise of The Robots- Technology and The Threat Jobless a Future* . New York : Basic Books.
- Fossen, F. M., & Sorgner, A. (2018). *The Effects of Digitalization on Employment and Entrepreneurship*. Nevada: University of Nevada.
- Fossen, F., & Sorgner, A. (2018). *The Effects of Digitalization on Employment and Entrepreneurship*.
- Fregin, M.-C., & Frankenberger, R. (2017). *On the Way to Welfare 4.0 – Digitalisation in Spain*. <https://library.fes.de/pdf-files/id/13003.pdf> (Erişim Tarihi: 31.02.2020) adresinden alındı
- Frey, C. B., & Osborne, M. A. (2013). *The Future of Employment: How Susceptible Are Jobs to Computerisation?* Oxford: University of Oxford.

- Geisberger, E., & Broy, M. (2015). *Living in a Networked World Integrated Research Agenda Cyber-Physical Systems (Agenda CPS)*. Munich : acatech – National Academy Of Science and Engineering.
- Goos, M., & Manning, A. (2007). Lousy and Lovely Jobs: The Rising Polarization of Work in Britain. *Review of Economics and*, 118–133.
- Goos, M., Mannig, A., & Salomons, A. (2014). Explaining Job Polarization: Routine-Biased Technological Change and Offshoring. *American Economic Review*, s. 2509-2526.
- Graetz, G., & Michaels, G. (2015). *Robots at Work*. Londra: London School of Economics and Political Science Centre for Economic Performance.
- Gregory, T., Salomons, A., & Zierahn, U. (2016). *Racing With or Against the Machine? Evidence from Europe*. Centre for European Economic Research Discussion Paper No. 16-053.
- Gujarati, D. N. (2012). *Temel Ekonometri*. İstanbul: Literatür Yayınları.
- Günaydın, İ. (2004). Vergi – Harcama Tartışması: Türkiye Örneği. *Doğuş Üniversitesi Dergisi*, 163-181.
- Hartmann, B., King, W. P., & Narayanan, S. (2015, August). *Digital Manufacturing: The Revolution Will Be Virtualized*. Mckinsey:
<https://www.mckinsey.com/business-functions/operations/our-insights/digital-manufacturing-the-revolution-will-be-virtualized> (Erişim Tarihi: 24.02.2020) adresinden alındı
- Hermann, M., Tobias, P., & Boris, O. (2015). Design Principles for Industrie 4.0 Scenarios: A Literature Review . Dortmund : Technische Universität Dortmund Fakultät Maschinenbau.
- Hutter , C., & Weber , E. (2017). *The Effects of Skill-Biased Technical Change on Productivity Flattening and Hours Worked*. IAB Discussion Paper 32/2017.
- Hutter, C., & Weber, E. (2017). *Labour Market Effects of Wage Inequality and Skill-biased Technical Change in Germany*. Nuremberg: The Research Institute of the Federal Employment Agency.
- IFR. (2018). *Executive Summary World Robotics 2018 Industrial Robots* . Şubat 6, 2020 tarihinde
https://ifr.org/downloads/press2018/Executive_Summary_WR_2018_Industrial_Robots.pdf adresinden alındı
- International Federation of Robotics . (2016). *World Robotics Report 2016* . Frankfurt am Main: International Federation of Robotics .
- International Federation of Robotics. (2013). *World Robotics 2013*. Frankfurt am Main: International Federation of Robotics.
- İSMMMO. (2015). *4447 Sayılı Kanunun Geçici 15 inci Maddesinde (İş Başı Eğitimi) Öngörülen Sigorta Primi Desteği*.
http://archive.ismmmo.org.tr/docs/malicozum/132malicozum/024_Mehmet_DEMiRCi.pdf adresinden alındı

