

**İktisadi ve İdari
Bilimler Fakültesi Dergisi**

The Journal Of Faculty of
Economics and Administrative Sciences

Cilt/Volume **23** Yıl/Year **2018**

**Endüstri 4.0 ve Örgütsel Değişim
Özel Sayısı**

Special Issue on
Industry 4.0 and Organizational Change



ISSN 1301-0603

ISSN 1301-0603



SÜLEYMAN DEMİREL ÜNİVERSİTESİ

İktisadi İdari Bilimler Fakültesi
DERGİSİ



Editor / Editor-in-Chief

Prof. Dr.

Mustafa Zihni TUNCA

Editor Yardımcıları / Associate Editors

Prof. Dr.
Adem EFE

Doç. Dr./Assoc. Prof. Dr.
Mehmet Hakan KİRİŞ

Dr. Öğr. Üyesi/Assist. Prof. Dr.
Çiğdem AKMAN

Danışmanlar Kurulu / Editorial Board

Prof. Dr. Adem KORKMAZ
Prof. Dr. Bekir GÖVDERE
Prof. Dr. Can Deniz KÖKSAL
Prof. Dr. Durmuş ACAR
Prof. Dr. Hayrettin USUL
Prof. Dr. Hüseyin GÜL
Prof. Dr. İbrahim Atilla ACAR
Prof. Dr. Nuri ÖMÜRBEK

Prof. Dr. İlker Hüseyin ÇARIKÇI
Prof. Dr. İsa İPÇİOĞLU
Prof. Dr. Murat Ali DULUPÇU
Prof. Dr. Murat OKCU
Prof. Dr. Mustafa GÜLMEZ
Prof. Dr. Ramazan ERDEM
Prof. Dr. Şeref KALAYCI
Doç. Dr./Assoc. Prof. Dr. Hakan DEMİRGİL

Bilim Kurulu / Scientific Board

Prof. Dr./Prof. Dr. A. Argun AKDOĞAN (TODAİE)
Prof. Dr./Prof. Dr. Abdullah Mesud KÜÇÜKKALAY (Osmangazi University)
Prof. Dr./Prof. Dr. Ahmet NOHUTÇU (Medeniyet University)
Prof. Dr./Prof. Dr. Ayşe ŞAHİN (Mersin University)
Prof. Dr./Prof. Dr. Birdoğan BAKI (Karadeniz Technical University)
Prof. Dr./Prof. Dr. Cem SAATÇIOĞLU (İstanbul University)
Prof. Dr./Prof. Dr. Falah F. ALSUBAIE (Al-Imam Mohammad Ibn Saud Islamic University)
Prof. Dr./Prof. Dr. Fatma Bahar ŞANLI GÜLBAHAR (İstanbul University)
Prof. Dr./Prof. Dr. Fatma Neval GENÇ (Adnan Menderes University)
Prof. Dr./Prof. Dr. Fuat SEKMEN (Sakarya University)
Prof. Dr./Prof. Dr. Gökhan ORHAN (Bandırma 17 Eylül University)
Prof. Dr./Prof. Dr. Hasan BÜLBÜL (Ömer Halisdemir University)
Prof. Dr./Prof. Dr. Hüseyin ÖZGÜR (Pamukkale University)
Prof. Dr./Prof. Dr. İdil KAYA (Galatasaray University)
Prof. Dr./Prof. Dr. Kamil Ufuk BİLGİN (TODAİE)
Prof. Dr./Prof. Dr. Levent KÖSEKAHYAOĞLU (Süleyman Demirel University)
Prof. Dr./Prof. Dr. Mahmut GÜLER (Trakya University)
Prof. Dr./Prof. Dr. Mete YILDIZ (Hacettepe University)
Prof. Dr./Prof. Dr. Mohamed Gamal ABOELMAGED (University of Sharjah)
Prof. Dr./Prof. Dr. Muammer ZERENLER (Selçuk University)
Prof. Dr./Prof. Dr. Murat YILDIZ (Cumhuriyet University)
Prof. Dr./Prof. Dr. Nurhan PAPTAYA (Süleyman Demirel University)
Prof. Dr./Prof. Dr. Selma KARATEPE (İnönü University)
Prof. Dr./Prof. Dr. Semih BİLGE (Anadolu University)
Prof. Dr./Prof. Dr. Şaban UZAY (Erciyes University)
Prof. Dr./Prof. Dr. Tuncay ÇELİK (Erciyes University)
Prof. Dr./Prof. Dr. Walailak ATTHIRAWONG (King Mongkut's Institute of Technology)
Prof. Dr./Prof. Dr. Zerrin Toprak KARAMAN (Dokuz Eylül University)



