

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

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

**ENDÜSTRİYEL ROBOT KULLANIMININ İŞSİZLİK VE
İSTİHDAM ÜZERİNDEKİ ETKİSİ: MANİSA ÖRNEĞİ**

Fatih DURMAZ

**Danışman
Doç. Dr. Melih ÖZÇALIK**

MANİSA-2019



T.C.
MANİSA CELAL BAYAR ÜNİVERSİTESİ SOSYAL
BİLİMLER ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS EĞİTİMİ FORMLARI

Tez Savunma Sınavı Tutanağı

Doküman Kodu FRYL-031

Yayınlanma Tarihi 26/03/2018

Revizyon No/Tarih 2/23/03/2018

Sayfa 1/1

TEZ SAVUNMA SINAV TUTANAĞI

Manisa Celal Bayar Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü 28.05.2019 tarih ve 18/16 sayılı toplantısında oluşturulan jürimiz tarafından Manisa Celal Bayar Üniversitesi Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliği'nin 9. Maddesi gereğince Enstitümüz İktisat Anabilim Dalı İktisadi Gelişme ve Uluslararası İktisat Tezli Yüksek Lisans Programı öğrencisi Fatih DURMAZ'ın "ENDÜSTRİYEL ROBOT KULLANIMININ İŞSİZLİK VE İSTİHDAM ÜZERİNDEKİ ETKİSİ: MANİSA ÖRNEĞİ" konulu tezi incelenmiş ve aday 11.06.2019 tarihinde saat 11:00'da jüri önünde tez savunmasına alınmıştır.

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

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

ÜYE

Doç. Dr. Serkan ÇAMAR

BAŞKAN

Doç. Dr. Melih ÖZGALIC

ÜYE

Doç. Dr. Sinan AYTEKİN

Evet

Hayır

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

Tez, mutlaka basılmalıdır.

Tez, mevcut haliyle basılmalıdır.

Tez, gözden geçirildikten sonra basılmalıdır.

Tez, basımı gereksizdir.

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

** Bu halde adayın Enstitü ile ilişkisi kesilir.

Hazırlayan
Enstitü Sekreteri

Onaylayan
Enstitü Müdürü

YEMİN METNİ

Yüksek Lisans / Doktora tezi olarak sunduğum “**Endüstriyel Robot Kullanımının İşsizlik Ve İstihdam Üzerindeki Etkisi: Manisa Örneği**” adlı çalışmanın, tarafımdan bilimsel ahlak ve geleneklere aykırı düşecek bir yardıma başvurmaksızın yazıldığını ve yararlandığım eserlerin bibliyografyada gösterilen eserlerden oluştuğunu, bunlara atıf yapılarak yararlanmış olduğumu belirtir ve bunu onurumla doğrularım.

.../.../20..

Adı Soyadı

Fatih DURMAZ

İmza

ÖZET

ENDÜSTRİYEL ROBOT KULLANIMININ İŞSİZLİK VE İSTİHDAM ÜZERİNDEKİ ETKİSİ: MANİSA ÖRNEĞİ

Üçüncü endüstri devriminde ilk örneklerini gördüğümüz robotik teknolojilerinin endüstriye entegre edilmesinden bu yana teknolojinin işsizliğe yol açma tartışmaları bambaşka bir boyut kazanmıştır. Üretimin giderek robotlaşmasıyla birlikte, işsizliğin sürekli olarak artacağı tartışmaları gündeme gelmiştir. Özellikle 2011 yılında ortaya atılan Endüstri 4.0'ın getirdiği “otonom robotlar” ve “akıllı fabrikalar” kavramları, tartışmaların giderek büyümesine neden olmuştur. Bu çalışmanın amacı, istihdam ve işsizlik kavramlarını açıklayarak, endüstriyel robot kullanımının etkilerini bu kavramlar üzerindeki etkisini belirlemektir.

Çalışma üç bölümden oluşmaktadır. İlk bölümde istihdam ve işsizlik kavramları analiz edilmiş ve sınırları belirlenmiştir. İkinci bölümde, endüstriyel robot kavramı açıklanmış, endüstri devrimleri çerçevesinde ortaya çıkışı ve gelişimi gösterilmiştir. Ayrıca, endüstriyel robotlar ile işgücü piyasalarının durumlarına bakılmış ve emek kavramının değişim süreci incelenmiştir. Son bölümde ise, Manisa Organize Sanayisinde yer alan, Endüstri 4.0 standartlarında bir altyapı ile kurulmuş, Vestel Kurutma Makinesi Fabrikasını merkez alan bir araştırma yapılmıştır. Araştırmada kullanılan yöntem “örnek olay araştırması” veya “örnek olay yöntemi”dir. Çalışmaya konu olan fabrikada, yeterli yetkinliklere sahip katılımcılarla mülakat şeklinde görüşülmüş, “neden” ve “niçin” sorularına cevap aranarak ayrıntılı ve derinlemesine bir araştırma yapılmaya çalışılmıştır.

Sonuç olarak, endüstriyel robot kullanımının hem işsizlik yaratma etkisi hem de istihdam yaratma potansiyeli keşfedilmiş, ortaya çıkan işsizliğin kalıcı bir işsizlik olmadığı tespit edilmiştir. Endüstriyel robot kullanımının ekonomide görülecek işsizlik için tek neden olamayacağı, işsizliğin önlenmesi ve istihdamın sağlanması için makroekonomik değişkenlerinde incelenmesi gerekliliği ortaya çıkmıştır. Ayrıca Endüstri 4.0 çerçevesinde değerlendirildiğinde, bir süreç olarak ele alınan ve doğru planlanan bir dönüşümün yapıcı sistemler ortaya çıkaracağı gözlemlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Endüstri 4.0, Devrim, Ekonomi, Robot, İşsizlik, İstihdam, Yapay Zekâ, Akıllı Fabrikalar, Siber-Fiziksel Sistemler

ABSTRACT

THE EFFECT OF INDUSTRIAL ROBOT USE ON UNEMPLOYMENT AND EMPLOYMENT: EXAMPLE OF MANİSA

Since the integration of robotic technologies, which we saw in the third industrial revolution, into the industry, the controversy of technology leading to unemployment has gained a different dimension. As the production has become increasingly robotic, the debate on the continuous increase in unemployment has come to the fore. Especially the concepts of autonomous robots and smart factories brought about by Industry 4.0, which was put forward in 2011, caused the discussions to grow. The aim of this study is to explain the effects of industrial robot use on these concepts by explaining the concepts of employment and unemployment.

The study consists of three parts. In the first part, the concepts of employment and unemployment were analyzed and their boundaries were determined. In the second chapter, the concept of an industrial robot is explained and the emergence and development of industrial robotics are shown. In addition, the status of industrial robots and labor markets were examined and the process of change of labor concept was examined. In the last part, a research was conducted in the Manisa Organized Industry, based on Industry 4.0 standards and a research center was made at the center of the Vestel Dryer Plant. The method used in the research is the case study or case study method. In the factory subject to the study, interviewees were interviewed in the form of interviews with sufficient competencies and a detailed and in-depth investigation was attempted to answer the questions of why is that and why.

As a result, both the unemployment-creating effect and the potential for job creation have been discovered by the use of industrial robots, and the resulting unemployment is not permanent unemployment. It has emerged that the use of industrial robots cannot be the only cause for unemployment to be seen in the economy and that macroeconomic variables should be examined in order to prevent unemployment and to ensure employment. In addition, when it is evaluated within the framework of Industry 4.0, it has been observed that a transformation which is considered as a process and correctly planned will produce constructive systems.

Keywords: Industry 4.0, Revolution, Economy, Robot, Unemployment, Employment, Artificial intelligence, Smart Factories, Cyber-Physical Systems

TEŞEKKÜR

Çalıőmamın her aşamasında bana destek olan, bilgi ve deneyimleri ile yol gösteren danışman hocam Sayın Doç. Dr. Melih ÖZÇALIK'a, öğrenim hayatım boyunca beni maddi ve manevi olarak destekleyen ve hep yanımda olan aileme ve özellikle en büyük destekçim olan annem Halise DURMAZ'a yürekten teşekkür ederim.

Fatih DURMAZ

Manisa - 2019



ŞEKİLLER VE TABLOLAR LİSTESİ

Şekil 1: James Watt'ın geliştirdiği buhar makinesi.....	26
Şekil 2: Nicola Tesla'nın Alternatif Akım Motoru	28
Şekil 3: Transistör	30
Şekil 4: Endüstri devriminin aşamaları	35
Şekil 5: Nesnelerin İnterneti.....	37
Şekil 6: Yapay Zeka (Temsili)	42
Şekil 7: 3D Yazıcı	46
Şekil 8: Bir Fabrika Simülasyonu	48
Şekil 9: İKEA'nın Artırılmış Gerçeklik Uygulaması.....	51
Şekil 10: Cobot.....	55
Tablo 1: Katılımcı Profilleri	67

KISALTMALAR DİZİNİ

ABD	Amerika Birleşik Devletleri
AI	Yapay Zekâ
AR	Artırılmış Gerçeklik
BD	Büyük Veri
BT	Bilgi Teknolojileri
CNC	Bilgisayarlı Sayısal Kontrol
ILO	Uluslararası Çalışma Örgütü
IOT	Nesnelerin İnterneti
ISMS	Bilgi Güvenliği Yönetim Sistemi
ISO	Uluslararası Standardizasyon Örgütü
NC	Sayısal Kontrol
OECD	Ekonomik Kalkınma ve İşbirliği Örgütü
SaaS	Hizmet Olarak Yazılım
TÜİK	Türkiye İstatistik Kurumu

İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	III
ABSTRACT	IV
TEŞEKKÜR	V
ŞEKİLLER VE TABLOLAR LİSTESİ.....	VI
KISALTMALAR DİZİNİ	VII
GİRİŞ	1

BİRİNCİ BÖLÜM

İSTİHDAM VE İŞSİZLİK KAVRAMLARI

1.1. İSTİHDAM	3
1.1.1. İstihdam İle İlgili Kavramlar	4
1.1.1.1. İstihdam Kapasitesi	4
1.1.1.2. İstihdam Hacmi	4
1.1.1.3. İstihdam Oranı Ve Kurumsal İşgücü.....	5
1.1.2. İstihdam Türleri.....	5
1.1.2.1. Tam İstihdam.....	5
1.1.2.2. Aşırı İstihdam	6
1.1.2.3. Eksik İstihdam.....	6
1.1.3. İstihdam Teorisi	7
1.1.3.1. Klasik Ve Neo-Klasik İstihdam Teorisi	7
1.1.3.2. Keynes Ve Modern İstihdam Teorisi	9
1.1.3.3. Monetarist İstihdam Teorisi	10
1.2. İŞSİZLİK	11
1.2.1. İşsizlik İle İlgili Kavramlar	12
1.2.1.1. İşsizlik Oranı	12
1.2.1.2. İşsizliğin Maliyeti.....	12

1.2.2. İşsizlik Türleri	12
1.2.2.1. İradî İşsizlik.....	13
1.2.2.2. Gayri İradî İşsizlik.....	13
1.2.2.3. Mevsimsel İşsizlik.....	14
1.2.2.4. Konjonktürel(Dönemsel) İşsizlik	15
1.2.2.5. Yapısal İşsizlik	15
1.2.2.6. Friksiyonel İşsizlik	16
1.2.2.7. Teknolojik İşsizlik.....	17
1.2.2.8. Gizli İşsizlik	18
1.2.2.9. Doğal İşsizlik.....	18
1.2.3. İşsizlik Teorisi	19
1.2.3.1. Klasik Ve Neo-Klasik Yaklaşım	19
1.2.3.2. Keynesyen Yaklaşım.....	20
1.2.3.3. Monetarist Yaklaşım	20
1.2.3.4. Modern Yaklaşımlar.....	21
1.3. İşsizlikle Mücadele: İstihdam Politikaları	22
1.3.1. Aktif İstihdam Politikaları	23
1.3.2. Pasif İstihdam Politikaları.....	24

İKİNCİ BÖLÜM

ENDÜSTRİYEL ROBOTLARIN GELİŞİMİ VE İŞGÜCÜ PİYASASI

2.1. ENDÜSTRİYEL ROBOT KAVRAMI	24
2.2. ENDÜSTRİ DEVRİMLERİ VE ROBOTİĞİN GELİŞİMİ	25
2.2.1. Birinci Endüstri Devrimi	26
2.2.2. İkinci Endüstri Devrimi	27
2.2.3. Üçüncü Endüstri Devrimi	30
2.2.4. Dördüncü Endüstri Devrim	33

2.2.4.1. Nesnelerin İnterneti	36
2.2.4.2. Büyük Veri	40
2.2.4.3. Yapay Zeka	42
2.2.4.4. Akıllı Fabrikalar	43
2.2.4.5. Siber-Fiziksel Sistemler	45
2.2.4.6. Eklemeli İmalat – 3D Yazıcılar.....	45
2.2.4.7. Simülasyon	48
2.2.4.8. Yatay Ve Dikey Sistem Entegrasyonu	49
2.2.4.9. Bulut Bilişim	50
2.2.4.10. Artırılmış Gerçeklik	51
2.2.4.11. Siber Güvenlik.....	53
2.2.4.12. Otonom Robotlar – Akıllı Robotlar	54
2.3. ENDÜSTRİYEL ROBOT SEKTÖRÜ	55
2.4. ENDÜSTRİYEL ROBOTLAR VE İŞGÜCÜ PİYASASI.....	58
2.4.1. Emegın Varlığı Ve Değişim Süreci	58
2.4.2. Endüstriyel Robotlar Ve İşsizlik.....	61
2.4.3. Endüstriyel Robotlar Ve İstihdam	62

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

ENDÜSTRİYEL ROBOT KULLANIMININ İŞSİZLİK VE İSTİHDAM ÜZERİNDEKİ ETKİSİNİN ANALİZİ: MANİSA ORGANİZE SANAYİ BÖLGESİNDE BİR ÖRNEK OLAY ARAŞTIRMASI

3.1. ARAŞTIRMA YÖNTEMİ	64
3.2. ARAŞTIRMANIN TASARIMI.....	66
3.3. BULGULAR VE YORUMLAMA	68
SONUÇ.....	72
KAYNAKÇA	75

GİRİŞ

İnsanlık tarihinde ekonomi olgusunun doğuşu tarım devrimine dayanmaktadır. MÖ.8000'lerde insanların yerleşik hayata geçmesi, takas yoluyla alışveriş yapılması ticareti doğurmuştur. Paranın bulunması, ticaret yollarının gelişmesi, kentleşme gibi faktörlerle 18 yy. sonlarında ekonomi, François Quesnay ve Adam Smith'in çalışmalarıyla bir bilim dalı olarak ortaya çıkmıştır. Yine bu dönemde, buhar makinasının icadıyla gerçekleşen ilk endüstri devrimi beraberinde ekonomik ve toplumsal değişimleri de getirmiş ve bu tarihten sonra ekonomi, endüstriyel değişimlere paralel olarak gelişimini devam ettirmiştir. Ekonomi birçok noktada endüstriyel gelişmelerden etkilenmekle birlikte, bunlardan en dikkat çekicisi üretim ve üretimin en önemli faktörü olan işgücüdür.

İlk endüstriyel devrime kadar üretime katılan işgücünün çoğu tarım işçilerinden oluşmaktaydı. Görece daha az bir kısım ise el sanatlarıyla uğraşmaktaydı. Her iki kesimde faaliyet gösteren işgücü de kas gücüne dayalı saf emekten oluşmaktaydı (Erdem, Ziya, 2005: 544). Endüstri devriminin gerçekleşmesi ve buhar gücü vasıtasıyla makinelerin üretime katılmaya başlamasıyla bir taraftan yeni endüstriler oluşmuş, diğer yandan ise tarımda işgücüne olan talep azalmıştır. Tarımda faaliyet gösteren işgücünün istihdam alanı daralmış, köyden kente göçler başlamış ve insanlar yeni oluşan sanayi kesiminde kendilerine istihdam alanı bulabilmişlerdir.

İkinci endüstri devriminin getirdiği elektrik gücü, üretim tekniklerini bir adım daha ileriye taşımıştır. Makinelerin daha çok kullanılmaya başlaması ve seri üretime geçilmesiyle istihdam edilen işgücünde yeni değişimler gerçekleşmiştir. Yarı vasıflı işçi kavramları doğmuş, nitelik beklentisi artmış, iş bölümü ve uzmanlaşma kavramları ortaya çıkmaya başlamıştır.

İlk iki endüstriyel devrimin sonuçlarına bakıldığında, talep edilen işgücünde aranan niteliklerin sürekli değişime uğradığı görülmektedir. Aynı zamanda endüstrinin ilk evrilme yıllarında olduğu düşünüldüğünde, kısa dönemde yarattığı işsizlik bir sorun olarak görülmemiş, çünkü çabuk bir vaziyette kendini telafi edebilmiştir. Ancak üçüncü endüstriyel dönüşümün gerçekleşmesiyle bu değişim farklı bir boyut kazanmış, üçüncü devrimin ikinci yarısından itibaren gelişen teknolojilerin işsizlik yaratacağı korkusu gündeme gelmeye başlamıştır.

Üçüncü endüstriyel devrimde ortaya çıkan bilgisayar ve bilgi teknolojileri, kısa zamanda robot teknolojisinin ortaya çıkmasını ve gelişmesini sağlamıştır. Endüstride

robot kullanılmaya başlamasıyla birlikte ilk defa teknolojinin işsizlik üzerinde yıkıcı etkileri olduğu tartışmaları alevlenmiştir. Her ne kadar böyle gündeme gelmiş olsa da yine üçüncü endüstri devriminde ortaya çıkan yeni meslekler işsizliği telafi edebilmiştir. Ancak yine istihdam edilen işgücünde aranan nitelikler değişmiş ve “bilgi işçiliği” kavramı doğmuştur.

Günümüzde ise Endüstri 4.0 olarak anılan dördüncü devrimi yaşıyoruz. Dördüncü devrim, 2011 yılı Hannover fuarında ortaya atıldığından bu yana tartışılan en önemli konu, endüstriyel robotların ortaya çıkaracağı düşünülen işsizlik olmuştur. Bu konuda, robotik gelişmeleriyle beraber ortaya çıkan yeni teknolojilerin yüksek derecede yıkıcı bir etki yaratacağını düşünenlerle birlikte, işsizliğin önceki devrimlerde olduğu gibi sadece kısa dönemde görüleceğini iddia edenler de vardır.

Bu çalışmanın amacı, dördüncü endüstriyel devrim kapsamında, endüstride yüksek oranda artması beklenen endüstriyel robot kullanımının işsizlik ve istihdam üzerindeki etkilerini analiz ederek, kalıcı bir işsizlik yaratıp yaratmayacağını ortaya koymaktır.

Çalışmanın ilk bölümünde, İstihdam ve İşsizlik kavramlarına yer verilmiştir. İstihdam ve işsizlik ile ilgili kavramlar açıklanmış, bunlara etki eden faktörler incelenmiştir. İstihdam sağlamak ve/veya işsizliği önlemek amacıyla geliştirilmiş politikalara da değinilmiştir.

İkinci bölümde, endüstriyel robot kavramı açıklanmış, ilk endüstri devriminden bu yana, teknolojik gelişmeler paralelinde robotiğin gelişimi açıklanmaya çalışılmıştır. Endüstriyel robotların işgücü piyasalarındaki etkilerine de değinilerek, işsizlik oluşturma ihtimali ve istihdam yaratma potansiyelleri incelenmiş, tezin iddiası doğrultusunda işgücünün niteliğinde meydana gelen değişimler açıklanmıştır.

Son bölümde, Manisa Organize Sanayisinde yer alan Vestel A.Ş'nin Endüstri 4.0 konseptine göre oluşturduğu kurutma fabrikasını merkeze alan “örnek olay araştırması” yapılmıştır. Çalışmanın yapılmasıyla, endüstriyel robot kullanımının etkileri görgül ve nitel bir yaklaşım olan örnek olay yöntemiyle derinlemesine ve ayrıntılı şekilde analiz edilmiş ve sonuçlar ortaya konmuştur.

BİRİNCİ BÖLÜM

İSTİHDAM VE İŞSİZLİK KAVRAMLARI

Bu bölümde ilk olarak araştırmanın temel unsurlarından istihdam ve işsizlik, kavramsal ve teorik açıdan analiz edilerek neden ve sonuçları incelenecek, ayrıca istihdam sağlama ve işsizlik sorunu ortadan kaldırmak adına üretilen politikalara değinilecektir.

1.1. İSTİHDAM

İstihdam sözlükteki basit anlamıyla, kullanmak, çalıştırma veya çalışmak anlamına, iktisat literatüründe ise bir ekonominin belirli bir dönemde, üretim öğelerinin mevcut teknolojik düzeye göre ne ölçüde kullanıldığını gösterir(Karakayalı, 2007: 401).

İstihdam kavramı genel olarak, "Üretim faktörlerinden sermaye, emek, girişimcilik ve hali hazırdaki doğal kaynakların en iyi biçimde kullanılarak üretime katılmasını" ifade eder. Bu tanımdan anlaşılacağı üzere istihdam kavramının kapsam alanı oldukça geniş sayılabilir (Bekiroğlu, 2010: 5).

Dolayısıyla istihdam kavramı dar ve geniş anlamıyla iki şekilde tanımlanabilir. Dar anlamda istihdam, sadece emek faktörünün ele alındığı bir tanım iken geniş anlamda istihdam, emek ile birlikte tüm üretim faktörlerinin üretim süreçlerine katılmasını içermektedir (Özgüven, 1991: 399).

Uluslararası Çalışma Örgütü(International Labour Organization – ILO) de dar anlamda istihdam tanımına paralel şekilde istihdamı; “milli gelire katkıda bulunan, ücretli olarak kendi hesabı ya da başkası adına çalışan, belirli bir yaş üzerindeki insanların oluşturduğu grup” olarak tanımlamaktadır (Unay, 1993: 239).

Bu çalışmada da istihdam kavramsal olarak ele alınmış, dar anlamdaki istihdam tanımı dikkate alınarak çalışmalar yapılmıştır.

1.1.1. İstihdam İle İlgili Kavramlar

1.1.1.1. İstihdam Kapasitesi

Bir ÷lke ekonomisinde, belirli bir dñnem içinde üretimde çalıştırılabilir maksimum işgücü istihdam kapasitesini ifade etmektedir. İstihdam kapasitesi, bireylerin fizyolojik ve psikolojik ihtiyaçları dikkate alınarak belirlenmelidir. Bir toplumda ekonomik açıdan belirli bir dönemde, çalışabilecek durumdaki herkesin temel fizyolojik ihtiyaçlarına ayırdıkları vaktin dışında kalan, üretim faaliyetlerinde çalışarak geçirdikleri mesai saatleri toplamına “fizyolojik istihdam kapasitesi” denir. Bireyler, üretim faaliyetlerinin yanında, dinlenme ve eğlenme gibi kültürel ihtiyaçlarını karşılamak zorundadır. Bu zorunluluk çalışabilecek uygunlukta olan birçok bireyin istihdam dışında kalmalarına neden olmaktadır (Türkbal, 2005: 134).

1.1.1.2. İstihdam Hacmi

Bir ÷lke ekonomisinde, işgücünün tamamının veya belirli bir kısmının belirli zamanlarda gelir sağlamak amacıyla tamamladıkları çalışma saatleri toplamı, ekonominin o dönem içindeki istihdam hacmi olarak adlandırılır. Bir ekonomide işgücünün miktarı, çalışanlar ve işsizler tarafından belirlenirken istihdam hacminin belirleyicileri piyasanın emek arzı ve emek talebidir. Bu durumda emek arzı, belirli ücret hadleri karşılığında işgücüne katılmaya hazır çalışma saatleri toplamıdır (Düğer ve Dulupçu, 2000: 362).

Emek talebi, girişimcilerin ya da firmaların, piyasanın koşullarına göre istihdam etmek istedikleri çalışma saatleri toplamıdır. Gelir elde etmek, temel ve sosyal ihtiyaçlarını karşılayabilmek adına işçi, emeğini daima hizmete sunmaya hazır olduğundan, emek arz yönü emek talep yönüne göre istihdam hacminin gerisinde kalmaktadır. Bu sebeple önemli olan firmaların emeğe olan talebidir. Bu durumda istihdam hacminin esas belirleyicisi emek talebi olmaktadır (Türkbal, 2005: 134).

1.1.1.3. İstihdam Oranı Ve Kurumsal İşgücü

TÜİK' in tanımına göre istihdam oranı, istihdamın kurumsal olmayan çalışma çağındaki nüfus içindeki oranıdır. Kurumsal olmayan nüfus, huzurevi, yetiştirme yurtları, üniversite yurtları, özel nitelikteki hastahane, kışlalar, cezaevleri vb. yerlerde yaşayanlar dışında kalan nüfus olarak tanımlanırken, kurumsal olmayan çalışma çağındaki nüfus ise kurumsal olmayan nüfusun içindeki 15 yaş ve üstündeki grubu ifade etmektedir (www.tuik.gov.tr) (E.T. 10.11.2018).

1.1.2. İstihdam Türleri

İstihdam türleri sınıflandırması bir ekonomideki emek faktörünün üretim sürecine hangi ölçüde dâhil olduğunu belirtmede kullanılmaktadır. Tam, eksik ve aşırı istihdam kavramları, hem emek hem de üretim argümanları ile yakın derecede alakalı olduklarından ve istihdamın geniş boyutunu oluşturduklarından dolayı birlikte incelenmektedir (Dirimtekin, 1981: 199).

1.1.2.1. Tam İstihdam

İstihdam türlerini açıklarken kullanacağımız tanımlamalar da istihdamın dar veya geniş anlamlarından hangisini ele alacağımız ile ilgilidir. Geniş anlamda istihdam tanımına göre tam istihdamı açıklamak istersek, ekonominin sahip olduğu üretim faktörlerinden herhangi birinin atıl durumda kalmadan, tümüyle üretime katılması durumu diyebiliriz. Öte yandan dar anlamda istihdam tanımına göre ise, toplam işgücünün çalışma kapasitesine eşit olduğu durum veya makro ölçekte toplam işgücü arzının toplam işgücü talebinde dengeye gelmesidir (Unay, 1996: 207).

İster serbest piyasa ekonomisi olsun ister planlı ekonomi, her ekonomik sistem mevcut kaynaklarını israf etmeden kullanmaya, atıl kapasite bırakmamaya ve üretim öğelerinin hepsinden en iyi şekilde yararlanmaya çalışacaktır. Makroekonomik alanda, çalışmayan fabrika, işlenmemiş toprak ve işi olmayan kişilerin bulunmaması oldukça önemlidir. Eğer bu sağlanabiliyorsa, genel anlamda ekonominin tam istihdam düzeyine ulaştığı söylenebilecektir (Karakayalı, 2007: 402).

Ekonomi tam istihdam düzeyindeyken elde edilen reel milli gelir düzeyi ulaşılabilecek en yüksek reel milli gelir seviyesini ifade eder. Çünkü mevcut ekonomi sahip olduğu teknolojik ve altyapısal kapasitesinin tamamını kullanmış, hiçbir kaynak atıl durumda kalmamıştır. Dolayısıyla tam istihdam kaynakların en etkin şekilde kullanılması olarak da ifade edilebilmektedir (Pekin, 2012: 126).

1.1.2.2. Aşırı İstihdam

Bir ekonomide yapılan harcamanın elde edilen gelirden fazla olması durumunda, ekonomide eksik istihdamın var olup olmadığına göre, ya istihdam hacmi artacak ya da aşırı istihdam söz konusu olacaktır. Aşırı istihdam, ekonomide eksik istihdam durumunun tam tersi özellikleri gösterir. Yani ekonomide var olan üretim faktörlerinin en etkin şekilde kullanılmasına rağmen, üretilen mal ve hizmetler toplam talebi karşılamaması sonucu daha fazla üretim ögesine ihtiyaç duyulması, ekonominin aşırı istihdam koşulları içinde bulunduğunu gösterir. Böyle bir konjonktürde, istihdam hacmi artırılmadığı için kısa dönemde toplam reel gelirin artması da mümkün değildir. Bu durumda girişimciler daha fazla mal ve hizmet satabileceklerini öngörerek var olan tesislerden daha fazla yararlanmaya çalışacaktır. Üretim öğelerinin en etkin şekilde kullanılması, maksimum kapasiteleriyle kullanılması anlamına gelmez. Tam istihdam kavramında hedeflenen, üretim öğelerinin en az yıpranma ile sağlayabileceği en yüksek verimlilik (Karakayalı, 2007: 404).