- İstanbul Sanayi Odası. (2010). *İstihdama Yönelik İşveren Sigorta Primi Teşvikleri*. İstanbul Sanayi Odası : <http://www.iso.org.tr> adresinden alındı
- İŞKUR. (2019). *adın, Genç ve Mesleki Yeterlilik Belgesi Olanların Teşviki*. İşkur: <https://www.iskur.gov.tr/isveren/tesvikler/kadin-genc-ve-mesleki-yeterlilik-belgesi-olanlari-tesviki/> adresinden alındı
- Jorgenson, D. W., Ho, M. S., & Stiroh, K. J. (2006). *The Sources of the Second Surge of U.S. Productivity and Implications for the Future*. ResearchGate: https://www.researchgate.net/publication/248018715_The_Sources_of_the_Second_Surge_of_US_Productivity_and_Implications_for_the_Future(Erişim Tarihi: 16.02.2020) adresinden alındı
- Kagermann, H., Wahlster, W., & Helbig, J. (2013). *Securing The Future Of German Manufacturing Industry: Recommendations for Implementing The Strategic Initiative Industrie 4.0*. Berlin: Sponsored by the Federal Ministry of Education and Research.
- Kara, N. (2013). Havacılıkta Katmanlı İmalat Teknolojisinin Kullanımı. *Mühendis ve Makina* , 70-74. http://www1.mmo.org.tr/resimler/dosya_ekler/58d4fd11c87e43c_ek.pdf?dergi=1320 adresinden alındı
- Khaitan, S. K., & McCalley, J. D. (2015, June). Design Techniques And Applications Of Cyberphysical Systems: A Survey. *IEEE Systems*, s. pp. 350-365.
- Khajavi, S. H., & Holmström, J. (2015). Manufacturing Digitalization and Its Effects on Production Planning and Control Practices. *IFIP Advances in Information and Communication Technology* (s. 179-185). içinde Springer.
- Kohn, V., & Harborth, D. (2018). Augmented Reality – A Game Changing Technology for Manufacturing Processes? (s. 1-18). Portsmouth: Twenty-Sixth European Conference on Information Systems.
- Kurz, H. D., & Salvadori, N. (bt.). *Theories of Economic Growth - Old and New*. ResearchGate: https://www.researchgate.net/publication/252313772_Theories_of_Economic_Growth_-_Old_and_New(Erişim Tarihi: 16.02.2019) adresinden alındı
- Lara, M., Saucedo, J., Marmolejo, J. A., & Salais, T. (2018). *Vertical And Horizontal Integration Systems in Industry 4.0*. Springer.
- Larosse , J. (2017). *Analysis Of National Initiatives On Digitising European Industry*. DG CNECT.
- Lenaerts, K., de Groen, W. P., & Bocs, R. (2017). *Impact Of Digitalisation And The On-Demand Economy on Labour Markets and The Consequences for Employment and Industrial Relations*. Brüksel: European Economic and Social Committee.
- Liao, Y., Deschamps, F., De Freitas Rocha Loures, E., & Pierin Ramos, L. F. (2017, March). Past, Present And Future Of Industry 4.0: A Systematic Literature Review And Research Agenda Proposal. *International Journal of Production*

Research, s. 3609-3629. <http://dx.doi.org/10.1080/00207543.2017.1308576>.
adresinden alındı