SÜLEYMAN DEMİREL UNIVERSITY

THE JOURNAL OF

FACULTY OF ECONOMICS AND ADMINISTRATIVE SCIENCES



- Doç. Dr./Assoc. Prof. Dr. Abdulaziz H. ALGAEED (Riyadh Imam University)
Doç. Dr./Assoc. Prof. Dr. Abed Al-Nasser ABDALLAH (American University of Sharjah)
Doç. Dr./Assoc. Prof. Dr. Ahmet MUTLU (On Dokuz Mayıs University)
Doç. Dr./Assoc. Prof. Dr. Barış ÖVGÜN (Ankara University)
Doç. Dr./Assoc. Prof. Dr. Can Umut ÇİNER (Ankara University)
Doç. Dr./Assoc. Prof. Dr. Erbay ARIKBOĞA (Marmara University)
Doç. Dr./Assoc. Prof. Dr. Ferruh TUZCUOĞLU (Sakarya University)
Doç. Dr./Assoc. Prof. Dr. Gökhan AKYÜZ (Akdeniz University)
Doç. Dr./Assoc. Prof. Dr. Hacı KURT (Mersin University)
Doç. Dr./Assoc. Prof. Dr. Hakan AY (Dokuz Eylül University)
Doç. Dr./Assoc. Prof. Dr. Hasan Engin ŞENER (Yıldırım Beyazıt University)
Doç. Dr./Assoc. Prof. Dr. İbrahim Güray YONTAR (Dokuz Eylül University)
Doç. Dr./Assoc. Prof. Dr. İhsan KAMALAK (Mersin University)
Doç. Dr./Assoc. Prof. Dr. İlker Murat AR (Karadeniz Technical University)
Doç. Dr./Assoc. Prof. Dr. Khodakaram SALIMIFARD (Persian Gulf University)
Doç. Dr./Assoc. Prof. Dr. Kürşat ÖZDAŞLI (Mehmet Akif Ersoy University)
Doç. Dr./Assoc. Prof. Dr. Menaf TURAN (Yüzüncü Yıl University)
Doç. Dr./Assoc. Prof. Dr. Murat ÇUHADAR (Süleyman Demirel University)
Doç. Dr./Assoc. Prof. Dr. Murat KAYALAR (İzmir Katip Çelebi University)
Doç. Dr./Assoc. Prof. Dr. Mustafa ÖZTÜRK (Süleyman Demirel University)
Doç. Dr./Assoc. Prof. Dr. Naci KARKIN (Pamukkale University)
Doç. Dr./Assoc. Prof. Dr. Nasser ALOMAIM (Riyadh College of Technology)
Doç. Dr./Assoc. Prof. Dr. Savaş Zafer ŞAHİN (Atılım University)
Doç. Dr./Assoc. Prof. Dr. Serdar ÖZTÜRK (Nevşehir Hacı Bektaş Veli University)
Doç. Dr./Assoc. Prof. Dr. Şenol BABUŞCU (Başkent University)
Doç. Dr./Assoc. Prof. Dr. Vesile ÖMÜRBEK (Süleyman Demirel University)
Doç. Dr./Assoc. Prof. Dr. Vural ÇAĞLIYAN (Selçuk University)
Doç. Dr./Assoc. Prof. Dr. Yunus Emre ÖZER (Dokuz Eylül University)
Doç. Dr./Assoc. Prof. Dr. Zahid SOBACI (Uludağ University)
Dr. Öğr. Üyesi /Assist. Prof. Dr. Dilek MEMİŞOĞLU (Kâtip Çelebi University)
Dr. Öğr. Üyesi /Assist. Prof. Dr. İbrahim ARAP (Dokuz Eylül University)
Dr. Öğr. Üyesi /Assist. Prof. Dr. Mahmut SÖNMEZ (The University of Texas at San Antonio)
Dr. Öğr. Üyesi /Assist. Prof. Dr. Ozan ZENGİN (Ankara University)
Dr. Öğr. Üyesi /Assist. Prof. Dr. Sibel BİLGİN (Gazi University)
Dr./Dr. Neriman HANAHMEDOV (Azerbaijan State University of Economics)