“Aşırı istihdam” kavramı; genel olarak üretim faktörlerinin tam istihdam seviyesinde kullanılmasına rağmen, ekonomideki toplam talebin karşılanamamasıdır. Özellikle gelişmiş ülkelerde rastlanması muhtemel bir ekonomik durumdur. Gelişmiş ülkelerin toplam talebi sağlamak amacıyla daha fazla üretim yapmak için, işçi alımına gidecek olup emeğin coğrafi olarak hareket etmesine sebep olmaktadır (Zaim, 1997: 57-58).

1.1.2.3. Eksik İstihdam

Eksik istihdam, bir devletin ekonomik alandaki üretim faktörlerinden, teknolojik gelişmişlik düzeyi de göz önünde bulundurulursa; tam ve etkin bir şekilde

fayda sağlayamama veya kullanamama durumudur. Aktif çalışmaya sahip nüfus, geçici veya sürekli çalışmak kaydı ile ücret alarak çalışma alanlarında iş sahibi olamamaktadır. Diğer taraftan, sermaye kaynakları işlev yönünden pasif ve boşta kalmakta, topraktan ise teknolojik gelişmelere göre yeterli fayda sağlanamamaktadır. Sonuç olarak, üretilmesi planlanan mal ve hizmetlerin miktarlarında düşüş yaşanmakta, kaynaklar ziyan edilmekte ve bu da devlet ekonomisine zarar olarak geri dönmektedir (Güner, 2010: 8).

Eksik istihdam ekonomide ki kaynakların tam ve etkin kullanılmadığı, belirli ücret hadlerinde çalışmaya hazır olan işgücünün istihdam edilemediği durum olarak da ifade edilebilir.

1.1.3. İstihdam Teorisi

İktisat biliminin ortaya çıkışından bu yana istihdam hakkında birçok teori ortaya konulmuştur. Bunlardan en önemlileri “Klasik İstihdam Teorisi”, “Keynes ve Modern İstihdam Teorisi” ve “Monetarist İstihdam Teorisi”dir.

1.1.3.1. Klasik Ve Neo-Klasik İstihdam Teorisi

Klasik iktisat teorisindeki en temel görüş, ülke ekonomisine devlet müdahalesinin olmamasıdır. Klasik iktisatçılara göre ekonomi, sürekli kendiliğinden işleyen bir mekanizma(görünmez el) yardımıyla kendi kendine dengeyi sağlayacaktır. Bu nedenle ekonomiler devlet müdahalesi gerekmeksizin her zaman tam istihdam seviyesine doğru gelme eğilimindedir. İhtiyaçlarını karşılamak isteyen tüketicilerin, ücret elde etmek isteyen işçilerin ve kar elde etmek isteyen üreticilerin bu amaçlara ulaşma yolunda gösterdikleri tüm çaba aslında toplumun yararına sonuçlar getirecektir. Çünkü Klasik iktisadi görüşe göre, kendi çıkarı için koşan kişiler, toplumun çıkarlarına da hizmet etmiş sayılır (Bocutoğlu, 2012: 50).

Klasikler bu iddialarını güçlendirmek amacıyla mahreçler kanunu, faiz, ücret ve fiyat teorisini geliştirmişlerdir (Berber, 2006: 88).

“Mahreçler Kanunu” ya da daha çok bilinen adıyla “Say Yasası”, Jean Baptiste Say’ in, “Her arz kendi talebini yaratır” söyleminden hareketle açıklanmaktadır. Ekonomi görünmez elin yardımıyla sürekli denge noktasını yakalayacağından,

Üretimdeki her artış karşısında talepte de aynı oranda artış gerçekleşecektir. Say yasası her Şeyden önce kişinin tüm gelirini harcadığını varsaymaktadır. Çünkü kar elde etme amacı yoktur. Tek amaç gereksinimleri karşılamaktır. Tam da bu nedenle daha çok gereksinim karşılayabilmek adına daha çok üretim yapılacak, hiçbir üretim faktörü boşta kalmayacak ve böylece ekonomi tam istihdama kavuşacaktır.

Klasik iktisatçılar “faiz” kavramını sermayenin fiyatı olarak tanımlamıştır. Ödünç verilebilir fonlar piyasasındaki esnek faiz oranları yatırımları tasarruflara eşitler. Bu fiyat ya da bedel, tasarruf eden kişiye, tkettimden feragat ettiği için ödenmekte ve tasarruflar ekonomiyeye kazandırılmaktadır. Bu durumda gelirlerin tümü harcanmış olacak ve toplam arz, toplam talebe eşit olacaktır. Tasarrufu girişimciler talep eder. Yani firmalar yeni yatırım yapmak istediklerinde sermayeye ihtiyaç duyarlar. Faizin yükseldiği durumlarda borçlanmanın maliyeti de yükseleceği için yatırımlar azalır. Çünkü girişimcilerin karı azalacaktır. Tasarruflar ise ödünç verilebilir fon arzını temsil eder. Faiz oranları yükseldikçe tasarruflarda yükselir. Denge ancak, tasarrufların yatırımlara eşit olduğu noktada gerçekleşecektir (Sloman, 2004: 105).

Klasik teoride “cret” emek arzının emek talebine eşit olduğu noktada meydana gelmektedir. Emek arzının emek talebine eşit olduğu noktada ekonomi tam istihdam seviyesindedir. Klasik teoride kişiler gereksinimlerini karşılamak amacıyla emek arz ederken, firmalar da üretim kapasitesini artırmak amacıyla emek talep eder. Klasik teoride emek arzı ve emek talebi, reel ücretin bir fonksiyonudur. cret düzeyini emek arzı ve emek talebinin keşiştiği nokta belirlemektedir.

Neo-Klasik teoride ise ücretler, işveren tarafından yapılan işin üretimdeki marjinal verimine, işçi tarafında ise yapılan işin marjinal emeğine bağlıdır. Azalan verimler kanununa göre, yapılan işin marjinal verimi tam istihdam seviyesine yaklaştika azalır. Buna karşın istihdam seviyesi yükseldikçe marjinal emek artar. Başka bir deyişle ücret, marjinal emek ile marjinal verimin birbirine eşit olduğu noktada ortaya çıkar ve bu da tam istihdam seviyesine karşılık gelir. Cari cret düzeyinde, çalışmak isteyen herkes iş bulabilecektir. Buna rağmen ekonomide işsizler oluyorsa bunun nedeni kişilerin marjinal verimliliklerinin üzerinde ücret talep etmesidir (Aren, 1992: 19).

1.1.3.2. Keynes Ve Modern İstihdam Teorisi

Klasik teorinin öne sürdüğü varsayımlar 20.yy' a kadar geçerliliğini korumuş ancak 1929 ekonomik buhranı ile birlikte kriz durumlarında ekonominin kendi kendine dengeye gelemeyebileceğine tanıklık edilmiştir. J. M. Keynes, 1936 yılında yayınlanan “İstihdam, Faiz Ve Paranın Genel Teorisi” adlı kitabında ekonominin tam istihdam daha düşük bir durum olan eksik istihdamda da dengeye gelebileceğini öne sürmüştür. Keynes' in öne sürdüğü teorinin temel noktası, klasiklerin iddia ettiği görünmez elin ekonomiyi yeniden dengeye getiremediği durumlarda devletin ekonomiye müdahale etmesidir.

Keynes say yasağını şiddetle reddetmiştir. Keynes' e göre toplam arzın toplam talebe, gelirlerin harcamalara, tasarrufların yatırımlara, emek arzının emek talebine eşit olması geçici bir tesadüften ibarettir (Ataç 2002:8). Keynes, faizin tasarruf arzı ve sermaye talebine göre değil, para arz ve talebine göre oluştuğunu öne sürmüş, planlanan tasarrufların planlanan yatırımlara her zaman eşit olacağı görüşünü kabul etmemiştir. Bu kararlar birbirinden bağımsız olarak verilir. Tasarruflar faiz oranlarına değil, gelir düzeyine bağlıdır. Faiz oranı ne olursa olsun, geliri yetersiz olanların tasarruf yapması olanaksızdır. Bu bakımdan faiz, yatırım ile tasarruf eşitliğini sağlayan bir unsur değildir. Tasarruf ve yatırım kararları birbirinden bağımsız olduğundan, tasarruflar yatırımlardan fazla olabilir. Bu halde gelirin tamamı harcanmamış olacak dolayısıyla gelir ile harcama eşitliği sağlanmayacaktır. Bunun sonucunda, bir kısım mallar talep bulamayarak elde kalacak ve bu da, bu malların üretiminden vazgeçilmesine neden olacaktır. Dolayısıyla, bir kısım üretim faktörü boşa kalacak ve işsizlik ortaya çıkacaktır (Pekin, 2012: 158-159).

Keynes'in getirdiği en önemli kavramlardan biri de “efektif talep” kavramıdır. Efektif talep modern istihdam teorisinin temelini oluşturmaktadır. Efektif talep, bir toplumda çeşitli mal ve hizmetleri satın almak için fiilen harcanmış paraların miktarı olarak ifade edilebilir. Bir başka deyişle de efektif talep, bir milli ekonomide, fiilen satın alma gücü ile desteklenmiş talepler toplamı olarak tanımlanabilir. Efektif talebin belirleyicileri tüketim ve yatırım harcamalarıdır. Bu harcamaların yapılmaması efektif talep yetersizliği yaratacak ve dolayısıyla gelir ve istihdam, efektif talep düzeyinde düşecektir. Bu yüzden tüketim ve yatırım harcamalarının yapılması şarttır (Üstünel, 1983: 190-191).

Keynes'e göre, milli geliri, dolayısı ile istihdamı belirleyen faktör, "efektif talep" tir. Keynes temel olarak kaynakların tümünü kullanmanın mümkün olup olmadığı ile ilgilenmiştir. Keynes toplam istihdamı toplam talep ile bağdaştırmış ve talep yönlü bir analiz ortaya koymuştur.

1.1.3.3. Monetarist İstihdam Teorisi

1976 yılında Nobel ekonomi ödülünü alan Milton Friedman' ın görüşleriyle şekillenen monetarist teori, Keynesyen Ekolün emek arzını nominal ücretin bir fonksiyonu olarak kabul etmesini eleştirmiş ve emek arzının beklenen ücret ile reel ücretin bir fonksiyonu olduğunu savunmuştur (Ünsal, 2005: 35-36).

Monetarist teorinin kaynağı para arzındaki değişmelere odaklanmıştır. Ekonomiyi etkileyen temel faktörlerin para arzından etkilendiğini öne sürmüşlerdir. Monetarist teoriye göre istihdam yalnızca doğal işsizlik ile açıklanabilir. Ekonominin her zaman tam istihdam düzeyinde dengede olmayabileceğini kabul eden Monetarist teoriye göre doğal işsizlik oranı dışındaki işsizliklerin tümü iradi olarak kabul edilir (Aktan, 2010: 16).

Monetarist teoriye göre, para arzındaki değişmelerin ekonomiyi mikro bazda etki etmektedir. Bu etki fiyat ve faiz oranlarındaki değişmelerle kendini gösterir. Klasik düşünceyle paralel olarak, ekonominin dışarıdan müdahale edilmedikçe istikrarlı olacağını, işsizlik ve enflasyon gibi olumsuz durumlarla karşılaşmayacağını savunmuşlardır. Ekonomideki bu tür olumsuzlukların temel nedenini ise dışarıdan yapılan para ve maliye politikaları olarak görmüşlerdir.

Monetarist teoride maliye politikası araçlarıyla devletin piyasa da daha fazla yer kaplaması özel kesimin alanını daraltacak, finansman gereği faiz oranlarını yükselterek özel kesimin yatırım harcamalarını zorlaştıracak ve dışlama etkisi yaratacaktır. Bu nedenle maliye politikası ne kısa dönemde ne de uzun dönemde etkin olamamaktadır.

Monetarist teori de serbest piyasa mekanizması kısa dönemde eksik istihdama neden olmaktadır. Kısa vadede beklenen fiyat düzeyi ile gerçekleşen fiyat düzeyinin farklı olduğunu, bunun içinde hükümetlerin genişletici politikalar uygulayarak kısa vadede işsizlik oranını düşürebileceklerini, beklenen fiyat düzeyinin gerçekleşen fiyat

düzeyine eşit olduğu uzun vadede ise, uygulanan genişletici politikaların işsizlik oranı üzerinde bir etkiye sahip olmadığını öne sürmüşlerdir (Öcal, 2005: 4).

1.2. İŞSİZLİK

Klasik İktisatta işsizlik bir ülke ekonomisindeki işgücü seviyesi ile istihdam seviyesi arasındaki farkı ifade etmektedir. Dolayısıyla işsizlik, emek arzının emek talebinden fazla olması veya toplam emek talebinin toplam emek arzına göre yetersiz kalması olarak ifade etmektedir (Mahiroğulları ve Korkmaz, 2013: 22).

Klasik iktisattaki bu tanım, iş aramayan veya çalışmak istemeyen, çalışamayacak durumda olan kişileri kapsamamaktadır. Bu yüzden işsizlik konusunda farklı tanımlamalar yapılmıştır.

İşsizlik geniş anlamıyla emeğin hiç ya da tam kapasitesi ile kullanılmaması veya gerektiği şekilde ve gerektiği yerde kullanılmaması sonucu boşa harcanması olarak tanımlanabilir (Dirimtekin, 1965: 4). İşsizlik bu anlamıyla değerlendirildiğinde çok daha geniş bir yapıyı göstermekte, çalışma gücü ve isteği olduğu halde çalışacak bir iş bulamayanlar olarak tanımladığımız somut işsizler yanında, eksik istihdam edilenleri ve gizli işsizleri de kapsamaktadır. Çalışma gücü ve isteğinde olunmasına karşılık, cari ücret düzeyinde uygun bir iş bulunamaması nedeniyle istihdam dışında kalan somut işsiz grubu da dar anlamda işsizlik tanımını oluşturmaktadır (Talaş, 1983: 95).

ILO tarafından kabul edilen standart tanımda işsizlikten bahsedilebilmesi için belirlenen üç kriterin aynı anda gerçekleşmesi beklenmektedir. Bu kriterler, işi olmama, iş arama ve iş bulduğunda çalışmaya hazır olma şeklinde belirtilmektedir (Husmanns ve diğerleri, 1990: 97).

TUİK, referans dönemi içinde istihdam halinde olmayan(kâr karşılığı, yevmiyeli, ücretli ya da ücretsiz olarak hiç bir işte çalışmamış ve böyle bir iş ile bağlantısı da olmayan) kişilerden, son üç ay içinde iş bulmak amacıyla iş arama kanallarından en az birini kullanmış ve 15 gün içinde işbaşı yapabilecek durumda olan kurumsal olmayan çalışma çağındaki tüm kişileri işsiz nüfusa dahil ederek işsizliği açıklamıştır (www.tuik.gov.tr) (E.T. 10.11.2018).

İşsizlik, gelişmişlik düzeylerinden bağımsız olarak her ülkenin en ciddi sorunlarından biridir. Bir ülkede işsizlik arttıkça ekonomik ve toplumsal sorunlar da giderek yoğunlaşır ve siyasal bunalımları besleyen bir ortam oluşur. Anti demokratik

popülist eğilimler güçlenir. İçerde totaliter, dışarıda saldırgan akımlar iktidarı ele geçirebilir. Hitler'in ve Nazi Partisi'nin 1933 yılında iktidara gelmesinde en belirleyici rol, 1930 bunalımının neden olduğu yüksek işsizliğe aittir (Tiryaki, 2013: 232).

1.2.1. İşsizlik İle İlgili Kavramlar

1.2.1.1. İşsizlik Oranı

İşsizlikle mücadele etmek, sayısal istatistikler ortaya çıkararak anlamlı politikalar üretebilmek amacıyla işsizlik ölçülmeye çalışılmış ve işsizlik oranı ortaya çıkmıştır. Her ülkenin resmi istatistik organları işsizlik oranlarını ölçmekte ve işgücü politikaları için veri sağlamaktadır. Ülkemizde de ILO standartlarına uygun olarak işsizlik verilerini TÜİK oluşturmaktadır. TÜİK' in tanımı ile işsizlik oranı, işsiz nüfusun toplam işgücüne olan oranını ifade etmektedir.

1.2.1.2. İşsizliğin Maliyeti

İşsiz olanlar hem işsiz kaldıkları için gelir kaybından, hem de işsizliğin sebep olduğu nispeten kötü yaşam standardı sürmekten zarar görmektedirler. Ayrıca işsizlik nedeniyle toplam üretim düzeyi potansiyel üretim düzeyinin altında kalacağı için toplum da zarar görmektedir (Dornbusch ve Fischer, 1998: 522).

Buradan hareketle bir ekonomide işsizliğin maliyeti ekonomik ve sosyal olarak iki boyutta incelenebilir. Ekonomideki mevcut işgücünün bir kısmı işsiz kaldığında, ekonomi üretebileceğinden daha azını üretecek ve gelir kaybına uğrayacak ve bu iktisadi maliyete neden olacaktır. İşsizlik sürelerinin uzaması ise ciddi geçim zorluklarına ve sefalete neden olacak, işsizlik arttıkça suç işleme oranı, ahlaksızlıklar, boşanmalar ve toplumsal huzursuzluklar artacak ve bu da sosyal maliyete neden olacaktır(Parasız, 1998: 383).

1.2.2. İşsizlik Türleri

İktisat literatüründe işsizlik türleri nedenlerine göre farklı yaklaşımlar ve sınıflandırmalarla açıklanmıştır. Bu çalışmada işsizlik türleri sekiz alt başlıkla incelenmiştir.

1.2.2.1. İradî İşsizlik

Serbest piyasa ekonomilerinde, işgücü piyasasında geçerli ücret ve koşullarda kendi isteğiyle çalışmak istemeyenlerin neden olduğu işsizlik iradi işsizlik olarak nitelendirilmektedir. Bireyler ya tembel olduklarından ya cari ücret düzeyini ve koşullarını kendi özelliklerine uygun bulmadıklarından ya da bir gelire ihtiyaç duymadıklarından çalışmamayı tercih edebilirler (Gediz ve Yalçınkaya, 2000: 163).

Bu işsizlikte cari olandan daha yüksek ücretler yani çok yüksek reel ücretler talep edildiği ve daha iyi çalışma imkânları arandığı için bilerek ve isteyerek işsiz kalmaktadır. Bu açıklamalardan da anlaşılacağı gibi iradi işsizlik, ancak kendi istediği şekilde bir iş olursa çalışacaklarını söyleyen kişilerin oluşturdukları işsizliktir (Özgüven, 2001: 410).

İradî işsizliğin bir işsizlik olarak değerlendirilmesi konusunda bazı tartışmalar ortaya çıkmıştır. Bazı iktisatçılar iradi işsizlerin cari ücret düzeyinde çalışmayı kabul etmeleri halinde hemen iş bulabileceğini öne sürmüşlerdir. Klasik iktisatçılar ise, tam istihdam varsayımına dayanarak işsizliği ekonomik bir sorun olarak görmemiş ve kişilerin iradesiyle işsizliği seçebileceğini, çünkü gerektiği kadar düşük ücretlere razı oldukları takdirde zaten işsiz kalmayacaklarını savunmuş ve dolayısıyla iradesiyle çalışmamayı seçenlerin de işsiz olarak nitelendirilmesi gerektiğini söylemişlerdir.

1.2.2.2. Gayri İradî İşsizlik

Bir ekonomide çalışabilecek ve çalışmayı isteyen kişilerden bir bölümünün, cari ücret düzeyinde ve mevcut koşullarda çalışmayı kabul etmesine rağmen iş bulamamaları durumunda ortaya çıkan işsizliğe gayri iradi işsizlik denmektedir. Bu durumdaki işsizler, sadece cari ücret seviyesi altında iş yapmaya razı oldukları takdirde iş bulabilmektedirler. Ancak bu şekilde iş bulduklarında iş yapmakta olan kimselerin işlerini ellerinden aldıklarından ötürü, söz konusu ekonomide mevcut olan işsizlik

sorunu ortadan kalkmamakta yalnızca işsiz olan kimselerin değişmesine neden olmaktadır (Dinler,2009: 481).

Klasik İktisatçılar gayri iradi işsizliği kabul etmemişlerdir. İşsizliğin irade dışı gelişen bir durum olduğunu öne süren iktisatçı Keynes olmuştur. Bu türden bir işsizliğin üretim kapasitesinin yetersizliğinden, konjonktürel dalgalanmalardan ve yapısal değişmelerden kaynaklanabileceğini söylemişlerdir. Keynes'e göre bu tür işsizliğin en önemli nedenlerinden biri de talep yetersizliğidir (Gediz ve Yalçınkaya, 2000: 163).

1.2.2.3. Mevsimsel İşsizlik

Ekonomini birçok kesiminde, doğal ve sosyal faktörlerin etkisiyle, ekonomik etkinlikler mevsimsel dalgalanmalar gösterir. Çalışma olanakları artabilir veya azalabilir. Çalışma olanaklarının arttığı mevsimlerde istihdam düzeyi yükselirken azaldığı mevsimlerde düşmektedir. Bunun sonucunda mevsimsel dalgalanmalara bağlı mevsimsel işsizlik ortaya çıkmaktadır(Karakayalı, 2007:406). Bu tür dalgalanmalar insan iradesi dışında meydana geldiği ve sık tekrarlandığı için mevsimsel işsizlik büyük bir sorun teşkil eder (Özgüven, 2001: 411).

Gelişmişlik seviyesi yüksek ve sanayi üretiminde ileri olan ülkelerde mevsimsel işsizliğin nedeni genellikle mal talebindeki değişmelerden kaynaklanmakta ve bu durum sınai üretimin yapısı ile ilgilidir. Ekonomisi tarıma dayalı azgelişmiş ülkelerde ise, gelişmiş ülkelerin aksine malın talebiyle değil arzı ile ilgilidir ve üretimdeki mevsimsel değişmelerden kaynaklanmaktadır. Çünkü bu durum tarımsal üretimin yapısı ile ilgilidir (Zaim, 1997: 179).

Mevsimsel işsizlik gelişmiş ülkelerde aşağıdaki nedenlerden dolayı ihmal edilebilecek düzeylere inmiştir (Dinler, 2001:463):

- Kente göçler sonucu kırsal kesimde yaşayan nüfusun büyük oranda azalması, tarımda makineleşmenin yaygınlaşması ve seracılık faaliyetlerinin artması,
- Teknolojik gelişmelerin inşaat sektörünün kış aylarında da faaliyet göstermesini kolaylaştırması,
- Yaz turizminin yanında kış turizminin de gelişmesi.

1.2.2.4. Konjonktürel(Dönemsel) İşsizlik

Piyasa ekonomisi ilkelerinin benimsendiği ülkelerde ekonomi, konjonktürel(çevrimsel) olarak canlanma ve durgunluk durumları göstermekte, bir başka ifadeyle üretim ve milli gelir zaman içinde dalgalanmalar yaşamaktadır. Ekonomik canlanmanın olduğu dönemlerde talep artışı üretimin artmasını tetikleyecek ve buna paralel olarak istihdam ve milli gelirden artış görülecektir(Dinler, 2009:485). Durgunluk dönemlerinde ise tüketici talebinin azalması işgücüne olan talebi de düşürecek, bununla birlikte pek çok işten çıkarılma durumu görülecektir. Bu şekilde ortaya çıkan işsizlik türüne konjonktürel işsizlik denmektedir (Borjas, 2015: 592).

Bu konjonktür dalgalanmalarının depresyon dönemlerinde –yani ekonomik faaliyetlerin azaldığı dönemlerde- milli ekonomi içinde büyük işçi grupları işsiz kalabilir ve bu işsizlik uzun süre devam edebilir. Ekonomik faaliyetlerin gelişme gösterip konjonktürün yükseldiği dönemlerde ise işsizlik azalır tamamen ortadan kaybolabilir. Ancak bir süre sonra yeniden depresyon dönemine geçileceği için yeniden işsizliğin arttığı bir dönem başlamış olacaktır (Üstünel, 1983: 171).

Hükümetler anti depresyonist politikalar yoluyla konjonktürel işsizliği gidermeye çalışırlar. Genel bütçe harcamaları, vergilerin indirilmesi, uzun vadeli tedbir olarak yeni harcamalar yoluna gidilmesi gibi politikalarla depresyon durumu aşılmaya çalışılabilir. Anti-depresyonist politikaların yanında, işsizlik sigortası gibi çeşitli refah ekonomisi önlemleri de konjonktürel işsizliği ve bunun olumsuz etkilerini gidermekte kısmen başarılı olmuştur (Zaim, 1997: 190).

1.2.2.5. Yapısal İşsizlik

Bir ülkenin ekonomik yapısının ya da toplam talep yapısının değişmesi sonucunda ortaya çıkan işsizliktir(Pekin, 2012: 135). Örnek olarak, ilkel yöntemler ile tarım üretimi gerçekleştiren bir ülkede, makinalı tarıma geçilmesi ve makine kullanımının yaygınlaşmasıyla, çalışma imkânlarını kaybeden işçiler ortaya çıkacaktır. Böyle büyüme değişmelerinin devam ettiği ekonomilerde bu tür işsizlikte sürüp gidecektir (Üstünel, 1983: 171).

Yapısal işsizlik daha çok az gelişmiş ülkelerde görülmektedir. Bunun nedeni de az gelişmiş ülkelerdeki sermaye yetersizliğidir. Emek arzı ile sermaye ve diğer

üretim faktörleri arasındaki uyumsuzluk yapısal işsizlik sonucunu doğurmaktadır (Sürücü, 2014: 21).

Ülgener (1991)'e göre, Kısa ve orta vadede teknolojik işsizlikle benzer sonuçlar doğuran (uzun vadede teknolojik işsizlik azalır) ve konjonktürel işsizlikten farklı olarak da işgücü piyasasının bütünü yerine belli alanlarında ortaya çıkabilen yapısal işsizliğe neden olan etkenler şöyle özetlenebilir (Aydın, 2012: 121):

- İşgücü arzı ile işgücü talebinin uzun süreli uyumsuzluğu,
- Belirli meslek ve bölgelerdeki endüstriyel, demografik, doğal ve kurumsal yapıda meydana gelen değişimler ile nitelikli işgücü ve sermaye yetersizliği,
- Yüksek teknolojinin kullanımıyla beraber, üretim sürecinde yer alan işgücü arzı ve talebinin niteliksel uyumsuzluğu,
- Özellikle tarımsal bölge koşullarında gizli işsizliğin kalıcı hale gelişi,
- Yüksek asgari ücret uygulamalarının niteliksiz ve deneyimsiz işgücünü istihdam dışı bırakabilmesi,
- Uzmanlaşmış nitelik gerektiren işlerde çok sayıda alt işgücü piyasasının oluşması ve emek mobilitesinin kısa dönemde kapalı, uzun dönemdeyse açık ama zor ve maliyetli oluşu,
- Üretim kapasitesi ve faktörlerinin nüfus artışı ve taleple uyumsuzluğu,
- Sendikal hareketlerin işgücünün niteliksel ve niceliksel değişimini frenleyerek sektörel ve endüstriyel etkinsizliğe yol açabilmesi.

1.2.2.6. Friksiyonel İşsizlik

Her ekonomide herhangi bir anda işgücüne yeni katılanlar ve çalıştığı işi niteliklerine uygun bulmayarak işinden ayrılanlar vardır. Gerek işgücüne yeni katılanların gerek işinden ayrılanların nitelikleri ve çalışmak için kabul etmeyi düşündükleri ücret düzeyleri, boş işlerin çoğunun gerektirdiği niteliklerden ve/veya sağladığı ücret düzeylerinden farklıdır. Bu nedenle işgücüne yeni katılan ve işinden ayrılan kişilerin kendilerine uygun bir iş bulmaları zaman alır. Dolayısıyla da bu kişiler iş bulana kadar işsizdirler. İş bulmanın zaman almasından/işgücü piyasasının iş arayanları bunlara uygun boş işlere anında yerleştirecek biçimde işlememesinden kaynaklanan bu tür işsizliğe geçici işsizlik denir (Ünsal, 2005: 91).Bu işsizlik, kısmen

istemli, kısmen istemsiz bir işsizlik türüdür. Genellikle iş ve yer değiştirme nedenlerine dayanır. Ekonominin tümünü etkilemeyen, kısmi etkili bir işsizlik türüdür (Karakayalı, 2007: 407).