- Maastricht Universty. (2015). *Job Opportunities Through 2020 Particularly in Engineering And Education*. Maastricht Universty:
<https://www.maastrichtuniversity.nl/news/job-opportunities-through-2020-particularly-engineering-and-education> adresinden alındı
- Marchant, G. E., Stevens, Y. A., & Hennessy, J. M. (2014). Technology, Unemployment & Policy Options: Technology, Unemployment & Policy Options:. *Journal of Evolution and Technology - Vol. 24 Issue 1*, s. 26-44.
- McAfee, A., & Brynjolfsson, E. (2012). Big Data: The Management Revolution. *Spotlight on Big Data* (s. 60-69). içinde Cambridge: Harvard Business Review.
- Michaels, G., Natraj, A., & Van Reenen, J. (2014). Has ICT Polarized Skill Demand? Evidence From Eleven Countries Over 25 Years. *Review of Economics and Statistics* , s. 60-77.
- Miçooğulları Ünal, S. (2018). Yeni Ekonomide Dijital Emek. *International Journal of Labour, Life and Social Policy*, s. 5-17.
- Milli İstihdam Seferberliği. (2019). *İmalat ve Bilişim Sektörü Teşvikleri*. Aile, Çalışma ve Sosyal Hizmetler Bakanlığı:
<http://www.milliistihdamseferberligi.com/imalat-ve-bilisim-tesviki> adresinden alındı
- Mourtzis, D., Doukas, M., & Bernidaki, D. (2014). Simulation in Manufacturing: Review and Challenges. *ScienceDirect*, 213 – 229.
- OECD. (2013). *The Survey of Adult Skills Country Notes*. OECD.
- OECD. (2016). *Skills Matter: Further Results from the Survey of Adult Skills, Country Note Turkey*. OECD.
- OECD. (2016b). <http://www.oecdbetterlifeindex.org>. OECD Better Life Index:
<http://www.oecdbetterlifeindex.org/countries/turkey/> adresinden alındı
- OECD. (2017). *The Next Production Revolution A Report For The G20*. Paris: OECD.
- OECD Working Paper. (2018). *Automation, skills use and training*. Paris: OECD.
- Orhan, S., & Savuk, F. (2014, Mayıs-Ağustos). Emek-Teknoloji-İşsizlik İlişkisi. *Çalışma Dünyası Dergisi*, s. 9-24.
- Özkan , M., Al, A., & Yavuz, S. (2018). *Uluslararası Politik Ekonomi Açısından Dördüncü Sanayi-Endüstri Devrimi 'nin Etkileri ve Türkiye*.
- Özsoy, K., & Duman, B. (2017). Eklemeli İmalat (3 Boyutlu Baskı) Teknolojilerinin Eğitimde Kullanılabilirliği. *International Journal of 3D Printing Technologies and Digital Industry*, 36-48.
- Pecican, E. S. (2010). Forecasting Based on Open VAR. *Romanian Journal of Economic Forecasting*, 59-69.

- Peters, M. A. (2017). Technological Unemployment: Educating For The Fourth Industrial Revolution. *Educational Philosophy and Theory*, s. 1-6.
<https://doi.org/10.1080/00131857.2016.1177412>(E.T: 23.03.2020) adresinden alındı
- Petit, P. (1993). Employment and Technical Change. P. Stoneman içinde, *The Economics of Inovation and Technical Change*. Basil Blackwell.
- Resmi Gazete . (2008). *Araştırma, Geliştirme Ve Tasarım Faaliyetlerinin desteklenmesi Hakkında Kanun (1)*. Mevzuat:
<http://www.mevzuat.gov.tr/MevzuatMetin/1.5.5746.pdf> adresinden alındı
- Ricardo, D. (1817). *On The Principles of Political Economy and Taxation*. Ontario: Batoche Books .
- Rifkin, J. (2017, July 16). A Key Player in China and The Eu's 'Third İndustrial Revolution' Describes The Economy Of Tomorrow. (E. Holodny, Röportaj Yapan)
- Romer, P. M. (1986). Increasing Returns and Long-Run Growth. *The Journal of Political Economy* , s. 1002-1037.
- Rüßmann, M., Lorenz, M., Gelbert, P., Waldner, M., Justus, J., Engel, P., & Harnisch, M. (2015). *İndustry 4.0 The Future of Productivity and Growth in Manufacturing Industries*. The Boston Consulting Group.
- Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı. (2015). *Türkiye Kamu-Üniversite-Sanayi İşbirliği Stratejisi ve Eylem Planı*. Ankara: Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı.
- Say, J. B. (1964). *A Treatise on Political Economy or the Production, Distribution and*. New York: M. Kelley.
- Schumpeter, J. A. (1934). *The Theory of Economic Development: An Inquiry Into Profits, Capital, Credit, Interest and The Business Cycle*. Cambridge: Harvard Economic Studies.
- Schwab, K. (2016). *The Fourth Industrial Revolution: What It Means and How to Respond*. Geneva: World Economic Forum.
- Siemens. (bt). *Marine firm uses Simcenter advanced simulation tools to reduce product development time by 50 to 80 percent*. Siemens:
<https://www.plm.automation.siemens.com/global/en/our-story/customers/cox-marine-simcenter/83939/> (Erişim Tarihi: 30.08.2020) adresinden alındı
- Siemieniuch, C. E., Sinclair, M. A., & Henshaw, M. J. (2015, May 20). Global Drivers, Sustainable Manufacturing And Systems Ergonomics. *Applied Ergonomics*, s. 104-119.
- Sims, C. A. (1980). Macroeconomics and reality. *Econometrica*, 1-48.
- Sirkin, H., Zinser, M., & Rose, J. (2015, September 23). *How Robots Will Redefine Competitiveness*. The Boston Consulting Group:
<https://www.bcg.com/publications/2015/lean-manufacturing-innovation-robots-redefine-competitiveness.aspx> (Erişim Tarihi: 18.03.2020) adresinden alındı