Yayın Ofisi / Editorial Office

Arş. Gör./Res. Assist. Ahmet Kuntay DEMİRAL | **Dergi Sekreteri / Secretary of the Journal**
Arş. Gör./Res. Assist. Murat KARA | **Kapak Tasarım / Cover Design**
Bil. İşl./Computer Op. Ramazan DAĞ | **Dizgi / Type Setting**

Baskı / Printing

SDÜ Basımevi Isparta / SDU Publication House Isparta

© SDÜ İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Isparta – 2018 / Faculty of Economics and Administrative Sciences of SDU Isparta – 2018

Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi ISSN 1301-0603 Ocak, Nisan, Temmuz ve Ekim aylarında olmak üzere yılda dört sayı olarak yayınlanan uluslararası hakemli bir dergidir. Dergide yayınlanan yazılardaki görüşler derginin görüşleri değildir. Tüm sorumluluk yazarlarına aittir. Dergide yayınlanan yazıların her hakkı saklıdır. Yazarlara nakit olarak telif ücreti ödenmez. Telif ücreti olarak yazının yayımlandığı dergi gönderilir. Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi; EBSCO, Türkiye Makaleler Bibliyografyası, ASOS ve SOBİAD İndeks tarafından taranan dergiler arasında yer almaktadır.

Journal of Faculty of Economics and Administrative Sciences (ISSN 1301-0603) is an international refereed publication of Süleyman Demirel University, published every January, April, July and October. Editorial board claims no responsibility for the opinions, expressed in the published papers. The authors are responsible for the content of their papers. All rights are reserved. No parts of this publication may be reproduced, or transmitted in any forms or by any means without appropriate citation. No royalty will be paid for the published papers. Instead, a complimentary copy of the issue will be sent to the authors. The journal is indexed by EBSCO, Türkiye Makaleler Bibliyografyası, ASOS and SOBİAD index databases.

İletişim Adresi / Contact Info

Süleyman Demirel Üniversitesi / Süleyman Demirel University
İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi / Faculty of Economics and Administrative Sciences
Dergi Yayın Komisyonu Başkanlığı / Head of Journal Publication Office
Doğu Kampüsü, 32260, Çünür / East Campus, 32260, Çünür
İSPARTA / İSPARTA, TURKEY

☎ : 0 246 211 04 01
Fax : 0 246 237 09 20
E-mail : iibfdergi@sdu.edu.tr
Web : <http://iibfdergi.sdu.edu.tr>