Bu tür işsizliğin işsiz birey, firmalar ve toplum için bazı olumlu yanları da olmaktadır. İşsiz birey önüne gelen ilk işe girmektense araştırıp kendisi için en uygun işi bularak bu işte üretken olup yüksek gelir sağlayacak, böylece firmalar daha üretken çalışanlara sahip olacak ve sonuç olarak toplum için daha fazla mal ve hizmet üretimi gerçekleşecektir (Hall ve Lieberman, 2007: 119-120).

1.2.2.7. Teknolojik İşsizlik

Dünyamız her geçen gün gelişmekte ve değişmektedir. Bu gelişmelerin kuşkusuz en önemlisi teknolojik ilerlemelerdir. Teknolojik ilerlemelerden etkilenmeyen sektör yoktur. Çünkü her işletme üretim kapasitesini artırıp karını maksimize etme çabası ve çalışması içindedir. Teknolojik makineler işletmelerin üretim kapasitesini hem artırmakta hem de zaman tasarrufu sağlamaktadır. Bu sebeplerden dolayı işletmeler teknolojiyle üretimlerini ve hizmetlerini yenilemekte ve geliştirmektedirler. Fakat teknolojik gelişmeler insan gücünün yerine geçmekte ve neticesinde de bazı kişilerin işten çıkarılmasına sebep olmaktadır. İşte teknoloji sebebiyle oluşan bu işsizlik durumuna teknolojik işsizlik denir (Zaim, 1997: 52).

Yeni teknolojinin üretime katılması sonucunda ekonomide yapı değişiklikleri meydana gelir. Bir yandan yeni teknolojilerin girdiği kesimlerde üretim artarken, diğer yandan da bu kesimlerde çalışanlar işsiz konumuna gelir ve bu kesimlerden diğer kesimlere doğru emek akımı başlar. İşte bu nedenle “Teknolojik İşsizliğe” aynı zamanda “Yapısal İşsizlik” de denmektedir (Karakayalı, 2007:409).

Teknolojik işsizlik ekonomide belirli sektörlerde kendini gösterdiği için kısmidir, fakat işsiz kalanlar diğer sektörler tarafından istihdam edilinceye kadar işsizlik süreceğinden etkisi uzun vadelidir (Şahin, 1994: 258).

ILO'nun yeni teknolojiler üzerine gerçekleştirdiği bir dizi araştırmanın sonuçlarına göre yeni teknolojilerin istihdam seviyesi üzerinde kısa dönemde olumsuz etkisi olduğu görülmüştür. Fakat uzun dönemde mal ve hizmet kalitesinin artması, maliyetlerin azalması, yeni ürünler ve endüstriler yaratma, yeni teknoloji alanında yapılacak yatırımlar aracılığıyla ekonomik gelişmeyi teşvik etmek gibi nedenlerle bu etkinin olumluya dönmesi beklenmektedir. Böylece yeni teknolojinin ortaya çıkardığı

iş kayıplarının uzun dönemde ortadan kalkması mümkün görülmektedir (Tokol, 2000: 10).

1.2.2.8. Gizli İşsizlik

Bir ekonomide, bir kısım insanlar çalışıyor göründükleri halde, bunlardan bir kısmı o iş alanından çekildiği takdirde üretimde bir azalma meydana gelmiyorsa, o ekonomide gizli işsizlik vardır. Bu durumda çalışanlardan bir kısmı üretim için gereksizdir. Bu yüzden de çalışanların hepsi düşük verimle çalışır durumdadır. Fakat çalışanlardan hangilerinin gizli işsiz olduğu bilinmez (Köklü, 1984: 76).

Bu tür işsizliğin ortaya çıkmasında talep yetersizliği yanında, ülkede sermayenin az ve organizasyonun bozuk olması gibi yapısal sorunlar da rol oynamaktadır. Eğer ekonomide bir talep artışı meydana gelse ve gizli işsizlerin daha verimli alanlarda çalışmalarına gerek olsa bile, bunların başka bir iş bulmaları kolay olmayacaktır. Bu ancak ekonomide yapılacak düzenlemeler ve yatırımlar ile mümkün olabilecektir (Pekin, 2012: 138).

Gizli işsizliğin en yaygın olduğu alan, genellikle, az gelişmiş ülkelerin kapalı aile ekonomilerine dayanan, tarım kesimidir. Bu kesimde üretim daha çok ailelerin kendi gereksinimlerini gidermeye yöneliktir. Aşırı kar amacıyla olmayan geleneklerle belirlenen bu üretim biçiminde aileye yeni katılanlarla işgücünün artması ve çalışılacak yeni alanlar bulunmaması sonucunda, aile bireylerinden bir bölümü gizli işsiz durumuna gelirler. Bunların üretime olan katkıları, insan sayısı arttıkça azalır. Az gelişmiş ülkelerin tarım kesiminde olduğu gibi, başta kamu kurum ve kuruluşları olmak üzere, diğer kesimlerde de gizli işsizlik görülmektedir. Herkesin çalışır gibi görüldüğü bu kesimlerde, aynı üretim miktarını ve işi, önemli bir sermaye artışı ve yeni düzenlemeye gitmeden daha az emek ögesi ile sağlamak mümkündür (Karakayalı, 2007: 411).

1.2.2.9. Doğal İşsizlik

İşsizlik türlerinden daha önce de değinilen friksiyonel ve yapısal işsizliğin ortadan kalkması genel konjonktürde pek mümkün değildir. Hemen hemen her ekonomide bu iki işsizlik türüne de rastlanılan bu iki işsizlik türünün toplamına doğal

işsizlik denmektedir (Çoban, 2009: 344). **Emek** piyasalarının doğal gidişatına bağlı olarak da bir ekonomide işsizliğin tamamıyla ortadan kaldırılması mümkün görülmemektedir. Hemen hemen tüm ekonomilerde, bulunması normal kabul edilen bir doğal işsizlik miktarı mevcuttur. Bu açıdan bakıldığında da bir ekonomide uzun dönemli minimum düzeyde var olan işsizlik oranını, doğal işsizlik temsil etmektedir (Berber,2013: 60-61).

Doğal işsizlik, bir ekonomi tam istihdam dengesinde iken mevcut olan işsizlik türüdür. Bir ekonomideki friksiyonel ve yapısal işsizlik toplamından meydana gelen doğal işsizlik, en çok az gelişmiş ülkelerde görülmektedir. Doğal işsizlik oranı ise, bir ekonomide tam istihdam sağlandıktan sonra ortaya çıkan işsizlik oranı olarak ifade edilmektedir (Çelik, 2011: 147).

Doğal İşsizlik oranını, monetarist görüşün en önemli temsilcilerinden Milton Friedman ortaya koymuştur. Ekonomide uzun dönemde gerçekleşen işsizlik oranlarının ortalamasını gösteren bir orandır. Doğal işsizliği belirleyen faktörler, nüfusun yapısı, uygulanan asgari ücret politikası, farklı sektörlerin büyüme özellikleri ve işsizlik sigortasının uygulanmasıdır. Keynesyenler doğal işsizlik oranına NAIRU adını vermişlerdir. NAIRU tam istihdama ulaşılmasını engellemeyeceğinden dolayı enflasyonu hızlandırmayan işsizlik oranı da denmektedir.

1.2.3. İşsizlik Teorisi

Klasik iktisat teorisinde bir sorun olarak görülmeyen işsizlik olgusu, ekonomik buhranların yaşanması ve yeni teorilerin ortaya atılmasıyla istihdam ile birlikte en önemli ekonomik problemlerden biri olarak görülmeye başlanmıştır.

1.2.3.1. Klasik Ve Neo-Klasik Yaklaşım

Klasik yaklaşımda istihdamda olduğu gibi işsizlik konusuna da önem verilmemiştir. Genel denge anlayışından hareketle ekonomi sürekli olarak kendini tam istihdama getirecek ve cari ücret düzeyinde çalışmak isteyen herkes iş bulabilecektir.

Neo-klasik iktisatçılara göre, işgücü arzının işgücü talebine eşit olduğu noktada tam istihdam dengesi oluşmaktadır. Eğer ortada bir işgücü fazlası kalıyorsa, ücretler aşağı çekilerek işgücünün üretime katılması sağlanacak ve yeni denge noktası

oluşacaktır. Bu noktada cari ücret düzeyinin üstünde bir beklentisi olan işçiler oluyorsa bir işsizlik söz konusu olacaktır. Söz konusu işsizlik ise iradi bir işsizlik olarak açıklanmaktadır. Çünkü denge noktasında oluşan ücret emeğin marjinal verimliliğine eşit olmakta ve bu düzeyin üstünde ücret beklentisi olduğu için çalışmayanların işsiz kalması tamamen iradi bir durum olarak açıklanmaktadır.

1.2.3.2. Keynesyen Yaklaşım

Keynes, yapısal ve friksiyonel işsizlikleri bir kenara bırakıp, daha çok talep yetersizliğinden kaynaklanan konjonktürel işsizlik üzerinde durmuştur. Keynes' e göre böyle bir işsizliğin var olup olmaması ve dolayısıyla milli ekonomide yüksek istihdam seviyesine ulaşılmış olup olmaması, tamamen o ekonomideki gelir ve harcama seviyesine bağlıdır. Bir ekonomide gelirler yüksekse işsizlikte düşük olacak, gelir ve dolayısıyla harcamalar da az ise işsizlik yüksek seviyelere çıkacaktır (Üstünel, 1983: 185).

Keynes, işsizlik sorununa efektif talep ilkesi ile açıklama getirmiştir. Eğer ekonomide talep yetersizliği var ise üretim hacmi sınırlanacak ve faktör gelirlerinde azalmaya neden olacaktır. Bunun sonucunda ise efektif talep düşecektir. Keynes'e göre ise efektif talep üretim düzeyinin belirleyicisidir. Keynes, Neo-klasiklerin işçilerin marjinal verimliliklerine eşit bir ücreti kabul etmeyerek iradi işsizliğe neden oldukları varsayımını reddetmiş ve işsizliğin yetersiz toplam talep nedeniyle ortaya çıktığını öne sürmüştür.

1.2.3.3. Monetarist Yaklaşım

Milton Freidman'ın klasik ve neo-klasik teoriler üzerine inşa ettiği analize göre, serbest piyasa mekanizması kısa dönemde işsizliğe yol açsa bile uzun dönemde daima tam istihdam dengesine ulaşır. Dolayısıyla devlet, neo-keynesyen genişletici politikalarla işsizlik haddini kısa dönemde düşürebilir. Ancak aynı durum uzun dönemde geçerli değildir. Devlet, neo-keynesyen genişletici politikalar yoluyla uzun dönemde işsizlik üzerinde bir etki yaratamaz. Neo-keynesyen model uzun dönemde geçersizdir (Ünsal, 2005: 36).

Friedman'ın 1968 yılı çalışmasında yer verdiği analizler Philips eğrisi yardımıyla da açıklanabilmektedir. Friedman' a göre, neo-keynesyen analizin işsizlik

ve enflasyon hadleri arasında ters yönlü bir ilişki olduğunu öne süren tezi sadece kısa dönemde geçerlidir. Uzun dönemde işsizlik haddi enflasyon haddinden tamamen bağımsızdır. Eğer devlet bu gerçeği hesaba katmayarak sürekli genişletici politikalar yoluna başvurursa, uzun dönemde işsizlik haddi aynı kalırken enflasyon haddi sürekli yükselecektir (Ünsal, 2005: 36).

1.2.3.4. Modern Yaklaşımlar

İşsizliğin açıklanması için öne sürülen Klasik ve Keynesyen yaklaşımların 1980'ler itibariyle yetersiz kalması bu konuda yeni teorilerin ortaya konmasına neden olmuştur. Ortaya konan başlıca teorilere aşağıda yer verilmiştir,

İş Arama Teorisi; Neo-Klasik iktisadın bir uzantısı olarak kabul edilen “iş arama teorisi” zaman içinde değişen bir süreci ifade etmektedir. Teoriye göre daima emek arzına karşı bir emek talebi olacak ancak, emek arz ve talebinin bir noktada kesişmesi için katlanılması gereken belirli bir zaman ve maliyet olacaktır. İş arama teorisinde işverenler de iş arayanlar da tam ve bedava bilgiye sahip değillerdir. Ayrıca, iş aramanın boş zamandan fedakarlık etme yönünde alternatif bir maliyeti bulunmaktadır. Bireyler belli bir süre içinde belli bir seviyenin altındaki ücreti kabul etmeyecek, ancak işsizlik süresi uzadıkça talep edilen ücret seviyesi aşağı yönde hareket ederek yeniden belirlenecektir. Bu durumda bir işi hemen kabul etmek ile iş aramaya devam etme arasındaki tercihi, iş aramanın maliyeti ile iş aramanın fırsat maliyeti arasındaki karşılaştırma belirleyecektir. En çok faydanın sağlandığı noktada iş arama süreci de sonlandırılacaktır.

İçerdekiler-Dışardakiler Teorisi; Teoriye göre, içerdekiler kavramı çalışanları, dışardakiler kavramı ise iş aramakta olanları tanımlamaktadır. Firmalar açısından hâlihazırda içeride çalışan bir işçiyi işten çıkartıp dışarıda iş aramakta olan bir işçiyi işe almak çok büyük bir maliyete sebep olmaktadır. Çünkü bir yandan işçi çıkarmanın maddi külfeti varken, diğer yandan kaybedilen deneyim dolayısıyla verimlilik azalışı ve yeni işe alınan kişinin eğitim maliyeti firmaları zorlayacaktır. Bu nedenle firmalar, dışarıdan yeni işçiler aramak yerine, içerdekilerle ücret pazarlığına gitmeyi seçeceklerdir. Teorinin en önemli noktası ise firmaların bu yüksek maliyetinden hareketle içeridekilerin ücret görüşmesinde rant sağlayarak ücretleri daha da yükseltebilmeleridir (Ataman, 1998: 69).

Konjonktür Devresi Teorisi; Teoriye göre, gerçek hayatta üretim ve işsizlik düzeylerinde meydana gelen dalgalanmaların sebebi teknolojik gelişmelerdir. Bu yaklaşımda, teknolojik verimlilikte meydana gelen değişimlere veya kısaca reel şoklara, karar birimlerinin rasyonel tepki göstermeleri sonucu, üretim ve işsizlik düzeyinde dalgalanmalar meydana gelir. Bu teoride devletin, üretim ve işsizlik üzerindeki dalgalanmaları kontrol etmeye yönelik bir politika izlemesine gerek yoktur. Zira karar birimleri teknolojik gelişmelere karşı kendi açılarından en iyi olan tepkileri vereceklerdir (Ünsal, 2005:37-38).

Teoriye göre, teknolojinin gelişim hızı çok yüksek olduğundan, yeni üretim teknikleri ve araçlarına veya yeni iş kollarına uyum sağlama sorunu baş göstermektedir. Özellikle otomasyon teknolojilerinin yaygınlaşması ve gelişimiyle yeni teknik ve araçlara adapte olana veya başka bir sektörde yeniden iş bulana kadar bir konjonktür dalgalanması yaratacaktır.

Etkin Ücret Teorisi; Teoriye göre, emeğin verimliliği ile emeğe ödenen ücret arasında doğrusal bir ilişki vardır. Emeğin niteliği arttıkça ödenen ücretinde yükselmesi söz konusudur. Firmalar yeni bir işçi istihdamının zaman ve parasal açıdan fırsat maliyetini göz önünde bulundurduklarında, deneyim ve tecrübeye daha fazla ücret vermek daha yüksek fayda sağlayacaktır. Daha düşük ücretlerle çalışmak isteyen kişiler olduğu halde firmalar nitelikli işgücüne yüksek ücret vermeyi kabul edecektir. Çünkü ücretlerin denge düzeyinin altına düşürülmesi gönülsüz işsizliğe neden olacaktır. Dolayısıyla ücretlerin düşmesi emeğin verimliliğini düşürürken, maliyetinin de artmasına neden olacaktır.

1.3. İŞSİZLİKLE MÜCADELE: İSTİHDAM POLİTİKALARI

İkinci Dünya Savaşı'ndan bu yana, gelişmiş ülkelerin çoğunda işsizliğin azaltılması politikası hükümet programlarının çok önemli bir kısmını oluşturmuştur. ABD tam istihdam politikasını ara sıra uygulamaya çalışırken, Batı Avrupa'nın hükümetleri işsizliği azaltmaya yönelik istihdam politikalarına özel bir ilgi göstermişlerdir. Bu politikalar, takip edilen programlarla birlikte yürütülmüştür (Ekin, 2000: 317).

İşsizliğin olumsuz sonuçlarını ortadan kaldırmak adına yürütülen birçok çalışma yapılmış ve istihdam politikaları oluşturulmuştur.

OECD yaptığı çalışmalarla istihdam politikalarını 7 ayrı grupta toplamıştır. Bunlar;

1. Kamunun işe yerleştirme ve danışmanlık hizmetleri
2. Mesleki eğitim programları
3. Sübvansiyon edilmiş istihdam (özel sektöre yönelik ücret ve istihdam sübvansiyonu, kendi işini kuranları destekleme ve doğrudan kamu sektöründe istihdam sağlama)
4. Gençlere yönelik politikalar
5. Engellilere yönelik politikalar
6. İşsizlik sigortası
7. Erken emeklilik

İlk 5 madde aktif istihdam politikalarını temsil ederken 6 ve 7.maddeler pasif istihdam politikaları olarak sınıflandırılmıştır (Asa ve Turnham 1994: 23).

1.3.1. Aktif İstihdam Politikaları

Aktif istihdam politikaları birbirinden oldukça farklı ve çok sayıda programın uygulamasını içermektedir. OECD tarafından 5 başlıkta incelenen bu politikalardan bazıları işgücü piyasasına talep yönlü düzenlemeler getirirken bazıları da arz yönlü düzenlemeler içermektedir.

Aktif istihdam politikaları işsizliği azaltmak ve ortadan kaldırmak amacını içermektedir. OECD tarafından, işçilerin, çalıştıkları işlerle ilgili niteliklerini geliştirmek, iş piyasasını genişleterek daha etkin bir iş piyasası hacmi oluşturmaya yönelik alınan önlemler olarak tanımlanmaktadır (Bilgili ve Altan, 2003: 164).

Geniş anlamda aktif istihdam politikaları, *“İşsizliği azaltmak, istihdamı korumak ve arttırmak amacıyla iş ve meslek danışmanlığının sunulduğu, kariyer yönetimi hizmetlerinin verildiği, iş analizleri ve meslek sınıflandırmasının yapıldığı, istihdamla ilişkilendirilmiş çeşitli meslek eğitimlerinin uygulandığı, iş arama stratejilerinin geliştirildiği programlar bütünüdür”*. Aktif istihdam politikaları tüm işsiz kalmış bireyler için olmasıyla birlikte en önemli özelliklerinden biri, işsizlikten en fazla etkilenen, emek piyasasında barınma şanslarının düşük olduğu, kadınlar, yaşlılar, göçmenler, engellilere vb. toplumsal dezavantaja sahip gruplara yönelik olmasıdır (Uşen, 2007: 65-66).

1.3.2. Pasif İstihdam Politikaları

İşsizliği tazmin etme amacıyla yapılan müdahaleler pasif işgücü politikaları, bu politikaları uygulamak için yürütülen faaliyetler ise pasif işgücü programları olarak adlandırılmakta ve daha çok gelişmiş ülkelerde görülmektedir(Biçerli, 2004: 482).

Pasif istihdam politikalarının temel amacı istihdam sağlamak ve işsizliği azaltmak yerine işsiz bireylerin işsiz kaldıkları süre boyunca hayatlarını devam ettirebilmeleri için maddi destek sağlamaktır. İşsizliği ortaya çıkardığı olumsuz sosyolojik ve psikolojik sonuçları ortadan kaldırmak, bireylere belirli bir ekonomik güvence sağlamaya yönelik kısa vadeli plan ve programlardır. Genel olarak, işsizlik sigortası, işsizlik yardımı, iş kaybı tazminatı, genel sağlık sigortası, kısa dönem devlet işsizlik ödeneği gibi destekleri kapsamaktadır (Görücü, 2006: 59).

İKİNCİ BÖLÜM

ENDÜSTRİYEL ROBOTLARIN GELİŞİMİ VE İŞGÜCÜ PİYASASI

Çalışmanın ikinci bölümünde Endüstriyel robotlar tanımlanacak, endüstriyel devrimlerle birlikte yaşanan gelişim ve değişim incelenecek, dünya da ve ülkemizdeki robotik sektörünün durumuna bakılarak endüstrideki dördüncü dalga ile birlikte endüstriyel robotların işgücü piyasasında yaratacağı olası etkiler açıklanmaya çalışılacaktır.

2.1. ENDÜSTRİYEL ROBOT KAVRAMI

Robotik genel anlamda makine, elektrik-elektronik ve bilgisayar bilimlerinin disiplinler arası çalışmalarıyla ortaya çıkmış programlanabilir makine sistemlerine ilişkin modern bir bilimdir. Robot kelimesi, çek dilinde hizmet eden, köle, işçi anlamlarına gelen robota kelimesinden türetilmiş ve ilk kez çek yazar Karel Capek' in

1922 yılında yayınlanan “Rossum’un Evrensel Robotları” adlı eserinde kullanılmıştır (Christoforou ve Muller, 2016: 1).

Robot kelimesinin ilk kullanılmasından bu yana, teknolojideki ve dolayısıyla robotlardaki gelişimlere paralel olarak robot tanımlaması da değişmeye başlamıştır. Amerikan Robot Enstitüsü 1979 yılında robot kavramını, malzemeleri, parçaları, özel araç-gereçleri vb. çeşitli materyelleri hareket ettirmek için tasarlanmış, yeniden programlanabilen çok fonksiyonlu alet olarak tanımlamıştır. Avrupa standardına göre endüstriyel robot, üç veya daha fazla programlanabilir eksene sahip, otomasyon teknolojisinde kullanım için sabit bir yere takılarak veya hareketli olarak kullanılabilen, otomatik olarak kontrol edilebilen, serbest olarak programlanabilen, çok amaçlı manipülatör olarak tanımlanmıştır. Bununla birlikte Uluslararası Standardizasyon Örgütü(ISO)’ nun tanımına göre, Endüstriyel uygulamalarda kullanılan, sabit veya hareketli olabilen, üç veya daha fazla programlanabilir eksene sahip, otomatik kontrollü, yeniden programlanabilir çok amaçlı manipülatörlerdir. ISO’nun yaptığı bu tanım en kapsamlı ve geçerli tanım olarak genel kabul görmektedir (https://www.ifr.org/img/office/Industrial_Robots_2016_Chapter_1_2.pdf).

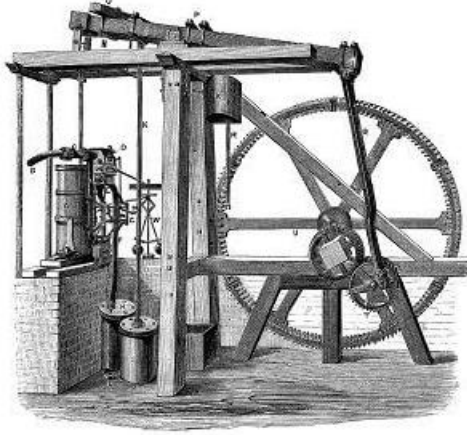
Tanımlamalardan hareketle endüstriyel robotların iki temel özelliğe sahip olduğu söylenebilir. Buna göre endüstriyel robot, yapılacak işin farklı hareketlerini yerine getirebilmek için çok fonksiyonlu olmalı ve gerektiğinde farklı bir işte kullanabilmek için yeniden programlanabilir olmalıdır.

2.2. ENDÜSTRİ DEVRİMLERİ VE ROBOTIĞIN GELİŞİMİ

Buhar makinasının icadı ve ilk endüstriyel devrimle birlikte üretimde kendini göstermeye başlayan makineleşme kavramı 1929 yılından günümüze kadar birçok süreç geçirmiş ve dördüncü endüstri devrimine şahit olduğumuz günümüzde, hiçbir insan müdahalesine gerek kalmaksızın 7/24 çalışabilen endüstriyel robotlardan kurulu bir çalışma sistemi ortaya çıkmıştır. Çalışmamızın bu noktasında endüstri devrimleri incelenerek, endüstriyel robotların ortaya çıkışı ve gelişimi üzerinde durulacaktır.

2.2.1. Birinci Endüstri Devrimi

Birinci endüstriyel devrimin zeminini Thomas Newcomen' in 1712 yılında icat ettiği buhar makinesi hazırlamıştır. Bir enerji kaynağı olarak ortaya çıkan buhar makinesi ilk olarak bir kömür madeninde, biriken suları dışarı atmak amacıyla buhar pompası şeklinde kullanılmıştır. Buhar makinasının endüstriye entegre olmasını sağlayan kişi ise James Watt' tır. 1781 yılında, buhar makinesi üzerinde yaptığı bir dizi çalışma sonucu, sadece düzgün doğrusal hareket yapabilen buhar makinasına dairesel hareket yaptırmayı başaramıştır. James Watt' ın yaptığı bu yenilikle buhar makinası, endüstrilerin en büyük enerji kaynağı haline gelmiş aynı zamanda önceki tip buhar makinalarına göre çok daha düşük maliyet ve çok daha yüksek verimlilik elde etmiştir. Devrimin en önemli faktörü buhar makinası olmakla birlikte, devrimi ortaya çıkaran sadece buhar makinası olmamıştır.



Şekil 1: James Watt'ın geliştirdiği buhar makinesi (www.wikitarih.com).

Birinci endüstriyel devrim İngiltere' de ortaya çıkmış ve dünyaya yayılmıştır. Devrimin İngiltere' de ortaya çıkmasının birçok faktörü bulunmaktadır. Bunlar arasında, ülkedeki kömür ve demir rezervlerinin yüksek olması, politik yapılarının istikrarlı olması, kolonicilik faaliyetleri gösterilebilir (Özdoğan, 2017: 16). Bununla birlikte 1764 yılında yine İngiltere' de James Hargreaves tarafından icat edilen iplik makinasının, dairesel hareket edebilen buhar makinası ile birlikte kullanımı tekstil dokuma tezgâhlarının gelişimini sağlamış ve endüstriyel devrim ilk olarak tekstil

alanında kendini göstermiştir. Bu noktadan sonra buhar makinası dökümhaneler, değirmenler, kâğıt fabrikaları gibi birçok alanda kullanılmaya başlanmış, buharlı trenler ortaya çıkmış ve endüstrinin çehresi değişmiştir.