- Stolterman, E., & Fors, A. C. (2004). Information Technology and the Good Life. B. Kaplan, D. Truex III, D. Wastell, & T. Wood- Haper içinde, *Information Systems Research: Relevant Theory and Informed Practice* (s. 687-692). London: UK: Kluwer Academic Publishers.
- Strateji ve Bütçe Başkanlığı. (2020). *Strateji ve Bütçe Başkanlığı*. Kalkınma Planları: <http://www.sbb.gov.tr/kalkinma-planlari/> (Erişim Tarihi: 03.04.2020) adresinden alındı
- Şahbaz, A., & Bilgin, C. (2009). Türkiye’de Büyüme ve İhracat Arasındaki Nedensellik İlişkileri . *Gaziantep Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 177-198.
- T.C. Aile, Çalışma ve Sosyal Hizmetler Bakanlığı. (2018). *Mesleki Eğitim ve Beceri Geliştirme İşbirliği Protokolü*. Türkiye Odalar ve Borsalar Birliği: <http://mobil.tobb.org.tr/DuyuruResimleri/2680-1.pdf> (Erişim Tarihi: 12.04.2020) adresinden alındı
- T.C. Hazine ve Maliye Bakanlığı. (2019). *Yeni Ekonomi Programı 2020-2022*. Ankara: T.C. Hazine ve Maliye Bakanlığı.
- T.C. Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı. (2018). *"Dijital Türkiye" Yol Haritası*. Ankara: Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı.
- Tarı, R., & Bozkurt, H. (2006). Türkiye’de İstikrarsız Büyümenin VAR Modelleri İle Analizi. *İstanbul Üniversitesi İktisat Fakültesi Ekonometri ve İstatistik Dergisi*, 12-28.
- The Boston Consulting Group. (2015). *Industry 4.0*. <https://www.zvw.de/media.media.72e472fb-1698-4a15-8858-344351c8902f.original.pdf> (Erişim Tarihi: 15.02.2020) adresinden alındı
- Turan, T. (2008). *İktisadi Büyüme Teorisine Giriş*. İstanbul: Yalın yayıncılık.
- UpSkill America. (2019). *Businesses Leading The Way To Economic Opportunity for America'S Workers*. UpSkill America: <http://www.upskillamerica.org/> (Erişim Tarihi: 04.04.2020) adresinden alındı
- Uysal, D., Mucuk, M., & Alptekin, V. (2008). Finansal Serbestleşme Sürecinde Türkiye Ekonomisinde Faiz ve Kur İlişkisi. *KMU İİBF Dergisi*, 48-64.
- ÜNAL MİÇOOĞULLARI, S. (2018). Yeni Ekonomide Dijital Emek. *International Journal of Labour Life and Social Policy*, 5-17.
- van Ark, B. (2014). Productivity and Digitalisation in Europe: Paving the Road to Faster Growth. *Lisbon Council Policy Brief* (s. 1-26). Lisbon: The Lisbon Council.
- Vivarelli, M. (1996). Technical Change and Employment: A Twofold Critique. *Technology, Economic Integration and Social Cohesion*. Paris: Trans Student Educational Resources.
- Weber, K., Chen, Y., Wang, X., Kahnt, T., & Parrish, T. (2016a, December). Functional Magnetic Resonance Imaging Of The Cervical Spinal Cord During Thermal Stimulation Across Consecutive Runs. *NeuroImage*, s. 143:267–279.