SÜLEYMAN DEMİREL UNIVERSITY

THE JOURNAL OF

FACULTY OF ECONOMICS AND ADMINISTRATIVE SCIENCES



BU SAYININ HAKEMLERİ / LIST OF THE REFEREES OF THE CURRENT ISSUE

Prof. Dr./Prof. Dr. Aykut EKİNCİ	Bilecik Şeyh Edebali University
Prof. Dr./Prof. Dr. Bekir GÖVDERE	Süleyman Demirel University
Prof. Dr./Prof. Dr. Engin DİNÇ	Karadeniz Technical University
Prof. Dr./Prof. Dr. Hayrettin USUL	İzmir Kâtip Çelebi University
Prof. Dr./Prof. Dr. İbrahim Attila ACAR	İzmir Kâtip Çelebi University
Prof. Dr./Prof. Dr. İsa İPÇİOĞLU	Bilecik Şeyh Edebali University
Prof. Dr./Prof. Dr. Mustafa Zihni TUNCA	Süleyman Demirel University
Prof. Dr./Prof. Dr. Nuri ÖMÜRBEK	Süleyman Demirel University
Prof. Dr./Prof. Dr. Sema BEHDİOĞLU	Dumlupınar University
Prof. Dr./Prof. Dr. Süleyman BARUTÇU	Pamukkale University
Prof. Dr./Prof. Dr. Umut AVCI	Muğla Sıtkı Koçman University
Doç. Dr./Assoc. Prof. Dr. Cengiz DURAN	Dumlupınar University
Doç. Dr./Assoc. Prof. Dr. Didar BÜYÜKER İŞLER	Süleyman Demirel University
Doç. Dr./Assoc. Prof. Dr. Gökhan AKYÜZ	Akdeniz University
Doç. Dr./Assoc. Prof. Dr. Necati ÇİFTÇİ	Bilecik Şeyh Edebali University
Doç. Dr./Assoc. Prof. Dr. Şerife SUBAŞI	Bilecik Şeyh Edebali University
Dr. Öğr. Üyesi/Assist. Prof. Dr. Ahmet SARITAŞ	Mehmet Akif Ersoy University
Dr. Öğr. Üyesi/Assist. Prof. Dr. Ertan BECEREN	Süleyman Demirel University
Dr. Öğr. Üyesi/Assist. Prof. Dr. Fatma Gül ALTIN	Mehmet Akif Ersoy University
Dr. Öğr. Üyesi/Assist. Prof. Dr. Hüseyin TOPUZ	Akdeniz University
Dr. Öğr. Üyesi/Assist. Prof. Dr. Mahmut Sami ÖZTÜRK	Süleyman Demirel University
Dr. Öğr. Üyesi/Assist. Prof. Dr. Murat ERDOĞAN	Akdeniz University
Dr. Öğr. Üyesi/Assist. Prof. Dr. Mustafa ARI	Bilecik Şeyh Edebali University
Dr. Öğr. Üyesi/Assist. Prof. Dr. Mustafa BAYHAN	Pamukkale University
Dr. Öğr. Üyesi/Assist. Prof. Dr. Sema SARI	Mehmet Akif Ersoy University
Dr. Öğr. Üyesi/Assist. Prof. Dr. Sonay Zeki AYDIN	Akdeniz University
Dr. Öğr. Üyesi/Assist. Prof. Dr. Yakup AKGÜL	Alanya Alaaddin Keykubat University



SÜLEYMAN DEMİREL ÜNİVERSİTESİ

İktisadi İdari Bilimler Fakültesi
DERGİSİ



İ ç i n d e k i l e r / C o n t e n t s

Editörden

Prof. Dr. İsa İPÇİOĞLU

i

Gelişmekte Olan Ekonomilerde Sürdürülebilir Tedarik Zinciri

İçin Endüstri 4.0 Girişimlerine Yönelik Güçlüklerin Değerlendirilmesi

Industry 4.0 Initiatives Evaluation For Sustainable Supply Chain In Emerging Economies

Dr. Öğr. Üyesi Özüm EĞİLMEZ

Dr. Öğr. Üyesi Gözde KOCA

1521-1536

Türkiye ve Almanya'nın Sanayide Dijital Dönüşümü:

Yol Haritaları Ve Şirketlerin Karşılaştırması

Turkey And Germany's Digital Transformation In Industry:

Comparison Of Roadmap And Companies

Doç. Dr. Elif NUROĞLU

Arş. Gör. Hüseyin H. NUROĞLU

1537-1560

Endüstri 4.0, "Nesnelerin İnterneti" - Akıllı İşletmeler ve Muhasebe Denetimi

Industry 4.0, "Internet Of Things" - Smart Businesses And Auditing

Dr. Öğr. Üyesi Ali KABLAN

1561-1579

Türkiye'de Endüstri 4.0'ın İşgücü Piyasasına Etkileri: Firma Beklentileri

The Effects Of Industry 4.0 On The Labor Market In Turkey: Firm Predictions

Burcu Nazlıcan DOĞRU

Doç. Dr. Oytun MEÇİK

1581-1606

Endüstri 4.0'ın Özel, Kamu ve Kooperatif Sektörlerine Etkisi

The Impact Of Industry 4.0 On Private, Public And Cooperative Sectors

Dr. Öğr. Üyesi Nilüfer SERİNİKLİ

1607-1621

Endüstri Devrimleri ve Turizm: Türkiye Turizm 4.0 Swot Analizi ve Geçiş Süreci Önerileri

Industrial Revolutions And Tourism:

Turkey Tourism 4.0 Swot Analysis And Proposal For Adaptation Process

Dr. Yunus TOPSAKAL

Prof. Dr. Nedim YÜZBAŞIOĞLU

Doç. Dr. Murat ÇUHADAR

1623-1638



SÜLEYMAN DEMİREL UNIVERSITY

THE JOURNAL OF

FACULTY OF ECONOMICS AND ADMINISTRATIVE SCIENCES



Endüstri 4.0 Ve Uluslararası Finansal Raporlama Standartlarına Etkileri
Industry 4.0 And Its Impacts On International Financial Reporting Standards
Dr. Öğr. Üyesi V. Evrim ALTUK ÖZDEN
1639-1650

Nesnelerin İnterneti Uygulamalarının Tam Zamanında Üretim Sistemi Üzerindeki Etkisi
The Effect Of Internet Of Things Applications On Just In Time Production System
Dr. Öğr. Üyesi Harun ÖĞÜNÇ
1651-1673

Endüstri 4.0 ve Lojistik Sektörüne Yansımalarının
Örnek Olay Kapsamında Değerlendirilmesi
Evaluation Of Industry 4.0 And Its Reflections Of Logistics Sector: A Case Study
Prof. Dr. Ömür Yaşar SAATÇIOĞLU
Arş. Gör. Gökçe TUĞDEMİR KÖK
Arş. Gör. Nergis ÖZİSPA
1675-1696

Sermaye Birikimi, Teknoloji ve Uluslararasılaşma
Olgularını Endüstri 4.0 Döneminde Yeniden Düşünmek
*Rethinking Capital Accumulation, Technology And
Internationalization Cases In Industry 4.0 Period*
Suat AKSOY
1697-1706

Editör`den..

Robotların üretimi tamamen devralmasını, yapay zekanın gelişimini, çağdaş otomasyon sistemlerini, veri alışverişlerini ve nesnelerin internetini içeren Endüstri 4.0 işletmelerin insan kaynakları, örgütsel yapı, üretim sistemi, tedarik zinciri, pazarlama, karar alma süreçleri, denetim, finansal raporlama, iş hukuku vb. bir çok alanlarını etkileyerek örgütsel değişimlere yol açmış ve açmaya da devam etmektedir. Bu etkilerin nasıl olacağını ortaya koyan araştırmalara yer vererek hem işletmelere hem de araştırmacılara katkı sunulması hedefinden hareketle Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisinin Aralık 2018 sayısı, **Endüstri 4.0 ve Örgütsel Değişim Özel Sayısı** olarak seçilmiştir. Özel sayıda Endüstri 4.0'ın örgütlerin tüm faaliyetlerinde yol açacağı değişimlerle ilgili çalışmalara yer verilmesine özen gösterilmeye çalışılmıştır.