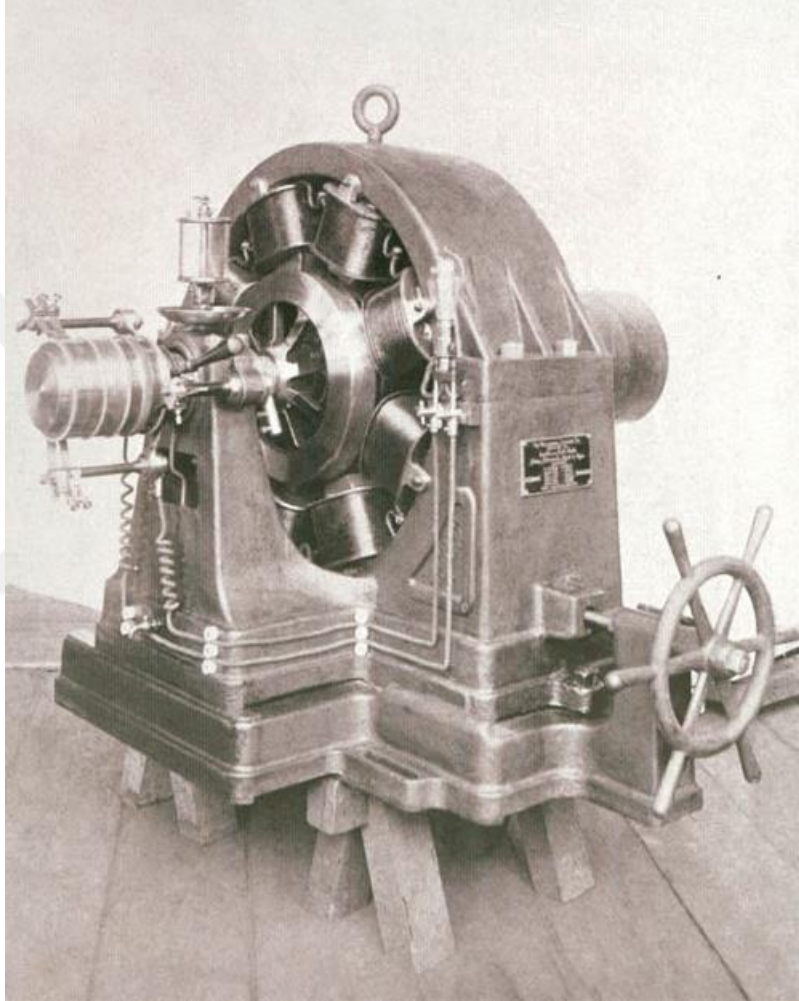
Birinci endüstriyel devrim, buharlı gemi, otomobil ve telgraf gibi teknolojiler sayesinde insanoğlunun uzaklık algısını değiştirmiş ve büyük bir Pazar alanı meydana getirmeye başlamıştır (Görçün, 2016: 9).

2.2.2. İkinci Endüstri Devrimi

“İkinci endüstri devriminin başlangıç ve bitiş zamanları ile üçüncü endüstri devriminin başlangıç zamanı konusunda net bir bilgi ve tarih yoktur. Bodroz^{ic} ve Adler’e göre “Endüstri 2.0” dönemi 1945 yılında sona ermiş, “Endüstri 3.0” dönemi 1955 yılında başlamıştır. Schwab’a (2016) göre ikinci endüstri devrimi 1960’lı yıllarda başlamıştır. Clarck’a göre (2007) göre ikinci endüstri devrimi 1960’lı yıllarda başlamıştır. Dombrowski ve Wagner’e (2014) göre 1971 yılında mikroçipin icadı üçüncü endüstri devriminin başlangıç noktası, aynı zamanda ikinci endüstri devriminin bitiş noktasıdır. Görçün’e (2017) göre ikinci endüstri devrimi 1870 yılında başlamış ve 1989 yılına kadar devam etmiş 100 yıllık bir süreci kapsamaktadır. Bunlarla birlikte genel düşünüşüne “Endüstri 2.0” döneminin 1860-1947 yılları arasında kapsadığıdır. 1946-1949 yılları arasında ENIAC, EDVAC, BINAC, ve UNIVAC adı verilen bilgisayarların, 1947 yılında ise transistörün icat edilmesi ile üçüncü endüstri devriminin başladığı düşünülmektedir” (Ö.Demirer ve M.Demirer, 2019: 27-28).

İkinci endüstri devrimi üretim ve teknolojiye birçok yenilikleri beraberinde getirmiştir. 1870’li yılların sonuna doğru Alexander Graham Bell’in telefonu bulması, 1879’da önce elektrik ile çalışan bir ampul tasarlayan Thomas Alva Edison’un, daha sonra tüm aydınlatma sistemini geliştirmesi, elektrik teknolojisine belki de gelmiş geçmiş en büyük katkıyı yapan Nicola Tesla’nın alternatif akım çalışmaları bu döneme denk gelmektedir. Tesla, yaptığı çalışmalarla aynı zamanda, kablosuz iletişim, röntgen, radar, lazer, aydınlatma, robotik ve daha birçok alanda kayda değer ilerlemeler sağlanmıştır. Tesla ve Westinghouse’un 1985’te Niagara Şelalesi üzerinde dünyanın ilk hidroelektrik santralini kurmaları da bu dönemdedir. Yine bu dönemde Nicola Tesla’nın yaptığı çalışmalarla ortaya çıkardığı üç faza sahip alternatif akım motoru enerji konusunda faydalar sağlamıştır. Bu motor, doğru akım motorlarına göre, elektrik enerjisini mekanik enerjiye dönüştürme konusunda çok yüksek başarı

sağlamıştır. Bunun yanında, alternatif akım teknolojisi sayesinde, yüksek voltaj üretimi gerçekleştirilebilmiş, elektiriği çok daha uygun maliyetler ile eskisinden çok daha uzağa iletebilmek mümkün olmuştur (Ö.Demirer ve M.Demirer, 2019: 28-29). Devrimin en önemli özelliklerinden biri de montaj hatlarına elektrik enerjisinin aktarılması sayesinde seri üretime geçilebilmiş ve yüksek kapasite üretim yapılmaya başlanmıştır (Schwab, 2018: 16).



Şekil 2: Nicola Tesla'nın Alternatif Akım Motoru (www.listelist.com).

İkinci endüstri devrimine damgasını vuran elektrik olmuştur. Tesla'nın çalışmalarından sonra elektrik enerjisi her alanda kullanılmaya başlamış, elektrik gücünün büyüklüğünün keşfedilmesiyle demir çelik üretimi dünya genelinde artmış, trenlerde buhar yerine elektrik enerjisi kullanılmaya başlanmış, 1900'lere gelindiğinde elektrik evlere kadar girerek yaşamın her anına etki etmiştir.

İkinci endüstri devriminin en önemli isimlerinden biri de Henry Ford olmuştur. Ford otomobil şirketini Henry Ford, birçok dar gelirli Amerikan vatandaşının bir otomobile sahip olmasını sağlamıştır. İkinci endüstri döneminde, 1908'den 1927'ye kadar üretilen ve "Ford Model T" adı verilen bu araçta, çok fazla sayıda parçası elektrik ile çalışan yaklaşık olarak 32.000 adet makine parçası kullanılmıştır. Bununla birlikte, ilk otomobili tasarlayan ve üreten kişi Alman bilim insanı Karl Friedrich Benz'dir. Otomotiv sektörünün önde gelen markaları Benz ve Mercedes-Benz'in kurucusudur. Gottlieb Daimler ve Wilhelm Maybach gibi Alman bilim insanlarıyla birlikte çalışmalar yürütmüştür. Karl Benz, ilk motor patentini 1879 yılında, ilk otomobil patentini ise 1886 yılında almıştır. Günümüzde otomotiv endüstrisinin merkezinin Almanya olması, Karl Benz'in ikinci endüstri devrimi döneminde yaptığı çalışmaların sayesinde olmuştur (Özdoğan, 2017:19).

İkinci endüstri devriminde diğer bir önemli buluş da Alman bilim insanı Konrad Zuse'nin bilgisayar teknolojisinde gerçekleştirdiği çalışmadır. Konrad Zuse, 1936 yılında, "Z1" adını verdiği ilk mekanik bilgisayarı ortaya koymuştur (Ö.Demirer ve M.Demirer, 2019: 31).

İkinci sanayi devriminden etkilenen ve hızlı büyüyen başlıca endüstriler, demir-çelik, ilaç ve kimya, elektrik, otomasyon ve üretim hatları, havacılık, taşımacılık ve telekomünikasyondur. Teknolojik gelişme ve buluşlara bağlı olarak gelişimini sürdüren üretim endüstrisi, taşımacılık, havacılık ve telekomünikasyon sayesinde yaygınlaşmaya başlamıştır. Elektrik gücünün endüstriye uygulanmasıyla üretim miktarları büyük bir artış göstermiş ve böylece ürünlerin satışına yönelik yeni iletişim ve lojistik yöntemleri ortaya çıkmıştır (Özdoğan, 2017: 23).

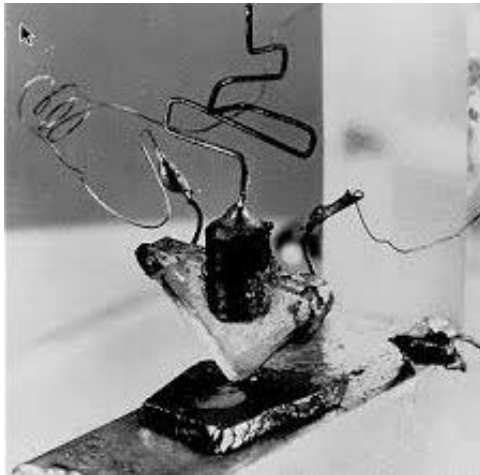
İkinci endüstri devriminin önemli olaylarından bir tanesi kaynak kullanımının aşırı artması sonucu sürdürülebilirlik kavramının gündeme gelmesi olmuştur. İlk endüstri devriminde kullanılan kömür, su ve buhar gücü ikinci endüstri devrimiyle birlikte yerini petrol ve elektriğe bırakmıştır. Ancak bu kaynakların sınırsız olmaması sürdürülebilir enerji konusunu tartışmaya açmıştır. Bu nedenle üçüncü endüstri devriminde, güneş ve rüzgâr gibi yenilenebilir enerji kaynakları önem kazanmış ve bunlar üzerine çalışmalar yapılmıştır (Siemens, 2015: 6).

2.2.3. Üçüncü Endüstri Devrimi

Birinci endüstriyel devrim buhar makinasının geliştirilerek üretim süreçlerine entegre edilmesiyle başlamış, elektrik gücünün keşfedilmesi ve seri üretime geçilmesiyle ikinci devrim gerçekleşmiştir. Üçüncü devrimin başlangıcı ise bilgisayar ve otomasyon teknolojisinin gelişimine dayanmaktadır.

Üçüncü endüstri devriminin temel yapısını, bilgisayar, internet, dijital teknolojiler oluşturmaktadır. Bu teknolojilerin makinelere uygulanmasının sağlanmasıyla geleneksel makine sistemlerinden uzaklaşmaya başlanmıştır. Çünkü bu yeni nesil makineler yeniden programlanabilme avantajı sunuyor ve ortaya çıkan problemlere karşı uygun çözümler üretilabiliyordu (Özdoğan, 2017: 24).

John Bardeen, Walter Brattain ve William Shockley'in birlikte yaptıkları çalışmalar sonucunda 1947 yılında ürettikleri transistör, üçüncü endüstri devriminin en büyük yapı taşı olarak görülmektedir. Bell Labs ve Princeton üniversitelerinde çalışmalarını yürüten ekibin, o dönemlerde yeni bir sanayi devrimine öncülük ettiklerinden belki de haberleri olmadı; fakat günümüzün çağdaş bilgisayarlarını ve üçüncü devrimin en çok kullanılan dijital çözümlerinin temelini atmışlardır. Birçok kamu kurumu ve başka organizasyonlarda, 1950 ila 1960 yılları arasında bilgisayar kullanımını başlamıştır (Özdoğan, 2017: 25).



Şekil 3: Transistör (www.don-lindsay-archive.org).

Üçüncü endüstri devrimi, 1960'lı yıllarla birlikte ilerleme konusunda büyük bir hız kazanmıştır. 1960'larda icat edilen yarı iletkenler ile ana bilgisayarları, 1970 il

1980 yıllarında kişisel bilgisayarların ortaya çıkması takip etmiştir. 1990 yılında internetin keşfedilmesiyle birlikte endüstri hızla gelişmeye devam etmiştir. Bilgisayar ve bilişim teknolojileri ile şekillendiği için devrime dijital devrim adı da verilmiştir. (Schwab, 2018: 16).

“Endüstri 3.0 dönemi imalat sektöründe, yeni teknolojik ilerlemeler, makine ve ekipmanlar etrafında gelişim göstermiştir. Takım tezgâhlarının otomasyonundaki gelişmeler, ilk nesil programlanabilir makinayla yaklaşık 1960’lı yıllarda başlamıştır. Sayısal kontrollü takım tezgâhları (NC) 1970’li yıllara kadar yaygın bir şekilde kullanılmamıştır. İkinci nesil bilgisayarlı sayısal denetimli makinalar (CNC) 1970’lerin sonunda ortaya çıkmıştır. Bu yeni takım tezgâhları farklı pazarlarda rekabetçiliği sağlamak için yüksek hacimli standart parçalar ve ürünleri üretme kapasitesine sahip olmuştur. İlk ileri imalat teknolojilerinin (AMT) ortaya çıkması 1950’li yıllara kadar dayanmaktadır. Bu teknolojilerin benimsenmesi ve kullanılmasının yaygınlaşması ancak 1970’li yıllarda mümkün hale gelmiştir. Bugün neredeyse tüm üretim ekipmanlarının bir parçası elektronik elemanlar içermektedir. Bu nedenle de ileri imalat teknolojilerinin tanımına uymaktadır” (Gunawardana, 2006’dan aktaran Ö.Demirer ve M.Demirer, 2019: 49).

Üçüncü endüstriyel devrim robotik gelişmelerinde başlangıç noktasıdır. Uçak tasarımcıları 1930’lu yıllarda, Avrupa’da “robot pilot” denilen otomatik pilotu icat etmişlerdir. Yine 1930’lu yıllarda duvar boyayabilen robotlar geliştirildi. Bu robotlar öncelikle yapılacak işin eğitim sürecinden geçiyordu. Bu süreçte yapılan her hareket kayıt altına alınmıyor ve bu kaydın kullanılması yoluyla yapılan hareketleri tekrar ederek işi tamamlayabiliyorlardı. 1940’lı yıllarda Westinghouse tarafından, yatay düzlemde özgürce hareket edebilen iki robot, geliştirildi. “Elektro” isimli robot, birden ona kadar sayabilmekte, dans edebilmekte, sigara içebilmekte ve Westinghouse için tanıtım yapabilmekteydi. Diğer robot ise Electro’nun arkadaşı olarak tasarlanmış robot köpekti ve o da yürüme, arka bacakları üzerine kalkma ve havlama becerilerine sahipti (Barutçuoğlu, 2001: 4).

Yapay zekâ çalışmalarının yapıldığı laboratuvar ortamlarında, algı ve görme teorilerini sınamak üzere, herhangi bir insan etkileşimine gerek duymaksızın çevresindekileri algılayıp tepki verebilen ilk robot geliştirilmiştir. Örnek vermek gerekirse, 1940’larda Shannon’un tasarladığı robot fare, basit bir öğrenme algoritması sayesinde labirent çözümlüyebiliyordu (Barutçuoğlu, 2001: 4).

Grey Walter tarafından 1953 yılında tasarlanan oval şeklindeki robot kaplumbağa, iki motor sayesinde yön değiştirip hareket edebiliyordu. Karanlık bir oda içine yerleştirilen ışık kaynaklarını, üzerindeki ışık algılayıcı sayesinde takip ederek hareket sağlayan robot kaplumbağa, gücü zayıfladığında fark ediyor ve prize gidip kendini şarj edebiliyordu. Yine 1953 yılında bir japon firması olan Seiko, çok küçük boyutta bir robot geliştirdi. Bu robot bir sürü farklı saat parçasının montaj işlemini gerçekleştirebiliyordu (Barutçuoğlu, 2001: 4).

1954 yılına gelindiğinde, George Devol, bilgisayar ile kontrol edilebilen ilk endüstriyel robotu tasarladı ve patentini aldı. Daha sonra Joseph Engleberger ve George devol ortaklığıyla Unimation şirketi kuruldu. Bu şirket General Motors için üretimde kullanılmak üzere robot kollar üretmeye başladı ve böylece endüstride robot devrimi kendini göstermiş oldu. George Devol'un robotik üzerine yaptığı çalışmalar modern robotların ortaya çıkmasında büyük rol oynamıştır (Barutçuoğlu, 2001: 4).

1960 yılında bir uçak şirketi olan Hughes Aircraft, "Mobot" adlı robotları üretti. Radyo frekansları ve kameralar yardımıyla uzaktan kumanda ile kontrol edilebilen bu robotlar, inşaat, kimyasal denemeler ve nükleer reaktör alanları gibi insanlar için tehlikeli olan yerlerde veya insanların üstesinden gelemeyeceği işlerde kullanılabilirlerdi. 1960'lı yıllarda ortaya çıkarılan bir diğer önemli robotik gelişme, tamamen bilgisayar ile yönetilebilen bir robotun tasarlanmasıdır. General Electric'in tasarladığı bu robot, 7km/saat hızla ayaklarının üzerinde yürüyebilen tonlarca ağırlıkta bir kamyondu (Barutçuoğlu, 2001: 5).

1960'lı yılların sonlarına doğru yapılan çalışmalar sonucunda, bilgisayar tarafından kontrol edilebilen "Shakey" adında bir robot tasarladılar. Etrafındaki eşyaları algılayıp çarpmadan hareket edebilen bu robot ses ile komutta alabiliyordu. Aldığı sesli komutlarla tahtadan kutuları kaldırıp üst üste dizilen bu robot, kutuların düzgünlüğünü kontrol edebiliyor ve gerekirse müdahale edebiliyordu. Shakey'e yapılan bir testte, yüksek bir platformda duran kutuyu aşağıya düşürmesi istendi. Kutunun durduğu yüksekliğe erişemeyen Shakey, kutuya yetişmesini sağlayacak eğimli bir parçayı platformun yanına iterek üzerine çıkı ve kutuyu aşağı düşürebildi (Barutçuoğlu, 2001: 5).

1970 yılında Ruslar tarafından geliştirilen insansız araç "Lunokhod 1", dünyadan kontrol edilerek ay üzerinde keşif yaptı. 1973 yılında küçük bir bilgisayar ile kontrol edilebilen ve hidrolik bir mekanizmaya sahip olan bu robot 100 kilo ağırlığında bir cismi bile kaldırabiliyordu. 1976 yılında NASA tarafından geliştirilen

“Viking 1” ve “Viking 2” araçları da Mars yüzeyinden örnekler topladılar. Yine 1976 yılında, Standford Üniversitesi’nde “Standford Kolu” isimli elektrik enerjisi ile çalışan robot kol geliştirildi (Barutçuoğlu, 2001: 5).

1977 yılında Standford Araştırma Enstitüsünün çalışmalarıyla, robot görme sistemi geliştirdi. Odetics adlı şirketin geliştirdiği altı bacaklı robot ise hareketli robotlar için önemli bir gelişme olmuştur. “Functionoid” adı verilen bu robot, böcekler ve insanların bacak ve eklemleri incelenerek geliştirilmiştir (Barutçuoğlu, 2001: 5).

1980 yılında yapılan tanıma göre, üçüncü nesil robotlar, çevrelerini algılayabilir, algıları sonucunda planlama yapabilir ve bu plana sadık olarak hareket eder. Otonom robotların temelini oluşturan bu tanıma rağmen robot teknolojisi, 1990’lı yıllara kadar kısıtlı gelişim göstermiş ve klasik endüstriyel robotlardan öteye geçememiştir (Yazıcı, 2016: 39). 1980 ile 1999 arasında üretilen bu 3. nesil robotlar, sabit program yapısına sahip olan önceki nesillerin aksine çok fonksiyonlu ve yeniden programlanabilir olmalarının verdiği esneklikle onlardan ayrılır. Robotlar bu dönemde, boyama, kaynaklama, taşıma, montajlama, dolum, taşlama, kesme vb. gibi birçok farklı endüstriyel uygulamada kullanılmaya başlamıştır.

2.2.4. Dördüncü Endüstriyel Devrim

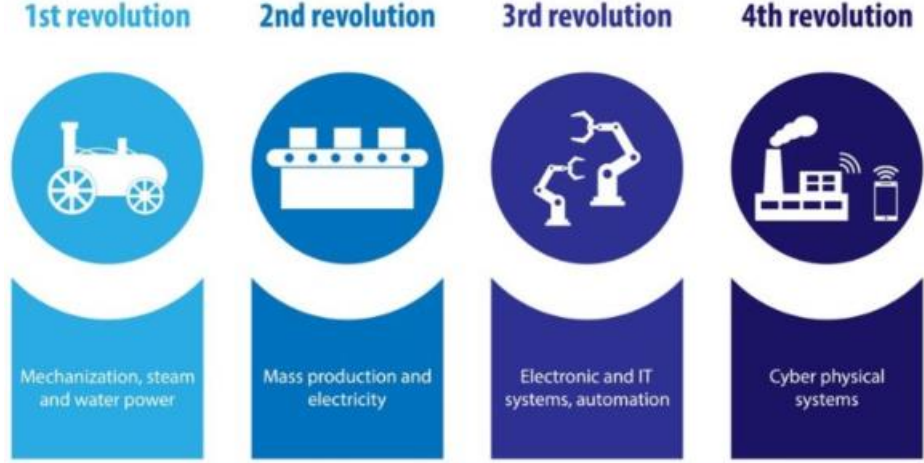
Dördüncü endüstriyel devrim, diğer bir tanımlamayla “Endüstri 4.0” ilk kez Almanya’da 2011 yılında düzenlenen Hannover fuarında lanse edilmiştir. Hannover fuarı ile birlikte Almanya, “Endüstri 4.0” olgusunu resmi sanayi politikası olarak belirlemiş ve dördüncü endüstriyel devrim resmen başlamıştır. Alman hükümeti “Endüstri 4.0” için bir çalışma grubu oluşturmuştur. Bu grup her sene “Endüstri 4.0” için rapor hazırlamakta ve Alman Sanayi Bakanlığına sunmaktadır (Görçün, 2017:141-142).

Endüstri 4.0’ı bir konsept olmaktan öteye geçirmek ve devrimin somut adımlarını gerçekleştirmek adına, BITKOM, VDMA ve ZVEI kuruluşlarının ortak çalışması ile Endüstri 4.0 Platformu kurulmuştur. Temel amacı, Endüstri 4.0 vizyonunun temel standartlarını belirlemek, yeni iş modelleri tanımlamak, yeni teknolojileri desteklemek ve toplumun bu konuda bilinçlenmesini sağlamaktır. 2013 yılında kurulan platform günümüzde de icraatlarını sürdürmektedir (Siemens, 2015: 9).

“Literatürde, Endüstri 4.0 kavramını açıklamak için verilebilecek aşağıdaki gibi farklı tanımlar vardır” (Havle ve Üçler, 2018’den aktaran Ö.Demirer ve M.Demirer, 2019: 88-89):

- *“Ürün yaşam döngüsü boyunca yeni bir değer zinciri örgütlenmesi ve yönetimi.”*
- *“Değer zinciri örgütlenmesinin teknolojileri ve kavramları için ortak bir terim.”*
- *“Fiziksel, dijital ve biyolojik alanlar arasındaki çizgileri bulanıklaştıran teknolojilerin birleşmesi.”*
- *“Çeşitli şirketler, fabrikalar, tedarikçiler, lojistik, kaynaklar ve müşteriler arasında karmaşık bir iletişim ağı.”*
- *“İnternet ve destek teknolojilerinin fiziksel nesnelerin, insan oyuncuların, akıllı makinaların birleştirilmesinin bel kemiğini oluşturduğu yeni teknolojik gelişmeler, örgütsel sınırlar içerisindeki üretim hatları ve süreçleri.”*

Dördüncü endüstri devrimi, en genel tanımıyla, makinelerin kendi kendilerini ve tüm üretim süreçlerini yönetebildiği fabrikaları hayata geçirme düşüncesine dayanmaktadır. Dördüncü endüstriyel devrimin sunduğu karma teknoloji sayesinde, dışarıdan insan etkileşimine gerek kalmaksızın üretim süreçleri makineler tarafından yönetilebilecektir (EBSO, 2015). Buhar makinasının bulunmasıyla başlayan endüstri tarihi yıllar boyunca gelişimini sürdürmüş ve bugün tüm üretim süreçlerini kendi başına halledebilecek, birbirleriyle iletişim kurabilen makinaların olduğu fabrikalar tasarlama noktasına gelmiştir.



Şekil 4: Endüstri devriminin aşamaları (www.medium.com).

Endüstri 4.0, üçüncü endüstriyel devrimden sonra bilgi teknolojilerinin ve otomasyonun yaygınlaşması ile siber fiziksel sistemler, dinamik veri işleme ile değer zincirlerinin bir birine bağlandığı yeni bir aşamadır. Dünyanın gidişatını etkileyen ve geleceğini şekillendiren bölgesel, ekonomik, teknolojik ve meta akımlar; sensörlerin, üretim araçlarının ve bilgi teknolojilerinin birbirine artarak bağlandığı sistemlere zemin hazırlayarak, tek bir şirketin ötesine geçen endüstriyel değer zincirleri oluşturuyorlar. Siber-fiziksel adı verilen bu yeni bağlaşıklık sistemler, standart internet tabanlı protokoller kullanarak birbirleriyle etkileşebiliyor ve hataları öngörmek, parametreler tanımlamak ve değişen şartlara uyum sağlamak amaçlarıyla verileri analiz ediyorlar. Sanayi 4.0 döneminde bu sistemler yaygınlaşarak, daha hızlı, esnek ve verimli süreçler oluşmasını sağlayacak ve daha yüksek kalitedeki malları, daha düşük maliyetle üretmeyi mümkün kılacaklardır (Tüsiad, 2016: 19-20).

Dördüncü endüstriyel devrimin genel hatlarına bakıldığında, ayrı ayrı gelişen birçok teknolojinin bir bütün oluşturarak endüstriye entegre edilmesini içermektedir. Elektronik, internet ve ağ teknolojileri, robotik, yapay zekâ, nanoteknoloji gibi bilimlerin ilerleyişi ve birbirlerinden yararlanmaları sonucunda siber fiziksel sistemlerden bahsedilebilmesi mümkün olmuş ve bugün “Endüstri 4.0” kavramını ortaya çıkarmıştır.

Dördüncü endüstriyel devriminin temel amacı, kesintisiz çalışabilen ve insan etkileşimine gerek duymayan veya çok nadir gerek duyan akıllı fabrikalar ortaya çıkarmaktır. Akıllı fabrikaların ortaya çıkabilmesi ise “Nesnelerin İnterneti” ve “Siber-Fiziksel Sistemler” ile mümkün olmaktadır. Bu doğrultuda “Endüstri 4.0” konseptinin

tam olarak anlaşılması adına, onun sürükleyici teknolojilerini bilmek gerekmektedir. Bunlar; “Nesnelerin İnterneti”, “Büyük Veri”, “Yapay Zekâ”, “Akıllı Fabrikalar”, “Siber-Fiziksel Sistemler”, “3D Yazıcılar”, “Simülasyon”, “Sistem Entegrasyonu”, “Bulut Bilişim”, “Artırılmış Gerçeklik”, “Siber Güvenlik” ve “Otonom Robotlar”dır (Ebso, 2015: 9).

2.2.4.1. Nesnelerin İnterneti

“Nesnelerin İnterneti” (IoT), dijital ağ ve internet bağlantısı olan nesnelere sanal bir kimlik kazandırılarak, çevreleri ile fiziksel ve sosyal olarak iletişime girmeleridir. Başka bir deyişle, nesnelere, internet vasıtasıyla birbirleriyle iletişim kurabilir ve süreçleri kendileri yönetebilirler (Ebso, 2015: 13).

IoT kavramını ortaya atan ilk kişi İngiliz girişimci Kevin Ashton’dur. Fiziksel dünyanın her köşesine yerleştirilen sensörler ile bilgisayarların birbiri ile iletişime geçme fikrine dayanmaktadır. 1999 yılında ortaya atılan bu düşünce, nesnelere ile birlikte, süreçlerin, verilerin, insanların ve dahası bütün canlı varlıkların veya atmosferik olguların bile değişken kabul edildiği bir sistemi ifade etmektedir. 21. Yüzyıl başlarında gündeme gelen nesnelerin interneti kavramı, tedarik birimindeki ürün ve süreçlerin üzerine bilgi eklemek ve endüstrilerin dördüncü devrimine geçmesini sağlayacak bir teknoloji olarak düşünülmüştür. Teknik bir tanımlama yapmak gerekirse, nesnelerin interneti, ağ ve internet tabanlı sistemler kullanarak iletişim ve veri paylaşımı yapabilen, elektrik, bilgisayar, mekanik ve iletişim mekanizmalarını içermektedir (Yıldız, 2018: 550).