- Weckbrodt, H. (2015). Mittelstand Darf Industrie 4.0 Nicht Vergeigen: <http://oiger.de/2015/04/15/mittelstand-darf-industrie-4-0-nicht-vergeigen/82440> (Erişim Tarihi: 23.01.2020) adresinden alındı
- WEF. (2015). *What will digitalization do to the future?* weforum: <https://www.weforum.org/agenda/2015/11/what-will-digitalization-do-to-the-future/> (Erişim Tarihi: 02.04.2020) adresinden alındı
- Went, R., Kremer, M., & Knottnerus, A. (2015). *Mastering the Robot The Future of Work in the Second Machine Age*. The Hague : The Netherlands Scientific Council for Government Policy.
- Wisskirchen, G., Biacabe, B. T., Bormann, U., Muntz, A., Niehaus, G., Soler, G. J., & von Brauchitsch, B. (2017, April). *Artificial Intelligence and Robotics and Their Impact on the Workplace*. IBA Global Employment Institute.
- Wisskrichen, D. (2018). *Management in the age of Artificial Intelligence Employment, Economics and Ethics*. Mainz: CMS.
- Wolter, M. I., Mönning, A., Hummel, M., Schneemann, C., Weber, E., Zika, G., . . . Neuber-Pohl, C. (2015). *Industry 4.0 And The Consequences for Labour Market And Economy*. Nuremberg: Institute for Employment Research of the Federal Employment Agency.
- World Economic Forum. (2016). *World Economic Forum Annual Meeting 2016: Mastering the Fourth Industrial Revolution*. Geneva: World Economic Forum.
- World Economic Forum. (2018). *The Future of Jobs Report*. Geneva: WEF.
- Yalçıntaş, A., & Akkaya, B. (2019). Türkiye’de Akademik Enflasyon: “Her İle Bir Üniversite Politikası” Sonrasında Türk Yükseköğrenim Sistemi . *Ankara Üniversitesi SBF Dergisi* 74 (3), s. 789-810.
- Yalçıntaş, A., & Akkaya, B. (2019). Diplomalı Aylak Sınıfı: Gösterişsiz Tüketim Süreci Olarak Türk Yükseköğrenim Sistemi. *Efil Journal* 2 (5), 92-125.
- Yalçıntaş, A., & Yardımcı, G. (2020). Türkiye’nin Dijitalleşme Politikaları: Fırsatlar, Tutarsızlıklar ve Çözüm Önerileri. *İktisat ve Toplum Dergisi* (114), 65-74.
- Yeldan, E. (2010). *İktisadi Büyüme ve Bölüşüm Teorileri*. Ankara: Efil Yayınevi.
- Yıldız, Y. (2020). Robot Vergisi: Yeni Nesil Bir Maliye Politikası Aracı. *Maliye Dergisi* (177), 299-329.

ÖZET

Teknolojik değişim ve dijitalleşme kavramları günümüzün en önemli tartışma alanları arasında yer almakta ve işletmeler, bireyler ve devletler üzerinde büyük etkiler bırakmaktadır. Bu konu her ne kadar günümüzün en önemli tartışma konularından olsa da aslında bu alandaki tartışmalar yüzyıllardan beri devam etmektedir. Teknolojik değişimin getirdiğı yenilikler ve özellikle istihdam piyasaları üzerinde oluşturduğu düşünülen olumsuz etkiler eskiden beri toplumlarda bir endişe kaynağı olmuştur.

Teknolojik değişim kavramının hayatımızın her alanına etki ettiğı göz önünde bulundurulduğunda, teknolojik değişimin olumlu etkilerinin daha da artırılarak, olumsuz etkilerinin en aza indirilmesi için etkili politikalar üretilmesi büyük önem arz etmektedir. Ancak bu alandaki mevcut çalışmalar genellikle konunun belirli yönlerine odaklanmakta ve teknolojik değişimin istihdam yapısı üzerindeki etkilerine ilişkin bütünlükçü bir yaklaşım geliştirememektedir.