Şekil 5: Nesnelerin İnterneti (www.coinadam.com)

Bilgi işlem gücünün sürekli artması ve donanım fiyatlarının düşmesi sonucunda, kelimenin tam anlamıyla her şeyin internete bağlı hale gelmesi ekonomik olarak mümkün olacaktır. Akıllı sensörler daha şimdiden çok rekabetçi fiyatlarla erişilebilir durumda. Bütün nesnelere akıllı ve internete bağlı hale gelecek ve bu da daha çok iletişimi ve artan analitik yeteneklere sahip veri güdümlü yeni hizmetleri mümkün hale getirecektir (Schwab, 2018: 148-149).

“Nesnelerin İnterneti” kavramının bu düşünceler ışığında sağlayacağı olumlu etkilerden aşağıdaki gibi bahsedilebilir (Schwab, 2018: 149-150):

- Kaynak kullanımında artan verimlilik
- Üretkenlik artışı
- Yaşam kalitesinin iyileşmesi
- Çevre üzerinde etkiler
- Hizmet sunumunda maliyet azalması
- Kaynakların kullanım ve durumuna ilişkin daha büyük şeffaflık
- Güvenlik (örn. uçaklar ve gıdalar)
- Verimlilik (lojistik)
- Depolama ve bant genişliği talebinin artması
- İşgücü piyasalarında ve becerilerde değişimler
- Yeni işlerin yaratılması

- Gerçek zamanlı, hatta zor uygulamaların standart iletişim ağlarında mümkün hale gelmesi
- “Dijital olarak bağlanabilir” ürünlerin tasarımı
- Ürünlerin üzerine dijital hizmetler eklenmesi
- Dijital ikizin izleme, kontrol etme ve öngörmede daha kesin veriler sunması
- Dijital ikizin iş, enformasyon ve sosyal süreçlerde daha aktif bir katılımcı haline gelmesi
- Nesnelerin çevrelerini daha tam algılama ve özerk olarak tepki ve eylem gösterme olanakları kazanması
- Bağlantılı “akıllı” nesnelere dayalı ek bilgi ve yeni değer yaratılması

“Nesnelerin interneti, yeni nesil endüstri devrimi için önemli bir teknolojidir. IoT, akıllı evler, akıllı binalar, akıllı şehirler, akıllı güvenlik ve diğer uygulamalarda potansiyel avantajlara sahiptir. IoT’un temel ilkesi kullanıcılara; makinalar, insanlar, hizmetler, farklı ağlar ve özellikle örgüt içi ve örgütler arasında gerçek zamanlı bilgi aktarımı sağlamak amacıyla kontrol sistemleri arasında kesintisiz birlikte çalışabilirlik ve gelişmiş bağlantı sunmaktadır. IoT’un ortaya çıkmasıyla birlikte kararlar sadece tedarikçiler ve paydaşlar tarafından yönetilmeyecektir. Aynı zamanda tüketicileri kişiselleştirme ve güç kalitesi ile ilgili kararlara daha fazla dâhil edilecektir. Temel düzeyde IoT, her yerde internete bağlanabilen, algılayabilen, etkileşebilen, işlem yapabilen çeşitli fiziksel nesnelere birbirine bağlayan bir teknolojidir. Bu teknoloji ile akıllı şebeke sistemlerinin paylaşılması ve gerçek zamanlı verilerin toplanması sağlanır. Öyle ki, bu sistemler dünyanın herhangi uzak bir yerinden akıllı bir şekilde izleme yapabilen ve kontrol sağlayabilen veri sistemleri ve yazılımlardır. Bu bilginin etkin ve verimli kullanılması ile tedarikçiler, tüketiciler ve paydaşlar arasındaki ilişki de değişecektir. Böylece, IoT kullanımı, yönetim karar destek sistemleri ve öngörücü teşhis sistemlerinin oluşturulmasına olanak sağlayacaktır. IoT mimarisinin temelini, radyo frekansı tanımlama sistemleri, sensörler, aktüatörler, içerik tanıma sistemleri, bulut teknolojileri ve yoğun bağlantı için çeşitli kablolu ve kablosuz iletişim teknolojileri oluşturur. Eşsiz şekilde atanmış bir adres şeması yoluyla bu nesnelere, veri toplamak ve veri alışverişi yapmak amacıyla internet üzerinden web servislerini kullanarak, tabletler, akıllı telefonlar, kişisel

bilgisayarlar vb. diğer geleneksel cihazlarla özerk bir şekilde etkileşime girebilir ve işbirliği yapabilir” (Faheem ve diğerleri, 2018’den aktaran Ö.Demirer ve M.Demirer, 2019: 107-108).

Bunlarla birlikte “Nesnelerin İnterneti” için geliştirilen yazılımların işe yarayabilmesi ve dolayısıyla buraya kadar konuştuğumuz gelişmelerin ve faydaların sağlanabilmesi adına Software AG yedi yol belirlemiştir. IoT yazılımlarının gerçekten işe yaramasına ilişkin yedi yol aşağıdaki gibidir (Dijital Dönüşüm, 2017’den aktaran Öztuna, 2017: 72):

- Akıllı aygıtların veri akışlarını sürekli analiz etmek için özel olarak tasarlanmış yazılımlarının oluşturulması ve bu sayede yazılımların daha hızlı çalışması,
- Yazılım mimarlarının ve programcılarının karar vermede kritik olan verileri işleyebilecek, analiz edebilecek sistemleri kısa bir sürede oluşturulması ve bu sayede verileri tutabilme ve bu verilerle çalışmak için işletme gösterge tablolarına dönüştürebilmesi,
- Dijital sensörler ve bulut bilgi işlem yoluyla nesnelerin internetini anlayabilen analitik ve algoritmalara erişim sağlanması ve bu sayede veri üretimi ile birlikte makine davranışı olarak buna cevap verilmesi,
- IoT’un üzerinde çalışabileceği geniş bir bulut bilgi işlem sunucusuna ihtiyacı olması, dolayısıyla çok az işlemin cihazların üzerinde gerçekleşmesi,
- Iot’un nesnelere iletişim kurabilmesi,
- IoT’un etkileşime geçtiği her şeyden veri toplayarak bu verileri entegre ve optimize etmesi,
- IoT’un ihtiyaç duyduğu bağlamsal analitiklerin yani belirli bir insan veya makina kullanımı için veri sıkıştırmanın doğru veri noktasına uygulanması.

Bu bağlamda değerlendirildiğinde “Nesnelerin İnterneti” kavramının sadece üretim süreçlerinde ve endüstriyle ilgili değil tüm toplumsal sistemle ilgili büyük değişimlere yol açacağı görülmektedir. Özellikle ticaret-pazarlama alanında hem üreticiler hem de tüketiciler açısından yüksek fayda sağlayacağı açıktır.

Gartner isimli bir şirketin yaptığı araştırma sonuçlarına göre “2020 yılında Nesnelerin İnterneti pazarının 1,9 trilyon dolarlık bir hacme ulaşması beklenmekte ve aynı zamanda, 2020 yılında 20 adet ev cihazına ait internet trafiğinin, 2014’teki toplam internet trafiğinden daha büyük olması öngörülmektedir (Siemens, 2015: 11).

2.2.4.2. Büyük Veri

“Büyük Veri” (Big Data) (BD) kavramı temel olarak, teknolojik gelişme hızının olağanüstü artmasıyla internete her an her yerden ulaşabilmenin mümkün olması, internet araçlarının ve sosyal medya kullanımının yüksek düzeyde artması ve dolayısıyla bilgiye erişimin ve bilgi paylaşımının yaygınlaşması sonucunda sanal dünyanın bir veri merkezi olarak kullanılmasını ifade etmektedir. Bu bağlamda “Büyük Veri” kavramının karakteristik özelliği veri toplama ve depolamadır.

Bilgiye ulaşmanın ve bilgiyi paylaşımının bu denli kolaylaşması, gereksiz ve yanlış bilgi sorununu da aynı derecede artırmıştır. Bundan dolayı bu bilgi yığını, bilgi çöplüğü olarak adlandırılmıştır. Dolayısıyla bu verinin saklanması ve raporlama sistemlerinde faydalı bir biçimde kullanılması imkânsız hale gelmiştir. Ancak, gelişen bilim teknolojisi sayesinde bilgi çöplüğü olarak adlandırılan bu büyük yığından, yararlı bilgilerin de ayrıştırılmasına imkân tanımıştır. Daha açık bir söylemle, bilginin çok fazla bulunduğu bir ortamdan gerçek ve güvenilir olanların seçilip, muhafaza edilmesini mümkün hale getirmiştir (Ebso, 2015: 19).

“Veri toplama ve depolama, “Büyük Veri”yi karakterize eder, ancak BD’nin temel özelliği veri analizidir ve veri analizi olmadan BD’nin değeri yoktur. BD tüm ürün yaşam döngüsü boyunca ilgili üretim faaliyetleri için, sürecin düşük maliyetli ve hatasız çalışmasını sağlamada sistematik rehberlik etmekte, yöneticilere karar vermede ve operasyonlarla ilgili sorunları çözümede yardımcı olmaktadır. BD kullanımı, katma değer yaratma fırsatı sağladığı için bir iş avantajı sağlamaktadır. Video, ses, metin veya diğer formatlarda toplanan ve büyük miktarda yapılandırılmamış heterojen veriyi sürekli olarak işlemek için BD’yi geleneksel veri işlemeden farklı kulan bir takım boyutlar tanımlanmıştır” (Alcacer ve Cruz-Machado, 2019’dan aktaran Ö.Demirer ve M.Demirer, 2019: 96-98):

- Çeşitlilik – büyük bir kaynaktan ve farklı formatlardan elde edilen çeşitli veri türlerini ve çok boyutlu veri alanlarını içermekte ve bir veri setindeki yapısal heterojenliği ifade etmektedir.

- Hız – hızlı veri üretimi anlamına gelmektedir. Veri üretimi, analizi, sunumu ve oluşturulması kendisinin tekrarlanma sıklığı ile ölçülmekte, aynı zamanda veri oluşturma oranı ve analiz etme hızını ifade etmektedir.
- Gerçeklik (Güvenilirlik) – bazı veri kaynaklarındaki güvenilirliği temsil etmektedir. Bazı veriler, güvenilir bir tahmin elde etmek için BD analizi gerektirmektedir.
- Vizyon (Görünüm) – sadece anlamlı ve amacı olan bir işlemin veri üretmesi anlamına gelir ve olası veri üretme süreci bu boyutta ele alınmaktadır.
- Oynaklık – veri üretiminin ve üretilen verinin sınırlı bir kullanım ömrü olması gerektiğini ifade etmektedir. Bu nedenle veri yaşam döngüsü kavramı bu boyutta ele alınmaktadır. Bu özellik, modası geçmiş verilerin yeni verilerle değiştirilmesini sağlamaktadır.
- Doğrulama – bir talimata göre üretilen verinin uygunluğunu ifade etmektedir. Bu özellik mühendislik ölçümlerinin uygunluğunu garanti etmektedir.
- Onaylama – üretilen verinin vizyon uygunluğu anlamına gelmektedir. Bu özellik, sürecin arkasındaki varsayımların ve bağlantıların şeffaflığını garanti etmektedir.
- Değişkenlik – kendi değişkenliği ile ölçülen veri akış oranlarını ifade etmektedir.
- Değer – BD'nin ne kadar ekonomik açıdan değerli iç görüler ve faydalar sağladığını tanımlamaktadır.

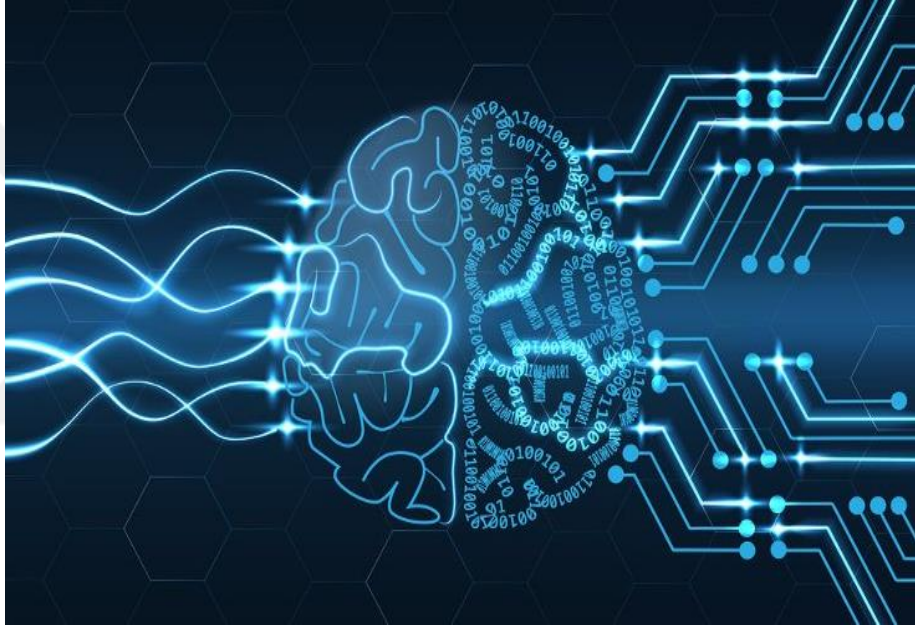
“Büyük Veri”yi kaldıraç olarak kullanmak çok çeşitli sektör ve uygulamalarda daha iyi ve daha hızlı karar alma imkânı sağlayacaktır. Otomatik karar alma bireyler için karmaşıklıkları azaltabilir, şirketlere ve hükümetlere gerçek zamanlı hizmetler ve müşteri etkileşiminden otomatik vergi beyanı ve ödemelere kadar birçok alanda destekler sunma imkânı verebilir (Schwab, 2018: 156).

Bu kavramlarla birlikte düşünüldüğünde, “Büyük Veri” ve “Analitik” endüstriyel dönüşümün temel taşlarından biridir. Gartner araştırma şirketinin yayınladığı verilere göre 2020 yılına gelindiğinde internete bağlı nesne sayısının 20

milyarı aşacağı ve dolaşımdaki veri miktarının da zetabayt (1 zetabayt = 1 milyar terabayt) boyutlarına ulaşılacağı öngörülmektedir.

2.2.4.3. Yapay Zekâ

Yapay zekâ fikrini ilk kez 1955 yılında John McCarthy ortaya atmıştır. McCarthy, öğrenmenin ve zekânın diğer alanlarının her bir yönünün tam olarak bir makine tarafından simüle edilebileceğini söylemiştir (Wisskirchen ve diğerleri, 2017: 9).



Şekil 6: Yapay Zekâ (Temsili) (www.gazeteduvar.com).

“Yapay Zekâ” kavramının temel prensibi, insanların sahip olduğu zekâyı taklit ederek makinalara aktarması ve onlara özgü işleri yapabilmelerini sağlamaktır. İnsan zekâsı son derece kompleks bir yapıya sahip olup içerisinde cevaplanamayan birçok soru bulundurmaktadır. Ancak, her şeyden önce insanlar öğrenebilme becerisine sahiptir. İşte “Yapay Zekâ”nın amaçlarından birisi bilgiyi öğrenebilmek ve öğrenerek elde edilen tecrübeyi simüle edebilmektir. Teknolojinin günümüzde ulaştığı noktada, hacimli veri üzerindeki algoritmalarla makinaların öğrenmesi sağlanabilmektedir. Öğrenmenin dışında, karşılaştırma, problemleri algılama ve çözme, dil işleme gibi insan faktörüne özgü becerileri ve yeteneklerin makinalara aktarımına yönelik çalışmalar da devam etmektedir. Bu durumda “Endüstri 4.0”da belirtilen ana hedef,

“Yapay Zekâ”nın bahsedilen özellikleri ile endüstriye entegre edilmesiyle, verimli bir şekilde araçlar üreterek endüstriyel üretimin verimliliğini arttırmak, üretim hacmini genişletmek ve daha hızlı bir şekilde sonuç almaktır (Özdoğan, 2017: 102-104).İki tür yapay zekâ vardır (Wisskirchen ve diğerleri, 2017: 10):

• Zayıf yapay zekâ – Bilgisayar yalnızca bilişsel süreçleri araştıran bir araçtır - bilgisayar zekâyı simüle eder.

• Güçlü yapay zekâ – Bilgisayardaki süreçler entelektüel, kendi kendine öğrenme süreçleridir. Bilgisayarlar, doğru yazılım / programlama yoluyla “anlayabilir” ve eski davranışlarına ve deneyimlerine dayanarak kendi davranışlarını optimize edebilirler.

“Yapay Zekâ”nın gelişimiyle birlikte genel olarak sağlayacağı faydalar aşağıdaki gibidir (Schwab, 2018: 161):

- Rasyonel, veri güdümlü kararlar, daha az önyargı,
- “Akıldışı Taşkınılıkların” ortadan kalkması,
- Zamanı geçmiş bürokrasilerin yeniden örgütlenmesi,
- Çalışma yeri kazançları ve inovasyon,
- Enerji bağımsızlığı,
- Tıp biliminde, hastalıkların ortadan kaldırılmasında ilerlemeler,

Açıklamaların ışığında “Yapay Zekâ”nın “Endüstri 4.0” için ne kadar önemli bir teknoloji olduğu açıktır. Hatta dördüncü endüstriyel devrimi sürükleyen diğer tüm teknolojiler için de bir yapı taşı niteliğindedir.

2.2.4.4. Akıllı Fabrikalar

1950’li yıllarda başlayan ve sadece 50 yılda yüzyıllardır kaydedilmemiş ölçüde ilerleme kaydeden dijitalleşme, insanlığı akıllı yaşam kavramıyla tanıştırmış ve pek çok ölçüde kolaylıklar sağlamıştır. Zira geçmişte sadece insan gücüyle sürdürülen gündelik yaşamın işlerinin tamamı, günümüzde artık endüstriyel makineler ve internet ağları ile tek bir komutta gerçekleştirilebilmektedir. Konu, sanayi bağlamında ele alındığında, günümüzde benzer doğrultuda, makinelerin, robotların ve internet ağlarının üretim süreçlerine nerdeyse tamamen hâkim olduğu gözlenmektedir. Bu da iş dünyasında iyi yönlü bir değişim sağlayarak çeşitli farklılıklar ortaya çıkarmış, akıllı

üretim süreçlerinin kullanıldığı “Akıllı Fabrikalar” ve bu fabrikalardan çıkan akıllı ürünlerle tanıştırmıştır (Ebso, 2015: 16).

Dünyada önde gelen sanayi ülkelerinin çoğu, globalleşen dünyada ileri üretim, yenilik ve tasarımı teşvik etmek amacı ile ulusal girişimlere yatırım yapmıştır. Bu yatırımların büyük bir kısmı, “Endüstri 4.0” gibi akılcı fabrikaların ve akıllı üretimin entegre olduğu bir geleceğe ulaşmak için olmuştur. “Endüstri 4.0”; yapay zekâ, 3D (üç boyutlu) yazıcılar ve uzay teknolojisi gibi alanlarda meydana gelen ilerlemelerle birlikte bütün nesnelere internet aracılığıyla birbirleriyle iletişime geçebileceği “akıllı üretim” (smart manufacturing) olarak adlandırılmaktadır. “Endüstri 4.0”da nesnelere birbirleriyle etkileşime geçtiği önemli yerlerden biri de “akıllı” teknolojilerle donatılmış ve hiçbir insan gücüne olmaması nedeniyle karanlık fabrikalar olarak da adlandırılan “Akıllı Fabrikalar”dır. Çin’de gerçekleştirilen ve cep telefonu modülü üreten ilk karanlık fabrikada robotların kullanılmasıyla işçi sayısı % 90 azalırken kusurlu ürünlerin oluşma oranı % 25’den % 5’e kadar düştüğü görülmüştür (Yıldız, 2018: 551)

“Endüstri 4.0” kavramının temel yapı taşlarından biri ve en somut göstergesi olan “Akıllı Fabrikalar” üç temel özelliğe sahiptir (Banger, 2016: 169):

- Fabrikada mevcut olan tüm sistem, makine, bilgisayar ve araçların birbiri ile ilişkisini ve uyumunu sağlayan entegrasyon,
- Fabrikaların kendileri dışındaki tedarikçiler ve yardımcı üretim yapan yan sanayi kuruluşlarıyla endüstriyel internet üzerinden sağlanan entegrasyon,
- Fabrikadaki sistem ve proseslerin aynı ara yüzleri kullanarak oluşturduğu uçtan uca dijital mühendislik sağlayan sistem entegrasyonu,

Akıllı Fabrikalar sayesinde, otomasyon süreçleri, cihazların ve makinelerin birbirleriyle haberleşerek üretim işlemlerini kendi içlerinde belirleyip düzenlemeleri sağlayacaktır. Örneğin, üretimin herhangi bir aşamasında kaynak sıkıntısı olması durumunda, gerekli kaynak siparişi otomatik olarak veriliyor, oluşan arızalar anında ve yerinde tespit edilip giderilebiliyor, sistem tam kapasiteyle ve sorunsuz çalıştırılabilecektir. Bu sayede verimlilik, hız, üretimde kalite sağlanacak ve şüphesiz üretim hacimlerinin büyümesini sağlayacak ve dolayısıyla global pazarın büyümesi sağlanacaktır.

2.2.4.5. Siber-Fiziksel Sistemler

Teknolojinin çığır açıcı gelişimiyle birlikte kullanımı oldukça artmış ve yaygınlaşmıştır. Öyle ki ilk zamanlarda ulaşılması güç olan internet kavramı bugün hayatımızın çok büyük bir bölümünde yer edinmiştir. İnternet ve sosyal medya araçlarının kullanımının bu denli yaygınlaşmasıyla günümüzde siber dünyayı fiziksel dünyadan ayırmak oldukça güç olmaktadır. Siber dünya temelini fiziksel dünyadan alırken, fiziksel dünya da siber dünya ile birlikte sınırlarını genişletmektedir. Bu iki dünyanın bir araya gelerek oluşturduğu siber-fiziksel sistemlerin ise iki önemli ögesi bulunmaktadır. Bunlar, *“birbirleri ile internet üzerinden ve atanmış bir internet adresi ile haberleşen nesne ve sistemlerin oluşturduğu ağ”* ile *“gerçek dünyadaki nesnelere ve davranışların bilgisayar ortamında simülasyonu ile ortaya çıkan sanal ortam”* dir. Nesnelere İnterneti ile birlikte çok geniş bir iletişim ağı yaratan ve böylece gerçek ve sanal dünyalar arasındaki sınırı kaldırmaya yönelik *“Siber-Fiziksel Sistemler”*, Endüstri 4.0’ın temelindeki güçlerden birini oluşturuyor (Siemens, 2015: 10).

Ulusal Bilim Kurumu’nun (The National Science Foundation) tanımına göre Siber-fiziksel sistemler; gözleme, koordinasyon ve kontrol gibi üretim süreçlerindeki temel prensiplerin karma teknoloji tarafından yönetildiği sistemlerdir. Söz konusu karma teknoloji, hesaplama ve iletişim teknolojilerini birlikte içererek siber teknolojiyi fiziksel makinelerle bütünleştirip daha akıllı sistemler yaratmayı amaçlamaktadır. Bu doğrultuda, süreç bir bütün olarak *“Siber-Fiziksel Sistemler”* olarak tanımlanmaktadır (Ebso, 2015: 18).

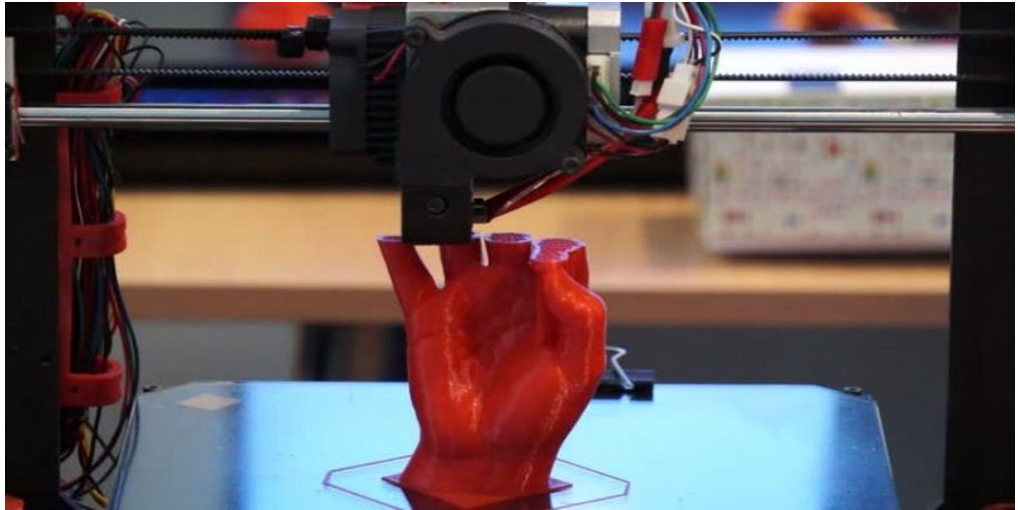
“Siber-Fiziksel Sistemler”, *“Akıllı Fabrikalar”*ın temel gereksinimlerinden biridir. Gözleme, koordinasyon ve kontrol gibi özellikleri itibariyle otomasyon süreçlerinin belirleyicisi olacaktır.

2.2.4.6. Eklemeli İmalat – 3D Yazıcılar

“Eklemeli İmalat”, *“3D Yazıcılar”* vasıtasıyla, fiziksel bir nesnenin üç boyutlu dijital bir çizim ya da modelden tabaka tabaka basılarak –tıpkı bir somun ekmeğin dilim dilim, üst üste konularak oluşturulması gibi- yaratılması sürecidir. *“3D Yazıcılar”* karmaşık teçhizata gerek olmadan çok karmaşık ürünler yaratma

potansiyeline sahiptir (Schwab, 2018: 172). “Genellikle, metal, plastik ve kompozit malzemeler kullanılmaktadır. İmalat sürecinde her bir malzeme için farklı bir eklemeli işlem veya eklemeli teknoloji kullanılarak ürüne dönüştürülmektedir. Dört farklı işlem türü vardır” (Deloitte, 2015’den aktaran Ö.Demirer ve M.Demirer, 2019: 114);

- *Işık Polimerizasyonu – Işığa duyarlı bir polimer, stereolitografi, dijital ışık işleme, film transfer görüntüleme veya bir polyjet işlemiyle sertleştirilir,*
- *Püskürtmeli Ekleme – Tel şeklinde bir plastik, sıcak tutkal tabancasının yaptığı işleme benzer bir şekilde, eriterek biriktirme veya plastik jet baskı işlemiyle katmanlar halinde uygulanır,*
- *Granül Malzemelerin Birleştirilmesi – Bir yazıcı kafası veya laserjet kullanılarak bir çalışma platformuna toz malzeme eritilir. Eklemeli işlemler, seçici lazer sinterleme, seçici lazer eritme, doğrudan metal lazer sinterleme, elektron ışını eritme, alçı bazlı 3D baskı ve 3D toz baskıdır.*
- *Katmanlı Laminasyon – Bir bileşen, lamine bir nesne üretimi işlemiyle tabaka oluşturulur.*



Şekil 7: 3D Yazıcı (<http://www.ceyrekmuhendis.com>).

Üretim sektöründe çok büyük gelişmeler ve yenilikler sağlayan 3D yazıcılar, üretim ve inovasyon açısından gelişmekte olan ülkelere de faydalar sağlayacaktır. Hem üretim maliyetlerinin düşmesini sağlayacak hem de yenilikçi fikir ve tasarımların

çabuk bir şekilde son ürünlere, prototiplere dönüşmesini sağlayacaktır (Ebso, 2015: 12).

“3D Yazıcılar”ın sağlayacağı faydalar aşağıdaki gibi özetlenebilir (Schwab, 2018: 173-174);

- Hızlı ürün geliştirme,
- Tasarımdan üretime geçişin hızlanması,
- Kompleks parçaların üretiminin kolaylaşması,
- Tasarımcılara olan talebin artması,
- Öğrenme ve anlamayı hızlandırmak amacıyla eğitim kurumları tarafından kullanılması,
- Üretimde demokratikleşme (tasarımcının hayal gücüyle bağlantılı olarak sadece tasarım tarafından kısıtlanması),
- Geleneksel seri üretimin maliyetlerini ve minimum üretim miktarlarını düşürmesi,
- Bir dizi nesneyi basmak için kullanılacak açık kaynak “planların” artması,
- Baskı malzemelerinin tedarikini sağlayacak yeni bir sektör doğması,

“3D Yazıcı teknolojisi aslında yeni bir teknoloji olmayıp, ilk uygulaması 1984 yılına dayanmaktadır. Ancak geçtiğimiz 20 yılda bu yöntem hızlı prototipleme alanının dışında çok fazla ilgi görmemiştir. 2006’da başlayan Reprap projesi ile çok daha geniş kitlelere ulaşmıştır. Birçok gelecek bilimciye göre 3D baskı ile insanoğlu, “yenilikçilik” konusunda bir çağ atlamış durumdadır. Dünya genelinde her sene yüzde 25–30 oranında büyüyen 3D yazıcı sektörü hali hazırda 4 milyar dolarlık bir market hacmine sahiptir” (Ebso, 2015: 10).

Teknolojinin önlenemez bir hızla geliştiği günümüzde, yapılan çalışmalar, yakın gelecekte 4D yazıcıların ortaya çıkacağını ve üretimde kullanılabileceğini öngörmektedir. 4D yazıcılarla üretilecek ürünlerin 3D yazıcılardan farklı olarak, kendiliğinden şekil değiştirebilme özelliğine sahip olacaktır. Örnek olarak, 4D yazıcılarla üretilen bir ayakkabının yağmurlu havalarda bota, güneşli ve sıcak havalarda sandalete dönüşme özelliği olacaktır (Ebso, 2015:12).

2.2.4.7. Simülasyon

Simülasyon, Latince kökenli bir kelime olup, “taklit etmek”, “benzetmek” anlamına gelmektedir. Kelime anlamıyla bağlantılı olarak Simülasyon, teorik veya gerçek dünyanın fiziksel bir unsur veya sürecini, bilgisayar üzerinden sanal olarak modellemek ve zamanlı olarak taklit etmektir. Diğer bir deyişle simülasyon, fiziksel bir sürecin unsurları arasındaki ilişkileri belirlemek amacıyla bilgisayar aracılığıyla modellenen sanal bir deneyimlemedir (Ebso, 2015: 20).



Şekil 8: Bir Fabrika Simülasyonu (www.stendustri.com.tr).

Hâlihazırda tasarım aşamasında ürünlerin, malzemelerin ve üretim süreçlerinin üç boyutlu simülasyonundan yararlanılmaktadır. Gelecekte Simülasyonların fabrika operasyonlarında daha da yaygınlaşması beklenmektedir. Gerçek zamanlı verilerden yararlanarak hazırlanan bu sanal modellerde, makineler, ürünler ve insanlarla beraber fiziksel dünyanın sanal gerçekliği oluşturulmaktadır. Böylece operatörler, üretim hattında takip eden ürün için makine parametrelerini gerçekten ayarlamadan önce, sanal dünyada test etme fırsatı bulmaktadır. Bunun sonucunda makine kurulum sürelerinin kısaltılması ve kalitenin artırılması sağlanmaktadır (Tüsiad, 2016: 26-27).

Dolayısıyla Sanal Gerçeklik, Endüstri 4.0'ın da temel özelliklerinden biri olarak ortaya çıkıyor. Örneğin, bir fabrikanın ne kadar verimli çalışacağını görmek için fabrikanın fiziksel olarak kurulmasını beklemeye gerek kalmıyor. Endüstri 4.0

çerçevesinde fabrika sanal ortamda kuruluyor, çalıştırılıyor ve analiz ediliyor. Sadece fabrika geneli değil, tek tek tüm üretim süreçleri ya da makineler de incelenip detaylandırılabilir. Örneğin, makinelerin servis ve bakımından sorumlu personel sanal ortamda uygulamalı eğitim alabiliyor, makinelerin ulaşılamayan parçaları dahi gözlemlenebiliyor, hata olasılıkları öngörülebiliyor (Siemens, 2015: 13).

2.2.4.8. Yatay Ve Dikey Sistem Entegrasyonu

Bilişim teknolojilerinin büyük kısmı henüz tam entegre değildir. Şirketler, tedarikçiler ve müşterilerin çok az bir kısmı uçtan uca entegrasyona sahiptir. Aynı zamanda mühendislik, tasarım, üretim ve hizmet fonksiyonları da tam entegre değildir. Günümüzde BT sistemlerinin çoğu tam olarak entegre değildir. Ancak, dördüncü endüstriyel devrimle birlikte gelişen veri ağı teknolojileri şirketler çapında, süreçlerin, birimlerin ve yetkinliklerin entegrasyonunu sağlamaya imkân tanıyacaktır (Tüsiad, 2016: 27).

Yatay Entegrasyon, kesintisiz iş akışı sağlamak adına üretim süreçlerinin kendi aralarında planlamasını içermektedir. Bununla birlikte, şirketler arasındaki üretim süreçlerinin planlanmasını da içermekte ve hammadde tedariki, tasarım, pazarlama ve sevkiyata kadar her noktayı kapsamaktadır. Dikey Entegrasyon ise süreçler arasından ziyade, üretim süreçlerinin tümünde kullanılan teknolojik altyapının planlanmasını içermektedir. Örnek olarak, üretim hattındaki sensörler, aktüatörler, vanalar, motorlar, kumanda panelleri, üretim yönetimi sistemleri, kurumsal kaynak planlama yazılımları, iş zekâsı uygulamaları gibi birimlerin entegrasyonunu içermektedir (Siemens, 2015: 10).

Endüstri 4.0 ile birlikte yatay ve dikey entegrasyonların gerçekleştirilmesi ile her şeyden önce şirketler daha esnek bir yapıya kavuşacaktır. Müşteri şikâyet ve taleplerine çok hızlı bir şekilde yanıt verebilme, kişiselleştirilmiş ürünleri kolaylıkla üretebilme, yeni iş modelleri geliştirebilme, tedarik kolaylığı ve verimlilik gibi birçok fayda sağlanacaktır.

2.2.4.9. Bulut Bilişim

“Bilgi teknolojilerindeki gelişmelerle birlikte artan veri hacimleri, beraberinde farklı bilgi teknolojisi mimarilerini, sanallaştırma ve SaaS (Software as a Service) gibi çözümleri de getirdi. İnternet kullanımındaki artışın da etkisiyle mevcut donanım sistemleri ve yazılımların bu yükü kaldırması zorlaştı. Bu ihtiyaçla birlikte, Bulut Bilişim kavramı ortaya çıktı” (Siemens, 2015: 12).

Bulut bilişim (Cloud Computing), bilişim cihazlarının kendi aralarında çevrim içi bilgi paylaşımı yapmasına olanak veren bir teknolojidir. Bir ürün olmaktan daha çok hizmet olma özelliği göstermektedir. Ana kaynakta bulunan yazılım ve bilgi kümelerinin, bir ağ üzerinden paylaşımına sunularak diğer bilgisayar ve cihazlardan kullanılmasını sağlamaktadır (Ebso, 2015: 22).

“Yüksek teknoloji bilgisayarların sunduğu bilgi işlem gücü, IoT’den üretilen büyük verileri analiz etmek için harika bir platform yaratmıştır. Dahası, tüm veri ve bilgilere her yerden hızlı ve bağımsız bir şekilde erişilebilen bulut sistemler, yüksek depolama kapasitesi ve yüksek hızlı bilgi işleme imkânı sağlamıştır. Başka bir deyişle bulut ağları, ürünlerin, cihazların ve makinaların uzaktan iletişimine izin vermekte ve birden fazla sitede oluşturulan verilerin “daha sonra erişmek, birleştirmek ve analiz etmek” için merkezi veri depolarına aktarılmasını sağlamaktadır. Bu ağlar arasında dağıtılan bilgi işleme gücü, verilerin ön işlemden geçirilmesi ve büyük veri analitiği gibi ana analitik sistemlere yüklenecek verilerin hazırlanmasında çok yardımcı olacaktır” (Fatorachian ve Kazemi, 2018’den aktaran Ö.Demirer ve M.Demirer, 2019: 112).

Bilgi erişimi ve bilginin kontrol edilmesinde sonsuz esneklik sağlanması dördüncü endüstriyel devrimin en önemli özelliklerinden biridir. Bulut teknolojilerinin gelişmesi sayesinde mekân ve zaman sınırı olmaksızın istenilen her bilgiye ulaşılabilecektir (Öztuna, 2017: 58).

Dördüncü endüstriyel devrimle birlikte gelen akıllı fabrikalarda çok fazla veri paylaşımı olacak, bulut tabanlı teknolojilerin gelişmesiyle işlem zamanları milisaniyeler seviyesine düşecektir. Dolayısıyla, bulut tabanlı sistem verileri artacak ve daha fazla veri hizmetleri sunulacaktır. Daha sonraki dönemlerde kontrol

sistemlerinin bile bulut tabanlı sistemlere dönüştürülmesi uzun sürmeyecektir (Tüsiad, 2016: 29).

Bulut bilişimin genel olarak olumlu etkileri aşağıdaki gibidir (Schwab, 2018: 148):

- Yasal sistemler
- Tarih/Akademik araştırmalar
- İş operasyonlarında verimlilik
- Kişisel bellek kısıtlarının genişlemesi
- Artan içerik yaratımı, paylaşımı ve tüketimi

2.2.4.10. Artırılmış Gerçeklik

Artırılmış gerçeklik (Augmented Reality), gerçek dünyaya ait çevre ve unsurların bilgisayar teknolojisine ait ses, görüntü, grafik ve GPS verileriyle oluşturulan sanal içeriklerle zenginleştirilerek yaratılan gerçek zamanlı etkileşimdir. Dünyaya ait gerçekliğin değiştirilmesi ya da artırılması olarak da tanımlanabilir. Artırılmış gerçeklik teknolojisinin gelişimiyle, insanlar etrafındaki bilgiyle iletişime geçer hale gelebilecektir (Ebso, 2015: 21).



Şekil 9: İKEA'nın Artırılmış Gerçeklik Uygulaması (www.log.com.tr).

“Artırılmış gerçeklik ve sanal gerçeklik kavramı genelde birbirleri ile karıştırılmaktadır. Sanal gerçeklikte, gerçek dünyanın modellendiği üç boyutlu ve etkileşimli sanal ortamlar oluşturulmaktadır. Artırılmış gerçeklikte ise, gerçek zamanlı ve etkileşimli olarak gerçek dünyayı, sanal verilerle zenginleştirmek

amaçlanmaktadır. Başka bir deyişle, sanal gerçeklik, gerçekliği olduğu gibi sanal dünyaya taşımayı hedeflerken, artırılmış gerçeklik, gerçekliği sanal içeriklerle zenginleştirmeye odaklanmaktadır” (Somyürek, 2014’den aktaran Öztuna, 2017: 78).

“Artırılmış gerçeklik, endüstriyi iletişim cihazları aracılığıyla desteklemeye yardımcı olan bir hizmet sistemidir. İş yerini iyileştirmek ve çoklu kararları analiz etmek için artırılmış gerçeklik, endüstrinin müşterilerden gerçek zamanlı veri toplamasına yardımcı olmaktadır” (Moktadir ve diğerleri, 2018’den aktaran Ö.Demirer ve M.Demirer, 2019: 118).

Artırılmış gerçekliğin genel hatlarıyla endüstriye olumlu etkileri aşağıdaki gibidir (Schwab, 2016: 85-87):

- Endüstriyel Tasarım – Endüstriyel tasarımcılar artırılmış gerçeklik kullanarak tasarladıkları ürünü, üretime sokmadan önce tasarımını ve işleyişini deneyimleme fırsatı elde edeceklerdir. Örnek vermek gerekirse, Volkswagen artırılmış gerçeklik kullanarak, tahmini çarpışma ve gerçek çarpışma testlerinin görüntülerini karşılaştırmaktadır.
- Paketleme Ve Pazarlama – Artırılmış gerçeklik sayesinde işletmeler, müşterilere bir ürünün ambalajını açmadan, paketin içindeki her şeyi ön izleme ile gösterebilecektir. Artırılmış gerçeklik ayrıca müşterilerin, katalogdan ürünlerini seçerken bir yardımcı olarak kullanılabilir. Ürünlerin taranmış görüntülerinin kullanımıyla müşterilere ek içerik ve görüş gibi özelleştirme seçenekleri de sunulabilecektir.
- Mekânsal Etkileşim – Artırılmış gerçeklik sayesinde farklı mekânlarda bulunan kişiler, aynı yerde bulunuyormuş gibi toplantı yapabilecek ve birbirleriyle etkileşime geçebilecektir.
- Görev Desteği – Montaj, bakım gibi kompleks işler yapılırken artırılmış gerçeklikten yararlanılarak bu işler daha basit hale getirilebilecektir. Örneğin, bir kullanma kılavuzunda gösterilen parçalar, artırılmış gerçeklik kullanılarak bakım anında görüntülenebilir. Montaj hattında artırılmış gerçeklik kullanılması da faydalar sağlayacaktır. Boeing, BMW ve Volkswagen imalat ve montaj süreçlerini iyileştirmek için montaj hattında artırılmış gerçeklik kullanmaktadırlar.

- İnovatif Ürünler – Henüz yeni gelişen bir teknoloji olan artırılmış gerçeklik, insanlar tarafından çok ilgi görmüştür. Artırılmış gerçeklik kullanarak tasarlanacak ürünlerde tek sınır kişinin kendi hayal gücü olmaktadır. Sadece ürün tasarımında değil reklam, pazarlama ve birçok hizmette kullanılabilir bir teknolojidir.

2.2.4.11. Siber Güvenlik

Sanal ortamlar, uzaktan erişim imkânları, bulut üzerinde saklanan veriler... Bu ve benzeri imkânların getirdiği avantajlardan tam olarak yararlanabilmek için, söz konusu ortamlarda güvenliğin de maksimum düzeye çıkarılması gerekmektedir. Çünkü bilgiler, özellikle de işletmelere ait verilerin korunması çok önemlidir (Siemens, 2015: 14).

“Endüstri 4.0, bu alandaki kırılmalıı artırması nedeniyle yeni risk kategorileri oluşturmaktadır. Gelişmiş siber bağlantı teknolojisi ve elemanlarının üretimi ve siber hizmetlerin dış kaynaklardan elde edilmesi, kırılmalıı artıran ana faktördür. Kullanılan üretim teknolojileri –makinalar, robotlar vs.- şu anda Bilgi ve İletişim Teknolojilerinin bir parçasıdır. Buradaki önemli soru, üretim sisteminin, siber saldırılara, veri bütünlüğünün kaybına veya bilginin erişilebilirliğindeki sorunlara karşı nasıl korunacağıdır. Bilgi güvenliği yönetim sistemlerinin uygulanması bu soruyu cevaplayabilir. Bilişim sektöründe bilgi güvenliği yönetim sistemi (ISMS) kullanılmaktadır. Bilgi güvenliği temel olarak gizlilikle ilgilidir; bu, bilgiye yalnızca erişme yetkisi olanların erişebileceği anlamına gelmektedir. Bütünlük ve erişilebilirlik de bilgi güvenliğinin önemli alanlarını oluşturmaktadır. Bütünlük, bilgi ve işleme yöntemlerinin doğruluğunu ve eksiksizliğini korumak anlamına gelmektedir. Erişilebilirlik ise, yetkili kullanıcıların gerektiğinde bilgilere ve ilişkili varlıklara erişmelerini sağlamaktadır. Bu standardın uygulanması, Endüstri 4.0 kavramını benimseyerek imalat yapan firmalar için bir çözüm olabilir. Diğer ISO standartlarına (örneğin, ISO 9001) benzer şekilde, kalite, bilgi ve çevresel gereksinimlerin yönetimine dayanan sertifikalı bir entegre yönetim sistemi oluşturulmalıdır” (Tupa ve diğerleri, 2017’den aktaran Ö.Demirer ve M.Demirer, 2019: 110-111).

Birçok şirket hala birbirine bağlı olmayan yönetim ve üretim sistemleri kullanmaktadır. Ancak bağlantılılığın artmasıyla kritik endüstriyel sistemleri ve üretim hatlarını siber güvenlik tehditlerine karşı koruma amacıyla, makinelerin kimliklerinin

belirlenmesi ve makinelere erişimin yönetilmesi temelli güvenli iletişim önem kazanacaktır (Tüsiad, 2016: 28).

2.2.4.12. Otonom Robotlar – Akıllı Robotlar

İkinci endüstriyel devrimde robotik sektörünün altyapısını oluşturan temel taşları ve üçüncü endüstriyel devrimle birlikte robotiğin ortaya çıkışını ve gelişimini incelemiştik. Robot kavramının altyapısını oluşturan teknolojiler ikinci devrimde oluşmuş, üçüncü devrimde ilk robot örnekleriyle birlikte robotik gelişmiş ve otonom robotların temeli atılmıştır. 2000 yılından itibaren endüstride robot kullanımı yaygınlaşmaya başlamış ve kullanılan robotlar günümüze kadar oldukça gelişim göstermiştir. Bu noktada otonom robotlar aslında dördüncü devrimle ortaya çıkan bir kavram değil daha çok üçüncü devrim ile dördüncü devrim arasındaki geçiş teknolojisi olarak nitelendirilebilir.

Robotiğin gelişimine baktığımızda dördüncü endüstriyel devrimde fark yaratan iki etmen vardır. Bunlar makine öğrenmesi ve yapay zekâ kavramlarıdır. *“Üçüncü endüstri devriminde yapay sinir ağları alanındaki çoğu önemli çalışma makine öğrenmesini teorik olarak mümkün kılarsa da donanımsal gereçlerin yetersiz kalması sebebiyle robotik sektörü 2000’li yıllara kadar kısıtlı gelişim gösterebilmiştir. Daha sonra, bilgisayar ve sensör teknolojilerindeki gelişmelerin her gün biraz daha ivme kazanması, çevresiyle daha fazla etkileşimde bulunan, eskiye kıyasla çok daha yüksek işlem kapasiteli ve nihayetinde öğrenebilen, bu sebeple akıllı olarak addedilen dördüncü nesil robotların tasarlanabilmesine zemin hazırlamakla kalmayıp robotların endüstri alanları dışında varlık göstermeye başlamasına vesile olmuştur. Bir yandan da Google’ın yapmış olduğu sayfa sıralama algoritmasındaki devrim internetten faydalanabilme oranını kat kat artırmış, bu sayede elimizde daha önce mümkün olamayacak miktarda veri birikmeye başlamıştır. Makine öğrenmesi esnasında kullanılması gereken büyük veri kümeleri de artık erişilebilir olmuş, bu gelişmeler 2009 yılında konuşma tanıma, 2012 yılında bilgisayar görmesi, 2014 yılında makine çevirisi alanlarında büyük başarılar elde edilmesini sağlamıştır. Yapay zekâ alanında kullanılan bu teknikler doğrudan robotlarda uygulama alanı bulmuştur”* (www.magg4.com).

Dördüncü endüstriyel devrimin robot sektöründe yarattığı değişimi daha çok akıllı robotlar noktasında görmekteyiz. Bu robotlar, insanlarla etkileşimde bulunarak

işbirliği içerisinde çalışabilen, mevcut verileri inceleyip analiz yapabilen ve gerektiğinde karar alabilen yapay zekâya sahip robotlardır. Bu robotlara “Cobot” denmektedir.



Şekil 10: Cobot (www.endustri40.com).

General Motors’un 1995 yılında başlattığı bir araştırma projesinin parçası olan “Cobot” yani kollobratif robot, İngilizce “işbirliği” anlamına gelen “collaboration” ve “robot” kelimelerinin birleşiminden gelmektedir. Cobot en basit tanımıyla, insanlarla yüksek etkileşim ve işbirliği içinde hatasız olarak çalışabilen robotlardır. Günümüzde ek güvenlik önlemlerine ihtiyaç duymadan kullanılabilen örnekleri mevcuttur. Cobot çalışmalarındaki düşünceler, gerçek anlamda insanlarla en üst düzeyde etkileşime geçebilecek kadar geliştirmeye yöneliktir (www.endustri40.com).

Dördüncü endüstriyel devrimle birlikte endüstriyel robotlar sadece tekrarlayan düşük vasıflı işlerde değil, orta vasıflı işlerde de işbirliği içerisinde kullanılabilir hale gelecektir.

2.3. ENDÜSTRİYEL ROBOT SEKTÖRÜ

Teknolojinin önlenemez gelişimi her alanda olduğu gibi robotik alanında da kendini göstermiştir. Dördüncü endüstriyel devrim konusunda da bahsettiğimiz gibi robotik, makine öğrenimi ve yapay zekâ alanındaki gelişmelerle birlikte, endüstri içindeki kullanım alanı oldukça genişlemiştir. Yüksek verimlilik ve minimal hata

oranlarıyla çalışan endüstriyel robotlar birçok sermayedarı robot yatırımlarına yöneltmiştir.

Robotik alanındaki son gelişmelerle birlikte endüstride robot kullanmanın sunduğu avantajlar aşağıdaki gibi özetlenebilir:

- Yüksek verimlilik
- İnsan hatalarının yok edilmesi
- Üretim sisteminin daha esnek bir yapıya kavuşturulması
- Üretim miktarını artırmak
- Kesintisiz üretim
- İşgücü maliyetlerini düşürmek
- Kalite kontrol sisteminin daha tutarlı bir yapıya kavuşturulması
- Kalite kontrol hatalarının minimize edilmesi
- Tekrar eden işlerde yeterlilik
- İnsan faktörüne göre daha fazla yük kaldırabilme
- İnsan faktörüne göre daha çabuk sonuca ulaşabilme
- Yüksek hareket esnekliği
- Kendini hızla amorti edebilme

2017 yılında robot satışları %30 artarak beşinci yıl için arka arkaya yeni bir rekor olan 381.335 adedi buldu. 2017'deki bu olağanüstü büyümenin ana itici gücü %55'lik artışla metal endüstrisi ve %33'lük artışla elektrik / elektronik endüstrisi olmuştur. Otomotiv endüstrisindeki robot satışları %22 oranında artmış ve 2017 yılında toplam arzın% 33'lük payı ile endüstriyel robotların en büyük müşterisi olmaya devam etmiştir. Elektrik-elektronik endüstrisi, özellikle 2015'ten bu yana yüksek artış göstermeye başlamıştır. Elektrik-elektronik endüstrisi 2017'de %32'lik bir artış göstererek neredeyse toplam artış ile aynı düzeyi yakalamıştır (Schneckenburger, 2018: 13) (www.ifr.com).

2010'dan bu yana, endüstriyel robotlara olan talep, otomasyona yönelik devam eden eğilim ve endüstriyel robotlardaki yenilikçi teknik iyileştirmelerin devam etmesi nedeniyle önemli ölçüde hızlanmıştır. 2012-2017 arasında, ortalama robot satışı yıllık %19'lük artış göstermiştir. 2005 ile 2008 arasında, ortalama satılan robot sayısı yaklaşık 115.000 adettir. 2009 yılında gerçekleşen küresel ekonomik ve finansal kriz nedeniyle robot satışlarında olağanüstü bir düşüş görülmüştür. 2010 yılında, 2009

yılında kısıtlanan yatırımlar robot satışlarındaki önemli artışın ana yönlendiricisi olmuştur. 2011 ve 2017 yılları arasında, ortalama yıllık tedarik 2005 ve 2008 arasındaki ortalama yıllık arzla kıyasla yaklaşık 236.000 adet olmuştur. 2015-2017 arasında ise ortalama yıllık artış yaklaşık 310.000 adettir. Bu, dünya çapındaki endüstriyel robotlara olan talebin gitgide yükseldiğini göstermektedir (Schnekenburger, 2018: 13) (www.ifr.com).

2017 yılında toplam küresel satış hacminin %73'ünü temsil eden beş büyük pazar var; Bunlar, Çin, Japonya, Kore Cumhuriyeti, Amerika Birleşik Devletleri ve Almanya (Schnekenburger, 2018: 14) (www.ifr.com):

- 2013'ten beri, devam eden dinamik büyümeyle Çin dünyanın en büyük robot pazarı olmuştur. Çin, 2017'deki toplam arzın % 36'lık payıyla (2016'da % 30) en büyük pazar olarak lider konumunu önemli ölçüde genişletti.
- Japonya 2017'de robot satışlarını % 18 artırmıştır. Bu artış, ülke için bugüne kadar gözlemlenen en yüksek ikinci değeri temsil etmektedir.
- Kore Cumhuriyeti'nde 2012 ve 2017 arasında, robot satışları yıllık ortalama % 15 oranında artmıştır.
- Amerika Birleşik Devletleri'nde endüstriyel robot satışları 2016 ya göre % 12'lik bir artış yakalamıştır.
- Almanya, dünyanın beşinci en büyük robot pazarı konumundadır. 2017 yılında, satılan robot sayısı, 2016'ya kıyasla % 7 artış göstermiştir.

2010'dan beri, otomotiv endüstrisi -endüstriyel robot kullanımının en yüksek olduğu sektör- dünya çapındaki endüstriyel robotlara yapılan yatırımları önemli ölçüde arttırdı. İki yıllık tek haneli büyüme oranlarının ardından, robot satışları 2017 yılında % 22 artarak neredeyse 125.700 adet ile yeni zirveye ulaştı. Bu toplam arzın % 33'üdür. 2012-2017 yılları arasında otomotiv endüstrisine robot satışları yıllık ortalama % 14 artış gösterdi (Schnekenburger, 2018:16) (www.ifr.com).

Elektrik-elektronik endüstrisine robot satışları 2013'ten bu yana önemli ölçüde arttı ve neredeyse otomotiv endüstrisi ile aynı seviyeyi yakaladı. 2017 yılında, satışlar % 33 artarak 121.300 adet yeni bir zirveye çıkarak 2017'deki toplam arzın % 32'sini karşıladı (Schnekenburger, 2018: 16) (www.ifr.com).

Otomotiv ve elektrik-elektronik hariç tüm sektörlere yapılan satışlar 2017 yılında % 32 oranında artmıştır. 2012-2017 yılları arasında yıllık ortalama büyüme oranı % 18'dir. Bu, robot tedarikçilerinin sadece otomotiv ve elektrik / elektronik endüstrisi için değil, aynı zamanda imalat endüstrisindeki diğer müşteriler için de çekici olan daha fazla robotik çözüm önerisinde bulunduğunu göstermektedir (Schnekenburger, 2018: 17) (www.ifr.com).

Robot satışlarının 2018'de %10 artarak 415.700 adede yükseleceği tahmin edilmektedir. Avrupa'ya yapılan satışlar 2018'de %7, Asya'da% 14, Amerika'da ise %4 artacak. 2019 ve 2021 yılları arasında sektördeki büyüme hızının yılda ortalama %14 artacağı ve bu artışın, Avrupa'da % 10, Amerika'da %13 ve Asya'da %6 oranında gerçekleşeceği düşünülüyor. 2018 ve 2021 arasında, dünyadaki fabrikalara yaklaşık 2,1 milyon yeni endüstriyel robot kurulacağı tahmin ediliyor (Schnekenburger, 2018: 21) (www.ifr.com).

2.4. ENDÜSTRİYEL ROBOTLAR VE İŞGÜCÜ PİYASASI

2001 yılında gerçekleşen Hannover fuarında ortaya atılan dördüncü endüstri devrimiyle süregelen, karanlık fabrikalar, siber-fiziksel sistemler ve akıllı robot kavramlarının işgücü piyasalarına nasıl etki edeceği büyük bir tartışma konusu olmuştur. Özellikle, gelişen teknolojiyle birlikte, daha önceki başlıklarda incelediğimiz gibi, endüstriyel robotların olağanüstü gelişimi ve üretimde kullanım alanlarının genişlemesiyle birlikte, robotların insanların yerini alarak büyük ölçüde işsizliğe neden olacağı gündeme gelmeye başlamıştır.

Dördüncü endüstriyel devrim ve gelişen robot teknolojilerinin işgücü piyasalarındaki etkisini analiz edebilmek için öncelikle emek kavramının geçmişten günümüze, teknolojik gelişmelere karşı nasıl tepki verdiği incelenmelidir.

2.4.1. Emegin Varlığı Ve Değişim Süreci

İşgücü günümüze kadar birçok yenilik geçirerek kendi benliğini bulma yolunda sürekli değişime uğramıştır. Bu olgu yüzyıllardır devam etmiş ve işgücünün günün koşullarına uyum sağlamasının gerekliliğini göstermiştir. Emek gücü varlığının ilk

yıllarında hayvancılık, tarım, toplayıcılık, avcılık şeklinde ilkel yöntemlerle bu alanlarda ihtiyaçlar doğrultusunda kendini göstermiştir.