Bu çalışmanın temel amacı, teknolojik değişimin Türkiye işgücü piyasasını nasıl etkileyeceğini güncel gelişmelerden hareketle, ekonometrik analizler yardımıyla ortaya koymak ve elde edilen bulgular ışığında Türkiye özelinde politika önerilerinde bulunmaktadır.

Çalışmada, literatürdeki diğerk çalışmalardan farklı şekilde teknolojik değişimin istihdam piyasası ve devlet politikaları üzerindeki etkileri ayrı ayrı incelenerek, Türkiye işgücü piyasasındaki teknolojik değişimin istihdam piyasası üzerindeki etkilerine ilişkin olarak genel bir çerçeve çizilmiştir. Söz konusu etkiler incelenirken Türkiye’de teknolojik değişim sürecinde oluşturulan temel politika dokümanları da ayrıntılı bir şekilde incelenmiştir.

Çalışmada ayrıca, Türkiye işgücü piyasasının teknolojik değişimden nasıl etkileneceğinin öngörülebilmesi için Beveridge Eğrisi ve Vektör Otoregresif (VAR) modeli yardımıyla makro bir analiz yapılmıştır. Analiz çıktılarına bakıldığında; teknolojik değişim sürecinde yaşanacak teknolojik gelişmeler ve buna bağılı olarak değişen ekonomik yapının istihdamdaki olumsuz etkilerinin orta vadede dengeye geleceğı ancak uzun vadede istihdam artışlarının devam etmesi için politika önlemleri yoluyla teknolojik gelişmenin işgücü piyasasına sağlıklı şekilde entegrasyonunun sağlanması gerektiğı sonucuna ulaşılmıştır. Bu bulgulardan hareketle çalışmanın son bölümünde Türkiye’ye ilişkin çıkarımlarda ve politika önerilerinde bulunulmuştur.

Çalışma sonunda, teknolojik değişimin sanılanın aksine başta istihdam piyasası olmak üzere toplum yapısı üzerinde olumlu etkilerinin olumsuz etkilerine kıyasla daha fazla olduğuna ve Türkiye’nin hâlihazırda uygulamaya koyduğu politikaları çeşitlendirilerek ve politikaların devamlılığını sağlayarak önemli avantajlar elde edebileceğı sonucuna ulaşılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Teknolojik değişim, İşgücü Piyasası, İstihdam, Vektör Otoregresyon Modeli, Beveridge Eğrisi, Devlet Politikaları

ABSTRACT

Concept of technological change and digitalization is one of the important discussion areas of today's and has great impacts on organizations, individuals and governments. Although this topic is one of the important discussion areas of today's world, discussions on this area have been continuing for ages. Innovations that technological change brings and its possible negative impacts especially on labor markets have been source of a concern in societies for a long time.

Considering that concept of technological change has impacts on every sphere of our lives, it is quite important to produce effective policies in order to maximize positive effects of technological change while minimizing its negative effects. However, current studies generally focus on just particular aspect of the topic and cannot develop a holistic approach regarding the impacts of technological change on labor markets.

The main purpose of this study is to present impacts of technological change on Labor Market of Turkey with the help of current developments through econometric analyses and to make recommendations specific to Turkey in line with the findings.

In this study, impacts of technological change on labor markets and government policies have been examined differently from the other studies in the literature and a general framework has been drawn about the impact of technological change on the whole society. While examining these impacts, basic policy documents which have been produced in Turkey during the period of technological, have been examined in a detailed way as well.

In the study, an analysis has been made in order to forecast impacts of technological change on Labor Market of Turkey, through Beveridge Curve and VAR Model as well. According to the findings, adverse impacts of technological changes during the period of technological change and, changing economic structure due to this process will be balanced in the medium term. However, it has been concluded that technological changes need to be healthfully integrated to the labor market through policy measures to continuation of increasing in employment in the long term. With the help of these findings, inferences and policy recommendations for Turkey have been made.

At the end of the study, it has been concluded that technological change has more positive impacts than its negative impacts on the structure of societies, in particular for labor markets and, Turkish economy can achieve significant advantages by diversifying its ongoing policies and ensuring continuity of its policies.

Keywords: Technological Change, Labor market, Employment, Vector Autoregression Model, Beveridge Curve, Government Policies