Emek kavramının ortaya çıkışı mö.8000'lere dayanmaktadır. Tarım Devrimi ile birlikte göçebe hayatın yerini yerleşik hayat almış ve sermayenin en büyük unsuru toprak olmuştur. Bu andan sonra üretim, insan ve hayvanların kas gücüne ve buna yardımcı olmak yapılan basit araç-gereçlere dayanmıştır. Binlerce yıl süren bu sistemde sermayenin başlıca unsuru toprak iken, emeğin dayanağı ise kas gücüydü. (Günay, 2002: 8).

18.yy'da buhar makinesinin icat edilmesi ilk endüstriyel devrimin başlangıcı oldu ve bambaşka bir döneme geçilmesini sağladı. Toprak ve insan gücünün şekillendirdiği ekonomi yerini makineleşmeye dayalı bir ekonomik sisteme bıraktı. Makineleşme ile birlikte üretimde çeşitlilik ve çıktı miktarında artış sağlandı. Çıktı miktarındaki artış satış odaklı bir ticaret modelinin geliştirilmesini sağladı. Ticari hayatın gelişmesiyle sermaye birikimi sağlayan kişiler, girişimcilik faaliyetlerinde bulunarak mevcut tesislerin teknolojik altyapılarının geliştirildi ve büyük fabrikaların kurulması sağlandı (Siemens, 2015: 5).

Birinci endüstriyel devrimle birlikte buhar gücünün tarımda kullanılmaya başlaması saf emekten oluşan işgücünün çok büyük kısmını boşa çıkarmıştı. Ancak makineleşmeye dayalı yeni sanayi sistemlerinin kurulmasıyla açıkta kalan işgücü fabrikalarda istihdam edilebilmiştir.

İlk endüstri devriminden bu yana gerçekleşen her endüstriyel dönüşüm emek için bir devrim niteliğindedir. Çünkü emek farklı alanlarda kullanılmaya başlanmış ve sanayi endüstrisinde önemli bir yer edinmiştir. Emeğin bu denli kalıbından çıkıp yapısal olarak değişime uğraması, emeğin varlığı ve fırsat maliyeti için bizlere ışık niteliğindedir.

Elektik enerjisinin keşfedilmesiyle başlayan ikinci devrim, emek piyasalarında "*nitelikli işçi*" kavramını ortaya çıkarmıştır. Elektriğin buhar enerjisinden daha güçlü olması her açıdan daha iyi fabrikaların kurulmasını sağlamıştır. Makineleşmenin artması ve seri üretim sistemlerinin ortaya çıkması, iş bölümü ve uzmanlaşma kavramları istihdam edilecek işgücünden nitelik beklentisini de artmıştır.

Üçüncü endüstriyel devrimle birlikte, nitelikli işgücüne olan talep oldukça artmış, bilgisayar ve bilgi teknolojilerinin endüstriye entegre olması sonucunda kitle üretimine geçilmiş ve kas gücüne olan talep de giderek azalmıştır. Daha sistematik üretim tesisleri, verimliliğin üst düzeye çıkması ve üretim kısmında işin büyük

çoğunluğunun makinelere devredilmeye başlamasıyla, işgücünde aranılan özellik, üst düzey bilgiye sahip olma ve alanında uzmanlaşma olarak evrilmeye başlamış ve “bilgi işçisi” kavramını ortaya çıkarmıştır.

“Bilgi işçisi bilginin üretilmesi, işlenmesi, geliştirilmesi, kullanılması ve dağıtılması olarak tanımlanan işlerde çalışan kişiler için artık ”bilgi işçisi” tabiri kullanılmaktadır. Örneğin; günümüzde herhangi bir planlama, tasarım, araştırma, analiz, organizasyon, depolama, programlama, dağıtım, pazarlama gibi görevlerden birisini yerine getiren bir kişi “bilgi işçisi” olabilir. Yine, bilginin aktarılmasına ve alınıp satılmasına herhangi bir şekilde katkıda bulunan veya bilgiyi kendi işinde etkin olarak kullanan bir kişi, günümüz dünyasında yine “bilgi işçisi” olarak adlandırılmaktadır”(Erdem, Ziya, 2005:548).

Üretim teknolojisi, insanların zevk ve tercihleri, zorunlu hale gelen ihtiyaçlar zamanla değiştikçe emekte günümüze kadar varlığının ilk yıllarında ki kullanımıyla taban tabana zıt kutuplar halinde farklılık göstermiştir. Ama bu farklılık ilk yıllarda tamamlayıcılık halinde iken zamanla birbirinden uzaklaşarak şimdi ki halini almıştır. Bir örnekle bunu basit şekilde ifade etmek gerekirse; emek ilk çağlarda salt olarak kullanılmaktaydı. Yani fiziksel gücü yüksek olanın emekten elde ettiği gelir daha fazla olmakta fiziksel gücü yetersiz olanların elde ettiği gelir ise daha az olmaktadır. Ancak zamanla koşullar değişmiş, endüstriyel devrimler ve bunun yol açtığı toplumsal değişmelerin karşısında emeğin sadece fiziksel olarak etkinliği yeterli olamamış, bilgi ve teknik donanım emeğin fiziksel ruhuna darbe vurarak fiziksel gücün yanında bilgi ve uygulama becerilerinin de üretimden aldığı paylarla değişimleri beraberinde getirmiştir. Bilginin getirmiş olduğu gücün insan gücüyle birleşmesi bilgi işçilerini daha işlevsel hale getirerek bilgi işçiliğine olan talebi arttırmıştır.

Emek kavramı tarım toplumundan bu yana, teknolojik gelişmelerin ve dolayısıyla endüstriyel devrimlerin çerçevesinde sürekli değişime uğramış, kas gücüne dayalı çalışma sistemi gitgide bilgi ve uzmanlaşmanın önemli olduğu bir sisteme dönüşmüştür. Üretimde makineleşmenin artması ve robotlaşma, vasıfsız işçiliğe gitgide azaltmıştır.

Dördüncü endüstriyel devrime şahit olduğumuz çağımızda, önceki bölümlerde anlattığımız gibi çoğu üretim hattından insan faktörü tamamen çıkarılacak, endüstriyel robot kullanımı ve otomasyon teknolojileri hiç olmadığı kadar yoğun kullanılmaya başlayacaktır. Dördüncü endüstriyel devrimin emek üzerindeki etkisini, işsizlik ve istihdam yaratma etkisi olarak ayrı başlıklarda inceleyeceğiz. Çalışmamızda ana odak

konumuz her ne kadar endüstriyel robotlar olsa da istihdam ve işsizlik kavramının makroekonomik bir yapı taşı olması nedeniyle, endüstriyel robotların işsizlik ve istihdam yaratma etkisi konularını da Endüstri 4.0 çerçevesinde inceleyeceğiz.

2.4.2. Endüstriyel Robotlar Ve İşsizlik

Dördüncü endüstriyel devrimi ve dolayısıyla endüstriyel robot kullanımının artmasıyla birlikte en çok tartışılan konu işsizlik olmuştur. Bir kısım teorisyen üretimin tamamen robotlaşmasıyla ortaya çıkan işsizliğin telafi edilemeyeceğini öne sürerken başka bir grupta dördüncü devrimle birlikte birçok yeni endüstri ve yeni meslek kollarının oluşmasıyla işsizliğin her devrimde olduğu gibi uzun dönemde dengeleneceğini söylemişlerdir.

İşsizlik konusunun dördüncü endüstri devriminde, önceki endüstri devrimlerine kıyasla daha çok gündeme gelmesinin ve tartışılmasının nedeni; teknolojinin olağanüstü hızlı ilerlemesidir (Schwab, 2018: 44).

Otonom robotlar ve yapay zekânın insan faktörünü dışlamasıyla imalat sanayisinde istihdam kaybının yaşanması kaçınılmazdır. Örneğin, elektronik sektörünün öncü imalat şirketlerinden olan Foxconn, işçi çıkarma yoluna gideceğini ve üretimi gerçekleştirmek için bir milyon robot alacağını açıklamıştır (Tarhan, 2017: 138-139).

Dördüncü endüstriyel devrim çerçevesinde incelediğimizde, robotlaşmadan sadece imalat sanayinin etkileneceğini düşünmek de yanlış olacaktır. Robotik sektörünün gelişimi o kadar üst düzeye çıktı ki sağlık sektöründen tutun hizmet, turizm ve seyahat gibi var olan çoğu sektörde kendine yer bulacaktır.

Martin Ford (2018) tüm bu tartışmaları biraz daha öteye taşımış ve dördüncü devrimle birlikte gelen otomasyon dalgasının tüm ezberleri bozacağını söylemiştir. Ford'a göre, robotlaşma sadece vasıfsız veya düşük vasıflı işler için bir tehdit değildir. Ezberde bu görüşün temeli, bu işlerin rutin ve tekrar eden işler olmasıdır. Ancak, teknolojinin sınır tanımaz gelişimini düşünüldüğünde, yazılım, öngörücü algoritmalar ve yapay zekâ geliştikçe, robotlaşma nitelikli işgücünü de tehdit eder hale gelecektir (Ford, 2018:14-15).

Otonom robotlar, yapay zekâ, akıllı fabrikalar... Dördüncü endüstriyel devrim bu kavramlarla birlikte düşünüldüğünde, tamamı robotlardan oluşan ve hiç durmaksızın çalışabilen üretim sistemlerinin hayata geçmesi, ister istemez imalat

sektöründe bir istihdam kaybı yaratacak ve dolayısıyla işsizliğe neden olacaktır. Ancak burada sorulması gereken soru ortaya çıkacak işsizliğin, diğer endüstriyel devrimlerinde olduğu gibi uzun dönemde telafi edilip edilemeyeceğidir. Teknolojik gelişmenin hızlı ve sürekli ilerlemesi nedeniyle bu konudaki düşünceler karamsardır. Ancak, işsizlik sorununu sadece gelişen teknolojiye bağlayarak “robotlar insanların işini elinden alacak” şeklinde bir önerme sunmak kolaycı bir yaklaşım olacaktır.

2.4.3. Endüstriyel Robotlar Ve İstihdam

Her teknolojik yenilik ve endüstriyel devrim yeni iş kolları ve istihdam olanakları sunmuştur. Örneğin, endüstriyel robotların üretimde kullanılmaya başlaması bile robotların bakımını yapacak, yazılım sorunlarıyla ilgilenecek personel ihtiyacı doğuracaktır. Bununla birlikte yapılan araştırmalar, dördüncü endüstri devriminin de ilk üç devrim gibi yeni istihdam alanları sunacağını göstermektedir.

“Endüstri 4.0’ın Alman üretimi üzerindeki etkisine ilişkin analizde, teşvik ettiği büyümenin önümüzdeki 10 yıl içinde istihdamda %6’lık bir artışa yol açacağı düşünülmektedir. Makine mühendisliği sektöründeki çalışanlara yönelik talep, aynı dönemde %10’a varan oranda artacaktır. Aynı zamanda yazılım, bağlantı ve analitik kullanımına olan talep, yazılım geliştirme ve yazılım becerilerine sahip mekatronik uzmanları gibi bilişim teknolojilerinde yetkinliklere sahip çalışanlara olan ihtiyacı artıracaktır” (Rüßmann ve diğerleri, 2015’den aktaran Ö.Demirer ve M.Demirer, 2019: 120). Ayrıca diğer sektörlerde de yeni istihdam olanaklarının ortaya çıkması beklenmektedir. Örneğin, Alman hükümeti dijitalleşme ve otomasyonun Almanya’da önümüzdeki on yıl boyunca üçüncü sektörde yaklaşık 390.000 yeni iş yaratacağını öne sürmüştür (Wisskirchen ve diğerleri, 2018: 26).

Bazı uzmanlar ise dijitalleştirme ve otomatikleştirme sayesinde, işleri yüksek risk altında olan birçok çalışanın, teknik gelişmelerin yerine geçmesine izin verse bile, sistemin tamamen değiştirilemeyeceğini iddia ediyor. Örneğin, bir robot tarafından değiştirilme riski bir barmen için %87’dir. Günümüzde, bir robot makinenin içecekleri karıştırabilmesi, müşterilerin siparişlerini doğrudan mutfığa gönderebilmesi, şikâyet alabilmesi ve müşterilerin parasını kabul edebilmesi teknik olarak mümkün. Bununla birlikte, barda veya restoranlarda atmosfer artık aynı olmayacak. Potansiyel müşteriler tarafından kabul edilmemesi ve yüksek satın alma maliyetlerinden ötürü, barmenlerin

yüzde 87'sinin önümüzdeki birkaç yıl içinde işlerini kaybetmeyeceği kesin olarak görülüyor (Wisskirchen ve diğerleri, 2018: 26).

Dördüncü endüstriyel devrimle birlikte “Cobot” konsepti robotların çok talep göreceği düşünülmektedir. İşbirliğine dayalı bu robotlarında yüksek nitelikli işgücüyle beraber çalışması beklenmekte ve çok daha az ya da sıfır istihdam kaybına neden olacağı düşünülmektedir.

Siber-fiziksel sistemlerin hayata geçmesi de beraberinde iş olanağı sağlayacaktır. Siber sistemler ile fiziksel sistemler arasındaki koordinasyonu ve iletişimi sağlayarak denetim ve raporlama yapabilecek işgücü istihdam edilecektir (Özdoğan, 2017:60). Bununla birlikte, “*Endüstriyel Veri Bilimciliği, Robot Koordinatörlüğü, IoT Çözüm Mimarlığı, Endüstriyel Bilgisayar Mühendisliği ve Programcılığı, Bulut Hesaplama Uzmanlığı, Veri Güvenliği Uzmanlığı, Şebeke Geliştirme Mühendisliği, 3-D Yazıcı Mühendisliği, Endüstriyel Kullanıcı Arayüzü Tasarımcılığı, Giyilebilir Teknoloji Tasarımcılığı vb. gibi birçok yeni istihdam alanı oluşacaktır*” (www.endustri40.com).

Görüldüğü üzere dördüncü endüstriyel devrimin de önceki devrimler gibi yeni meslekler ve istihdam alanları yaratacağı aşikârdır. Ancak bu noktada önemli olan nokta, istihdam edilecek yeni işgücünden beklentiler de farklı olacak, yeni işlerin gerektirdiği yetkinlik ve beceriye sahip olan işgücüne talep olacaktır. Endüstri 4.0, gelişen birçok teknolojinin birbirleriyle etkileşime girmesi sonucu ortaya çıkmıştır. Karma bir teknolojik yapıya sahip olduğu için ortaya çıkaracağı yeni iş alanları da bir uzmanlığın yanında birçok alanda bilgi sahibi olmayı gerektirecek nitelikte olacaktır. Üçüncü endüstriyel devrimden bu yana gelen bilgi toplumu ve bilgi işçiliği kavramı bugün kendini bir basamak daha üste çıkararak pratikte kendini göstermiş olacaktır. İlk endüstriyel devrimden bu yana baktığımızda işgücü önce kas gücünden başlayarak düşük nitelikli işçiliğe doğru gitmiş, daha sonra iş bölümü ve uzmanlaşmaya dönüşmüştür. Daha sonra gelen bilgi işçiliği kavramlarıyla birlikte günümüzde yaşanan dördüncü devrim bir uzmanlığın yanında bir bütünü kavrayabilme, çözümleyebilme ve geliştirebilme şekline dönüşmüş, disiplinler arası bilgi donanımına sahip olmayı gerekli kılmıştır.

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

ENDÜSTRİYEL ROBOT KULLANIMININ İŞSİZLİK VE İSTİHDAM ÜZERİNDEKİ ETKİSİNİN ANALİZİ: MANİSA ORGANİZE SANAYİ BÖLGESİNDE BİR ÖRNEK OLAY ARAŞTIRMASI

Teknolojinin gelişimiyle işsizliğe neden olacağı olgusu çok uzun zamandır tartışma konusu olmuştur. Ancak dördüncü endüstri devriminin sunduğu “akıllı fabrika” kavramı bu tartışmaları daha önce olmadığı kadar gündeme getirmiştir. Dördüncü endüstriyel devrimle birlikte gelişen robot teknolojileri, imalat sanayisinde çığır açıcı gelişmeler sağlamıştır. Bazı imalat süreçlerinden insan faktörünün tamamen çıkarılarak endüstriyel robotlara devredilmesi, bazılarında ise insan-makine işbirliğinin sağlanması söz konusu olmuştur. Teknolojinin hızlı ilerleyişi ve giderek ucuzlamasıyla akıllı fabrikaların hayata geçirilerek birçok insanı işsiz bırakacağından ve bunun telafi edilemeyeceğinden korkulmaktadır.

Çalışmamızın ikinci bölümünde de anlattığımız gibi endüstriyel devrim beraberinde birçok iş olanağı da sağlayacaktır. Tarım toplumundan bu yana emek faktöründeki değişimi incelediğimizde, bugün emeğin bir uzmanlık alanının yanında diğer disiplinlerden de bilgi donanımına sahip olma gerekliliği doğurduğunu görmüştük. Endüstriyel devrimin en iyi şekilde sağlanması ve ekonomik sistemin güçlü durması adına, devrim sürecini doğru planlamak, üretimden çekilmesi planlanan işgücünün yeni yetkinliklere göre yetiştirilmesi gerekmektedir.

Bu bölümde, çalışmamızda öne sürdüğümüz iddiayı doğrulamak adına, Endüstri 4.0 konseptine göre planlanmış, Manisa Organize Sanayi Bölgesinde yer alan Vestel kurutma makinesi fabrikasını yer almaktadır. Vestel kurutma makinesi fabrikasına yer vermemizin nedeni başlıca, Endüstri 4.0 konseptine göre kurulmuş olmasıdır. Bölüm içeriğinde kullandığımız araştırma yöntemi ve metodolojisi, araştırmanın tasarımı, elde ettiğimiz bulgular ve bu bulguların yorumlanması yer almaktadır.

3.1. ARAŞTIRMA YÖNTEMİ

Çalışma da kullanılan araştırma yöntemi “örnek olay araştırması”dır. Kullanılan yöntem nitelik yönünden Türkçe literatürde, olay incelemesi, durum

çalışması, örnek olay inceleme yöntemi, durum çalışması, vaka çalışması gibi farklı isimlendirilebilmektedir. Çalışmada incelenen fabrika son teknolojik gelişmelere ve Endüstri 4.0 konseptine örnek teşkil ettiğinden ve henüz anlamlı nicel veriler oluşmadığından, araştırma yöntemi için örnek olay yöntemi kullanılmıştır.

Örnek olay yöntemi, yeni ve güncel bir olayın, gerçek yaşam ile tüm bağlantılarını ortaya koyan ve özellikle olay ile bağlantılar arasındaki ilişkinin net olmadığı, birden fazla kanıt ve/veya veri kaynağının bulunduğu durumlarda kullanılan, deneyimlemeye dayanan bir araştırma yöntemidir. “Nasıl” ve “Niçin” sorularına cevap arayarak, kavramın veya olayın derinlemesine incelenmesini sağlar. Anket, mülakat, gözlem, doküman analizleri kullanılarak araştırma verisi toplanabilir (Yin, 2009:13-19).

Örnek olay yöntemi, önceden belirlenmiş kurallara bağlı kalarak, sınırlı değişkenler üzerinden araştırma yapmak yerine, bir tek olay üzerinden derinlemesine inceleme yapma olanağı verir. Örnek olay yönteminde, gerçek dünyanın gözlemlenmesi suretiyle, verilerin toplanması, analiz edilmesi ve sonuç çıkarılması amaçlanır (Davey, 1999: 2). Bununla birlikte, olayı bir bütün olarak incelemek ve anlamaya çalışmak amaçlandığından, örnek olay yöntemi, test etme veya hipotez değil bir stratejidir (Punch, 2005:144).

Örnek olay yöntemi, çözümlenmeye çalışılan olguyla alakalı güncel olayları incelemekle birlikte, örgütsel faaliyetlerin, süreçlerin, kurumsal yapıların ve eylemlerin de çözümlenmesine imkân tanımaktadır (Xiao ve Smith, 2005; 2).

Tek bir olguyu merkeze alan birçok araştırma yöntemi bulunmaktadır. Bu araştırma yöntemleri genellikle, geleneksel deney ve istatistik yöntemlerine bağlı araştırma tasarımlarıdır. Örnek olay yöntemi, olayın nedenlerini ve etkilerini açıklayabilme amacıyla tasarlanmış olduğundan, deneysel ve istatistiki yöntemlere göre daha açıklayıcı, görgül bir yöntemdir (Selminen ve diğerleri, 2006: 5).

Durum analizleri genel olarak emek yoğun bir araştırma biçimidir. Araştırmacı, bir süre boyunca gözlem yapma bilgi toplama yoluyla ayrıntılı ve yararlı veriler elde edebilir. Bu doğrultuda, çözümlenmek istenen olayda, meydana gelen değişiklikleri ve bu değişikliklerin anlamlarını ortaya çıkarılabilmektedir (Yıldırım ve diğerleri, 2007: 256).

3.2. ARAŞTIRMANIN TASARIMI

Araştırma yöntemleri incelendiğinde araştırma için en uygun yöntemin örnek olay yöntemi olacağı düşünülmüştür. Özellikle araştırma konusunda anlamlı nicel veriler olmaması ve konunun derinlemesine analizini yapabilmek ve tartışılan konunun tüm özelliklerini barındıran bir işletme üzerinde tüm etkileri ortaya çıkarabilmek adına çalışma durum analizlerinden hareketle örnek olay araştırması olarak planlanmıştır.

Durum analizlerinin planlanması aşağıdaki gibidir (Şimşek ve Yıldırım, 2005: 194):

- Araştırma sorularının planlamak
- Araştırma art problemlerinin tespit etmek
- Analiz birimlerini saptamak
- Çözümlenecek durumu belirlemek
- Araştırmaya dâhil etmek için yetkin kişilerin belirlenmesi
- Gözlem ve görüşmelerle elde edilen verinin önermeler ve alt problemlerle ilişkilerinin saptanması
- Bulguların yorumlanması
- Çalışma raporu hazırlanması

Durum analizlerinde, araştırma katılımcısı veya diğer bir deyişle örnek kitlenin büyüklüğü nitel araştırma yöntemlerinin genelinde olduğu gibi göreceli olarak küçük olacaktır. Durum analizleri ayrıntılı ve derinlemesine bir yöntem olduğundan küçük örneklem tercih edilmekte ve daha faydalı sonuçlar vermektedir (Şimşek ve Yıldırım, 2005: 285). Örnek olay yönteminde araştırmanın tasarımı için altı ile on arasında katılımcı yeterli olmaktadır. Bu şekilde seçilen bir örneklemden alınan sonuçlar, çalışmadaki önermeleri destekliyor ve öngörülerini haklı çıkarıyorsa, incelenen ilişkilerden hareketle olayın etkileri ortaya konmuş olacaktır (Yin, 2003: 47).

Çalışmada belirlenen örneklem de altı katılımcıdan oluşmaktadır. Çalışmanın gerçekleştiği fabrika ve görüşülen kişilerin yetkinlikleri yeterli görülmüş ve bu çerçevede altı katılımcı yeterli bulunmuştur.

Görüşmecinin Kodu	Görüşmecinin Yetkisi
A1	Üst Düzey Yönetici
A2	Makine Mühendis
A3	Teknik Müdür
A4	Robot Mühendisi
A5	Üst Düzey Yönetici
A6	Elektrik-Elektronik Mühendisi

Tablo 1: Katılımcı Profilleri

Katılımcılar seçilirken farklı disiplin ve birimlerden olmasına dikkat edilmiştir. Katılımcıların seçiminde başka bir kriter belirlenmemiş ve görüşmeler esnasında olabildiğince ön yargılı olmaktan ve genelleme yapmaktan kaçınılmıştır.

Çalışma, ülkemizin elektronik ve beyaz eşya üretiminde lider firmalarından olan Vestel A.Ş’de planlanmıştır. Çalışma için Vestel A.Ş’nin seçilme nedeni, endüstri 4.0 konseptine göre kurulu ve otonom robotların çalıştığı bir kurutma makinesi üretim fabrikası açmış olması ve aynı zamanda farklı birimlerde Endüstri 4.0 uygulamalarına yer vermeye başlamasıdır.

Vestel Şirketler Grubu 28 şirketten oluşmaktadır. Bu şirketlerin 18 tanesi yurt dışında faaliyet göstermektedir. Güçlü bir vizyon yapısıyla ülkemiz haricinde küresel piyasalarda da yön verici bir idol haline gelen Vestel, dünyanın her bölgesine ihracat yapan, dış ticarete ülkemizin simgesi haline gelen bir kurumdur. Öyle ki 155 ülkeye ihracat yapmakta ve 21 yıldır ülkemizin ihracat şampiyonu olmaktadır. Kalite ve inovasyonu ilke edinen üretim anlayışıyla dünya standartlarında bir marka haline gelmiştir (www.vestel.com.tr).

Vestel Şirketler Grubu, 16 bin kişiden daha fazla bir istihdam rakamına sahip olması, teknolojiyi etkin bir şekilde kullanması ve ihracat gücüyle Türkiye ekonomisinin mihenk taşı konumundadır. Avrupa pazarında, televizyon üretiminde ilk 2 ve beyaz eşya üretiminde ilk 5 üreticiden biri olan Vestel, Türkiye’de ise, televizyon üretiminde lider ve beyaz eşya üretiminde üçüncü sıradadır. Avrupa’da yer alan üreticiler arasında, modern üretim tekniklerini ve teknolojilerini kullanan başlıca şirketler arasındadır. Vestel bütün üretimini, Manisa Organize Sanayi Bölgesinde kurduğu Vestel City’de gerçekleştirmektedir. Vestel City aynı zamanda National

Geographic'te yayınlanan Mega Fabrikalar belgesine konu olmuştur (www.vestel.com.tr).

Vestel ar-ge ve inovasyon konularına da çok önem vermektedir. Beş tanesi Türkiye'de bulunan toplam sekiz tane ar-ge merkezi bulunmaktadır. Ar-ge biriminde toplam 1600 çalışanı bulunan Vestel, en çok ar-ge harcaması yapan şirketler arasında dünyada ilk bin içindeki üç Türk şirketinden biridir. 2017'de faaliyet gösterdiği alanlar çerçevesinde 408 patent başvurusu yapmış ve Avrupa Patent Ofisi'ne en çok başvuru yapan 100 şirketten biri olmuştur. Ayrıca bu sıralamaya girebilen tek Türk şirkettir (www.vestel.com.tr).

3.3. BULGULAR VE YORUMLAMA

Günümüzde elektronik ve beyaz eşya sektöründe otomasyon kullanımı kaçınılmaz bir hal almıştır. Öyle ki dünya üzerindeki sektör liderleri otomasyon kullanımını sürekli geliştirme çabaları içerisindeyler. Katılımcılardan A2 ile yapılan görüşmede, otomasyonun tercih edilerek insan faktörünün üretimden çekilmesinin nedeninin işçilik maliyetlerinden kurtulmaktan daha çok kaliteyi yakalamak olduğunu belirtmiştir:

“Endüstri 4.0 ve endüstriyel robotları sadece insan faktörünün üretimden çekilmesi olarak nitelenmek yanlış bir yaklaşımdır. Küresel anlamda rekabet edebilmek ve piyasada güçlü bir konum edinebilmek adına kalitenin yakalanması çok önemlidir. Önümüzdeki dönemde de kalitenin yakalanması, Endüstri 4.0'a adapte olmaktan geçiyor.”

Endüstri 4.0, endüstriyel robot kullanımı ve akıllı fabrikalar konusunda katılımcıların hepsi ortak bir payda da kesişmiştir. Onlara göre bu sürece adapte olabilmek sadece firmanın küresel piyasalarda yer edinebilmesi için değil, aynı zamanda, ülke ekonomisinin gücü ve devamlılığı içinde büyük önem taşımaktadır. Bu konuda katılımcılardan A1'in yaptığı çözümleme ilgi çekicidir:

“Bu sürece adapte olmadığımızı düşünelim. İhracat rakamlarımız her dönemde biraz daha düşecek ve sonunda kalite ve hız yönünden eksik kaldığımız için ya üretimi durdurmak zorunda kalırız ya da en iyi ihtimalle küçülmeye gideriz. Ülkenim ihracat lideri bir firmanın küçülmeye gitmesi demek, milli gelirin azalması ve dolayısıyla refah seviyesinin düşmesi demek olacaktır.”

Dolayısıyla katılımcılar işgücü maliyetlerinden kurtulmayı ve/veya insan faktörünü üretimden çekmeyi ikinci planda tuttıklarını söylemektedirler. Aynı zamanda Endüstri 4.0'ı bir süreç olarak tanımlamaktadırlar. Katılımcılardan A3, insan faktörünün eninde sonunda üretimden çekileceğini ancak bunun birden bire olmayacağını, zaman içinde kademe kademe gerçekleşeceğini belirtmektedir:

“Endüstri 4.0 şüphesiz insan faktörünün üretimden çekilmesine neden olacaktır. Ancak bir üretim hattını direkt olarak makinelerle değiştirmek hem çok büyük bir yatırım hem de büyük bir risk içermektedir. Bunun yerine üretim hatlarında belli kısımlardan başlanarak zaman içinde değişimi getirmek gerekir. Bu yüzden toplu işten çıkarmalar veya toplu bir değişim söz konusu olamaz.”

Endüstriyel robot kullanımının artması ve otomasyon süreçlerinin gelişmesiyle işsizliğin ortaya çıkıp çıkmayacağı konusunda, katılımcıların yaklaşımı ılımlı olmakla birlikte tedbirli bir dile sahipti. Katılımcılardan A4 işsizliğin mutlaka hissedileceğini vurgularken, bunun nedeninin tek başına robotlar olmayacağını belirtmiştir. A5 ise işsizliğin mavi yakalılardan başlayarak en nitelikli işgücüne kadar tırmanacağını ancak dengenin her zaman sağlanacağını savunmuştur:

“A4: Endüstri 4.0 ile birlikte endüstriyel robot kullanımı muhakkak artacaktır. Bunun sonucunda da büyük işsizlik bloğu oluşması kaçınılmazdır. Her ne kadar ortaya yeni meslekler, yeni endüstriler çıksa da, işsizliğe sürüklenen bloğun bu yeni işlere adaptasyon sağlaması ya çok zor olacak ya da hiçbir şekilde adapte olamayacaklardır. Bu noktada, Endüstri 4.0'ın tehdit ettiği işgücüne gerekli beceri setini kazandırmak gerekmektedir.”

“A5: Endüstri 4.0, otomasyon, robotlar ve akıllı fabrikalar... Yakın gelecekte gerçekleşecek olgular bunlar. Ancak sadece düşük ya da orta vasıflı sınıfı tehdit ettiğine inanmıyorum. Yapay zekâ alanında çok iyi çalışmalar yapılıyor. Bu alanda gelişme devam ettikçe her meslek bir zaman sonra tehdit altında olacaktır. İşinizi kaybetmemeyi düşünmeyin, sadece işinize sahip olduğunuz süreyi uzatmaya çalışın. Bunun yolu sürekli gelişmeden geçer. Ancak her ne kadar böyle devam etse de sonuçta bir yerde bir sınıra dayanacaktır bu kavram. Doğal düzen o veya bu şekilde dengeyi sağlayacaktır.”

Bunlarla birlikte katılımcılar, Endüstri 4.0 konseptine geçmekle işsizliğin açığa çıkmasının mecburi olmadığını da belirtmişlerdir. Bazen konseptte geçmenin getirdiği istihdam alanıyla bazen ise hiç işsizliğin oluşmamasıyla bunun mümkün olduğunu belirtmişlerdir. Katılımcılardan A2'nin yaptığı tespit dikkate değerdir:

“Her Endüstri 4.0 teknolojisi veya Endüstri 4.0’a uyum sağlama ortaya işsizlik çıkaracak diye bir kanun yoktur. Size fabrikamızdan bir örnek vereyim. Birkaç nesil önceki makinelerimiz için gerekli parçaların üretimini artık yapmadığımız için ithal ediyorduk. Ancak, 3D yazıcılar sayesinde tek bir parçayı çok uygun fiyata üretebiliyoruz. Bunun için kimseyi işten çıkarmamız gerektiği gibi üstüne birde endüstriyel tasarımcı istihdam ediyoruz”

Teknoloji her zaman işsizlik konularının tartışmasında yer almıştır. Öyle ki iktisat teorisyenleri sırf bunun için “teknolojik işsizlik” olarak bir model ortaya koymuşlardır. Ancak hiçbir zaman teknoloji tek başına işsizlik yaratmamış veya yarattığı işsizlik kalıcı bir özellik göstermemiştir. Teknolojiden kaynaklanan işsizliğin devamlı olmasındaki tek neden; mevcut işgücünün tehditleri ve fırsatları görememesi ve kendini geleceğe hazırlamamasından kaynaklanmaktadır. Bu konuda katılımcılardan A6’nın açıklamaları çok önemlidir:

“Aslında geleceği görmek geçmişten ders çıkarmakla alakalıdır. İlk endüstriyel devrimden bu yana geçen sürece baktığımızda ortaya çıkan tablo her devrimin yeni yetkinlikler ortaya çıkardığıdır. Bunun dışındaki her şey hatalı kararlardan, yanlış politikalarından veya adaletsizlikten kaynaklanır. Bana endüstriyel robotlar insanların işini elinden alacak mı? Sorusunu soruyorsanız size cevabım en net şekilde evet olacaktır. Ancak bana insanlar işsiz kalacak mı? Derseniz cevabımda yine net olacaktır; Hayır.”

Tartışmalar düzeyinde katılımcılar hemen hemen aynı noktada birleşmektedirler. Endüstriyel robot kullanımının artmasının insan faktörünün üretimden çekilmesi manasına geldiği dışlanamaz bir gerçektir. Ancak işsizliğin temel nedeni olarak görülmemelidir. Ayrıca robotiğin gelişmesi ve endüstride robot kullanımını bir takım istihdam alanları da yaratmaktadır. Katılımcılardan A5’in fabrika üzerinden verdiği örnek incelendiğinde durum daha iyi anlaşılacaktır:

“Daha önce de söylediğimiz gibi bu bir süreç. Biz burada tamamen Endüstri 4.0 konseptine bağlı bir üretim tesisi kurduk. Altyapı olarak her şeye hazırız ancak dönüşümü sadece belirli bir hat üzerinden başlattık. Tam otomasyona geçtiğimiz hatta 3 ila 5 insan gücüne gerek duyuyorduk. Hattı endüstriyel robotlarla otomatikleştirdikten sonra sırf bu otomasyonun idaresi ve sürdürülebilirliği için 32 kişilik istihdam yarattık. Henüz üretimden çekmediğimiz bir sayıda istihdam bu. Anlaşılması gereken şudur ki kendinizi dönüşüme hazırlarsanız sizin için istihdam mutlaka sağlanır.”

Ayrıca sadece robotların kullanıldığı alanda değil Endüstri 4.0 adaptasyonu sağlanmaya çalışılan başka birimlerde de istihdam alanları ortaya çıkmaktadır. Katılımcılardan A2'nin verdiği 3D yazıcı örneği gibi başka noktalarda da istihdam sağlanmakta veya insan faktörünü çıkarmadan uyum sağlanmaktadır. Katılımcılardan A3 ve A5'in açıklamaları tam da bu doğrultudadır:

“A3: Biz müşteri hizmetleri bölümünde yapay zekâ uygulamaları kullanmaya başladık. Müşterilerin sorunlarını yapay zekâ yardımıyla kendilerinin çözmesini sağlıyoruz. Bu teknolojinin adı Speech-text. Bu uygulama müşteri hizmetlerinin daha verimli çalışmasını sağladı. Ancak kimseyi işten çıkarma ihtiyacı duymadık. Aksine onları daha iyi çalışma şartlarına kavuşturmuş olduk. Artık çok basit işlerle zaman kaybetmiyorlar ve daha çok verim sağlıyorlar.”

“A5: Söylediğim gibi bu tesisin tüm alt yapısı Endüstri 4.0 konseptine göre oluşturulmuştur. Biz burada, büyük veriden yararlanıyoruz. Çok yüksek miktarda karmaşık veri setleri geliyor. Bunları analiz etmek ve aksiyon alabilmek içinde veri analistleri istihdam ettik.”

Görüldüğü üzere henüz küçük bir hatta başlamasına rağmen dönüşümün olumlu etkileri de hemen göze çarpmaktadır. Her tesiste aynı etkileri göstereceği konusunda genelleme yapılamaması ile birlikte, korkulan senaryo gibi bir yıkım olacağı da söylenememektedir.

SONUÇ

Bu çalışmada, Endüstri 4.0 çerçevesinde, gelişen robot teknolojileri ve endüstriyel robot kullanımının artması sonucunda, makroekonomik değişkenlerden işsizlik ve istihdam kavramlarının etkilenip etkilenmeyeceği araştırılmıştır. Bu kapsamda öncelikle istihdam ve işsizlik kavramlarının yapısı incelenmiştir. Daha sonra endüstriyel devrimler çerçevesinde, robotiğin ortaya çıkışı, gelişimi ve günümüzde yaşanan dördüncü endüstri devrimi ile geldiği nokta belirlenmiş, işsizlik ve istihdam üzerinde etkisi olup olmadığını ortaya koymak adına örnek olay araştırması yapılmıştır.

Çalışmada ortaya konduğu üzere, endüstriyel robot kullanımının artmasıyla işsizlik yaratma etkisi olduğu gibi istihdam yaratma potansiyelinin olduğu da görülmüştür. Bu nedenle gelişen teknoloji ve üretimin robotlaşması, önceki endüstriyel devrimlerde olduğu gibi kısa dönemde işsizlik görülmesine neden olabilecek, ancak uzun dönemde istihdam yaratma potansiyeli bu olumsuzluğu telafi edebilecektir. Burada önemli olan nokta ise, değişen işgücü talebine yanıt verebilmenin önceki dönemlere görece çok daha zor olmasıdır.

Tarım toplumundan bu yana incelediğimiz emek olgusu, başlangıçta sadece kas gücünden ibaretti ve herhangi bir niteliğe ihtiyaç duymadan istihdam edilebiliyordu. İlk endüstriyel devrimle birlikte değişim sürecine giren emek, sırasıyla, az nitelikli, nitelikli, niteliğin yanında bilgiyi özümseyen ve yorumlayabilen “bilgi işçisi” ve en son günümüzde, uzman olduğu bir bilim dalının yanında başka disiplinler hakkında da bilgi toplayan ve kullanabilen “interdisipliner” veya “hibrit işçi” modeline dönüşmüştür.

Esasında tartışmalara neden olan etmen, Endüstri 4.0’ın bir anda gerçekleşmesi gibi bir düşünce olmasıdır. Çünkü böyle bir durumda, işsiz kalacak yaşlılar ve yeni yetkinlikler kazanması çok güç olan bir bölgenin çok büyük yıkımlar geçirmesine neden olacaktır. Ancak Endüstri 4.0 bir süreçtir. Spesifik sektörler dışında -zaten çoğu üretim hattı robotlardan oluşan ve çok az insan faktörü barındıran sektörler- tüm üretim hatlarından birden bire insan faktörünün çekilmesi mümkün olmayacaktır.

Bu durumda, arkadan gelen genç nesli dönüşüme hazırlamak, bilinçlendirmek, yeni yetkinlikler kazanmasını sağlamak ve fırsatları değerlendirebilmesini sağlamak gerekmektedir. Dönüşümün anahtarı her zaman olduğu gibi iyi bir eğitim ve çok sıkı

çalışmaktır. Zira bugün hayatımızı kolaylaştıran her şey kendini eğitmenin, geliştirmenin ve sıkı çalışmanın ürünüdür.

Ayrıca, endüstriyel robotlar özelinde de, Endüstri 4.0 genelinde de istihdam yaratma potansiyelinin yüksek olduğu açıktır. Veri biliminden, robotik teknolojilerine, endüstriyel tasarımdan artırılmış gerçeklik yazılımlarına kadar birçok alanda yeni meslekler oluşması beklenmekte ve hatta ilk örnekleri görülmektedir.

İşsizlik ve istihdam gibi makroekonominin iki temel taşının sadece endüstriyel dönüşüm ve/veya teknolojik gelişmelerden etkilenecek yıkıcı sonuçlar doğurmasını söylemek, ikinci bölümde de bahsettiğimiz gibi kolaycılık olacaktır. Çünkü işsizlik oluşmasına da istihdam yaratılmasına da birçok değişkenin etkisi vardır. Gelir dağılımındaki eşitsizlikler, sosyal politikaların yetersizliği, eğitim sisteminin erozyonu vb. gibi kamusal etkinliklerin eksikliği veya yokluğu başlıca sorunlardır. Ekonomiyi güvence altına almak kamunun sorumluluğundadır. Bu nedenle dönüşüme ayak uydurmak, yeni iş alanları oluşturmak ve toplumsal refahı sağlamak adına müdahalelerin yapılması gerekmektedir. İşte tam da bu nedenle Keynes, ekonominin hiçbir zaman tam istihdam dengesine gelemeyeceğini ve eksik istihdam dengesinin varlığını savunmuştur. Bunun gerçekleşmesi de ancak kamusal müdahaleyle mümkün olmaktadır.

Tartışmaların odağındaki karamsar düşünceler de aslında gelir dağılımındaki adaletsizliklere, sosyal politikalara değinmektedir. Ancak ortaya sunulan dünyada robotların tüm meslekleri erozyona uğratarak yok edeceğini ve neredeyse çalışılacak bir iş olmayacağını öne sürmektedirler. Böyle bir dünyada –yani kamuda bile tüm işlerin robotlar tarafından gerçekleştirildiği- kamu gelirlerinin ve harcamalarının nasıl şekilleneceği, devletin nasıl vergiler belirleyeceği, toplumsal refahı sağlamak adına ne gibi politikalar üreteceği veya üretmesi gerektiğine değinilmemiştir. Böyle bir gelecek, zayıf ihtimaller içermektedir. Çünkü her şeyi düz bir mantık prensibinde düşündüğümüz ve sıraladığımız takdirde, gelecekte her insanın eğitilmiş, kültürlü, bilgili ve donanımlı olacağını da kabul etmek gerekir. Bu sefer de böyle bir dünyada –herkesin fiziksel ve zihinsel olarak üst seviyede olduğu- kamu kesimi tüm gereklilikleri yerine getirecektir. Oysa dünyada her zaman eksik şeyler olur, özellikle ekonomi kıt kaynakların etkin kullanımı üzerine geliştirilmiş bir bilim dalıdır ve tüm bu olumsuzlukların gerçekleştiğini varsaydığımız bir dünyada bile, eksikte olsa bir şekilde dengeye gelecektir.

Çalışmaya konu olan fabrika özelinde ve Endüstri 4.0 uygulamalarının gerçekleştirildiği fabrika genelinde, yapılan görüşmeler sonucunda endüstriyel robot kullanımının kalıcı bir işsizliğe neden olduğu tespit edilememiştir. Önceki endüstri devrimleri paralelinde özellikler göstererek, kısa dönemde ortaya çıkaracağı işsizliği uzun dönemde telafi edebilme yeteneğine sahip olacağı düşünülmektedir.

Ayrıca çalışma sonucunda, endüstriyel robotlar özelinde de Endüstri 4.0 uygulamaları içeren fabrika genelinde de istihdam sağlama etkisinin olduğu görülmüştür. Üstelik çalışmaya konu olan fabrika özelinde sağlanan yeni istihdam kadar bir işsizlik ortaya çıkmamıştır. Bunun her uygulamada aynı sonuçları yansıtacağı gibi bir genelleme yapılamayacağı gibi aksi de iddia edilemez. Bu noktada planlamanın sağlam bir temele oturtulması gerekmektedir.

Çalışmaya konu olan fabrika özelinde de Vestel A.Ş.'nin genel Endüstri 4.0 stratejisi de Endüstri 4.0'ın bir süreç olduğunu ve doğru planlanırsa yüksek fayda sağlayacağını belirtmektedir. Süreci sağlam bir temele oturtarak, bazı spesifik hatlarda tam otomasyon, bazı hatlarda ise, insan-makine işbirliği ile yıkıcı bir etkiye yer vermeksizin planlama stratejisi güdülmüştür.

Görülmektedir ki değişkenler göz önüne alınarak yapılan planlamalar, dönüşüm sürecini kolaylaştırmakta, yıkıcı etkilerden çok yapıcı sistemler oluşturmakta, verimlilik ve kaliteyi artırırken refah seviyesini yükseltmektedir. Endüstriyel devrimi bir süreç olarak ele alıp sağlam temeller üzerine planlamak dönüşümün anahtarı niteliğindedir.

KAYNAKÇA

Kitaplar

- Aren, S. (1992). İstihdam, Para ve İktisadi Politika. Ankara: Savaş Yayınları.
- Ataç, B. (2002). Maliye Politikası. Eskişehir: Eğitim, Sağlık ve Bilimsel Araştırma Çalışmaları Vakfı Yayınları.
- Berber, M. (2006). İktisadi Büyüme ve Kalkınma. Trabzon: Derya Kitabevi.
- Berber, M. (2013). Makro İktisat. Bursa: Ekin Yayınları
- Bıçerli, M. K. (2004). Çalışma Ekonomisi. İstanbul: Beta Yayınları
- Bilgili, E. ve Altan, İ. (2003). Yoksulluk. İstanbul: Deniz Feneri Yayınları.
- Bocutoğlu, E. (2012). İktisadi Düşünceler Tarihi. Trabzon: Murathan Yayınevi.
- Borjas, G.J. (2015). Çalışma Ekonomisi. Bursa: Dora Basım-Yayın.
- Çelik, K. (2011). Makro İktisada Giriş. Trabzon: Murathan Yayınevi.
- Çoban, O. (2009). İktisada Giriş, Konya: Selçuk Üniversitesi Basımevi.
- DAVEY, L. (1991). The Application of Case Study Evaluations, Practical Assessment, Research & Evaluation.
- Demirer, Ö. ve Demirer, M.C. (2019). Endüstriyel Devrimler (Tarihsel Bir Perspektif). Ankara: Gazi Kitabevi.
- Dinler, Z (2009). İktisada Giriş. Bursa: Ekin Yayıncılık.
- Dirimtekin, H. (1981). Makro İktisat. Eskişehir: Bizim Kitabevi.
- Dirimtekin, H. (1965). İşsizlik Sorunları. İstanbul: Eskişehir İktisadi Ve Ticari İlimler Akademisi Yayınları.
- Dornbusch, R. Ve Fischer, S. (1998). Makroekonomi. (çev. Ak, S., Fisunoğlu, M., Yıldırım, E. ve Yıldırım R.). İstanbul: Akademi Yayın Hizmetleri San. Ve Tic. Ltd. Şti.
- Düğer, İ. H. ve Dulupçu, M. A. (2000). İktisada Giriş. İstanbul: Graphics Yayınları.
- Ekin, N. (2000). Türkiye’de Yapay İstihdam Ve İstihdam Politikaları. İstanbul: İto Yayınları.
- Ford, M. (2018). Robotların Yükselişi (Yapay Zeka Ve İşsiz Bir Gelecek Tehlikesi). İstanbul: Kronik Kitap

- Görçün, Ö.F. (2017). Endüstri 4.0, İstanbul: Beta Yayınları
- Hussmanns, R., Mehran, F. Ve Verma, V. (1990). Employment, Unemployment and Underemployment. Cenevre: International Labor Office.
- Hall, R.E. ve Lieberman, M. (2007). Economics: Principles and Applications. Canada: South-Western Cengage Learning.
- Karakayalı, H. (2008). Ekonomi Kuramı. Manisa: Celal Bayar Üniversitesi Yayınları.
- Köklü, A. (1984). Makro İktisat. Ankara: S Yayınları.
- Mahiroğulları, A. ve Korkmaz, A. (2013). İşsizlikle Mücadelede Emek Piyasası Politikaları (Türkiye ve AB). Bursa: Ekin Basın Yayın.
- Öcal, T. (2005). Makro İktisat. Ankara: Savas Yayınevi.
- Özdoğan, O. (2017). Endüstri 4.0 (Dördüncü Sanayi Devrimi Ve Endüstriyel Dönüşümün Anahtarları). İstanbul: Pusula Yayınevi.
- Özgüven A. (2001). İktisat Bilimine Giriş. İstanbul: Filiz Yayınevi.
- Öztuna, B. (2017). Endüstri 4.0 (Dördüncü Sanayi Devrimi İle Çalışma Yaşamının Geleceği). Ankara: Gece Kitaplığı
- Parasız, İ. (1998). İktisada Giriş. Bursa: Ezgi Kitabevi.
- Pekin, T. (2012). Makro Ekonomi: Para, Milli Gelir, İstihdam. İzmir: Zeus Kitabevi.
- Punch, K. F. (2005). Sosyal Araştırmalara Giriş: Nicel ve Nitel Yaklaşımlar. (çev. Bayrak, D., Arslan, H.B. ve Akyüz, Z.). Ankara: Siyasal Kitabevi.
- Scwhab, K (2016). Dördüncü Sanayi Devrimi, İstanbul: Optimist Yayınları
- Scwhab, K (2018). Dördüncü Sanayi Devrimi, İstanbul: Optimist Yayınları
- Sloman, J. (2004). İktisat Makro. (çev. Çakmak, A.). İstanbul: Bilim Teknik Yayınevi.
- Şahin, H. (1994). İktisada Giriş, Bursa: Ezgi Kitabevi Yayınları.
- Talaş, C. (1983). Sosyal Ekonomi. Ankara: S Yayınları.
- Tarhan, U. (2017). T-İnsan. İstanbul: Ceres Yayınları.
- Türkbal, A. (2005). Makro İktisat. İstanbul: Aktif Yayınevi.
- Unay, C. (1993). Makro Ekonomi. Bursa: Uludağ Üniversitesi Yayınları
- Unay, C. (1996). Makro Ekonomi. Bursa: Ekin Yayınları.
- Ünsal, M. (2005). Makro İktisat. Ankara: İmaj Yayıncılık.
- Üstünel, B. (1983). Makro Ekonomi. İstanbul: Mısırlı Matbaacılık.

Yin, R. K. (2003). Case Study Methodology (Case Study Research design and methods). London: Sage Publications.

Yin, R. K. (2009). Case Study Research. London: Sage.

Zaim, S. (1997). Çalışma Ekonomisi. İstanbul: Filiz Kitabevi.

Dergi Ve Yayınlar

Aktan, C. C. (2001). Monetarizm ve Rasyonel Beklentiler Teorisi, Ekonomi Bilimleri Dergisi. 2(1): 168-187.

Ataman, B. C. (1998). “İşsizlik Sorununa Yeni Yaklaşımlar”. Ankara Üniversitesi Siyasal Bilgiler Fakültesi Dergisi, 53(1-4): 64.

EBSO, (2015). Sanayi 4.0 (Uyum Sağlamayan Kaybedecek). Ege Bölgesi Sanayi Odası.

Eftychios G. C. and Andreas M. (2016). Advances in Robot Design and Intelligent Control. Proceedings of the 25th Conference on Robotics in Alpe-Adria-Danube Region. (1).

Gediz, B. Yalçınkaya, M. H. (2000). “Türkiye’de İstihdam-İşsizlik ve Çözüm Önerileri: Esneklik Yaklaşımı”. Yönetim ve Ekonomi Dergisi. (6): 161-183.

Günay, D. (2002). “Sanayi ve Sanayi Tarihi”. Mimar ve Mühendis Dergisi. (31): 8-14

Güner, H. (2010), İstihdamın Arttırılmasında Girişimciliğin Önemi: Girişimciliği Destekleme Modeli Olarak İŞGEM' ler. Çalışma İlişkileri Dergisi. 2(1): 8-32

Noyan, A. (2012). “İşsizlik, Beveridge Eğrisi ve Türkiye İşgücü Piyasasına İlişkin Bir Değerlendirme”. Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi. 32(32): 121.

Schnekenburger, J. B. (2018). Executive Summary World Robotics 2018 Industrial Robots. IFR

Selminen, A. L., Harra T. ve LAUTAMO, T. (2006). “Conducting case study research in occupational therapy”. *Australian Occupational Therapy Journal*. (53): 3-8.

Siemens, (2015). Endüstri 4.0 Yolunda. Siemens Türkiye.

Sohlman A. ve Turnham, D. (1994). "What Can Developing Countries Learn From OECD Labour Market Programmes and Policies?". OECD Development Center Technical Paper. (93): 23.

Tokol, A. (2000). "Yeni Teknolojiler ve Değişen Endüstri İlişkileri". Endüstri İlişkileri ve İnsan Kaynakları Dergisi. 2(1): 80.

Uşen, Ş. (2007). "Avrupa Birliği Ülkeleri ve Türkiye'de Aktif Emek Piyasası Politikaları". Çalışma ve Toplum Dergisi. (2): 66.

Yazıcı, A. (2016). Endüstri 4.0 Ve Otonom Robotlar, Emo Yayınları, (459): 39.

Yıldız, A. (2018). Endüstri 4.0 ve akıllı fabrikalar, Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi. 22(2): 546-556

Xiao, H. ve Smith, S. L .J. (2006). "Case studies in tourism research: A state of the art analysis". *Tourism Management*. 27(5): 738-749.

Yayınlanmış Yüksek Lisans Ve Doktora Tezleri

BEKİROĞLU, C. (2010). Türkiye'de İşsizlik Sorununun Çözülmesinde Uygulanan Ekonomi Politikalarının Analizi. (Yayınlanmış Yüksek Lisans Tezi). Kayseri: Kadir Has Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.

Görücü, İ. (2006). "Türkiye'de İşgücü Piyasası Yönetimi Ve Bir Model Önerisi". (Yayınlanmış Doktora Tezi). Malatya: İnönü Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.

Tiryaki, H. H. (2013). Teorik ve Ampirik Açından Gelir Dağılımı Ve İşsizlik İlişkisi: Türkiye Üzerine Bir Çalışma. (Yayınlanmış Doktora Tezi). İstanbul: İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.

Çevrimiçi Diğer Kaynaklar

Barutçuoğlu, E. I. (2001). <https://docplayer.biz.tr/2368830-Robotlarin-tarihcesi.html> (25.04.2019).

<http://www.ceyrekmuhendis.com/nedir-bu-3d-yazici/> (04.04.2019).

<https://coinadam.com/nesnelerin-interneti-internet-of-things-iot-nedir/> (04.04.2019).

<https://www.don-lindsay-archive.org> (04.04.2019).

<https://www.endustri40.com/cobotlar-endustri-4-0-robotlari/> (10.03.2019).

<https://www.endustri40.com/endustri-4-0-ile-birlikte-gelecek-10-yeni-meslek/> (04.04.2019).

<https://www.gazeteduvar.com.tr/teknoloji/2017/08/01/facebook-muhendisleri-yapay-zekalarin-fisini-cekti/> (04.04.2019).

https://ifr.org/downloads/press2018/Executive_Summary_WR_2018_Industrial_Robots.pdf (05.05.2018).

https://www.ifr.org/img/office/Industrial_Robots_2016_Chapter_1_2.pdf (20.02.2019).

<https://www.log.com.tr/ikeanin-artirilmis-gerceklik-uygulamasi-yayinda-video/> (04.04.2019).

<https://magg4.com/robotik-101-robotik-alanindaki-gelismeler/> (15.02.2019).

<https://medium.com/bili%C5%9Fim-hareketi/end%C3%BCstri-4-0-dijital-zihniyet-5fe9357ead9d> (04.04.2019).

<https://proente.com/akilli-fabrika-nedir%E2%80%8B/> (04.04.2019).

<https://www.stendustri.com.tr/endustri-40-uygulamalari/daha-verimli-fabrikalar-icin-uretim-simulasyonu-h92706.html> (04.04.2019).

http://www.tuik.gov.tr/MicroVeri/Hia_2012/turkce/metaveri/tanim/index.html (18.12.2018).

<https://www.vestel.com.tr/vestel-sirketler-grubu> (01.02.2019).

<https://www.wikitarih.com/wp-content/uploads/2017/11/sanayidevrimi8.jpg> (10.02.2019).