İlk olarak Dr. Öğr. Üyesi Özüm Eğilmez ve Dr. Öğr. Üyesi Gözde Koca Sürdürülebilir Tedarik Zinciri için Endüstri 4.0 girişimlerinin önündeki potansiyel güçlükleri belirlemeye çalıştılar. Doç. Dr. Elif Nuroğlu ve Arş. Gör. Hüseyin H. Nuroğlu Almanya'nın Endüstri 4.0 yol haritası ile Türkiye'nin 2018 yılında açıklanan Dijital Türkiye yol haritasını içerik açısından karşılaştırdılar. Dr. Öğr. Üyesi Ali Kablan nesnelerin internetinin denetim alanına etkileri ve mevcut denetim anlayışının değişmesi gerektiğine dair varsayımlar ileri sürdü. Burcu Nazlıcan Doğru ve Doç. Dr. Oytun Meçik dijital dönüşüm sürecinin işgücü piyasasındaki etkilerini ele aldılar. Dr. Öğr. Üyesi Nilüfer Serinikli Endüstri 4.0'ın Türkiye'deki etkisinin ve bu süreçte elde edecekleri fırsat ve tehditleri ortaya koydu. Dr. Yunus Topsakal, Prof. Dr. Nedim Yüzbaşıoğlu ve Doç. Dr. Murat Çuhadar Türkiye Turizm 4.0 için SWOT analizi yaparak Turizm 4.0'a geçiş sürecinde Türkiye turizmi için önerilerde bulundular. Dr. Öğr. Üyesi V. Evrim Altuk Özden nesnelerin interneti yoluyla elde edilen büyük verilerin (big data) sentezlenerek kullanılması yoluyla işletmelerdeki varlıkların değerlerinin belirlenmesinde rol oynayan değerlendirme ölçülerinin, nasıl değişiklik göstereceğine dair öngörülerde bulunmayı hedefledi. Dr. Öğr. Üyesi Harun Ögünç nesnelerin internet sistemlerinin tam zamanında üretim sistemi üzerinde ne gibi etkilere sahip olacağını inceledi. Prof. Dr. Yaşar Saatçioğlu ile Arş. Görevlileri Gökçe Tuğdemir ve Nergis Özispa lojistik sektöründeki dönüşümü Endüstri 4.0 bileşenleri dahilinde vaka analizi yoluyla incelediler. Son olarak Suat Aksoy sermaye birikimi, teknoloji sermayenin uluslararasılaşması olguları arasındaki ilişkiyi Endüstri 4.0 Akıllı Üretim Dönemi çerçevesinde ele aldı.

Endüstri 4.0 ve Örgütsel Değişim Özel Sayısı fikrinin ilk kez ortaya çıktığı andan itibaren her zaman desteklerini esirgemeyen Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi Editörü dostum ve arkadaşım Prof. Dr. Mustafa Zihni Tunca hocama sonsuz teşekkürlerimi sunarım. Endüstri 4.0 ve Örgütsel Değişim Özel Sayısı ile ilgili yazışma, hakem vb. bir çok süreçleri takip eden Arş. Gör. Ahmet Kuntay Demiral kardeşimide özverili çalışmalarından dolayı tebrik ediyorum. Hakemlik yapmayı kabul ederek değerli zamanlarını ayırıp bu özel sayının çıkmasında katkı sağlayan hakem kurulu üyelerine de ayrıca teşekkür ederim.

Endüstri 4.0 ve Örgütsel Değişim Özel Sayısının akademik ve iş dünyasına katkı sunmayı dileğiyle sevgi ve saygılarımı sunarım.

Prof. Dr. İsa İPÇİOĞLU

Endüstri 4.0 ve Örgütsel Değişim Özel Sayısı Editörü

GELİŞMEKTE OLAN EKONOMİLERDE SÜRDÜRÜLEBİLİR TEDARİK ZİNCİRİ İÇİN ENDÜSTRİ 4.0 GİRİŞİMLERİNE YÖNELİK GÜÇLÜKLERİN DEĞERLENDİRİLMESİ

INDUSTRY 4.0 INITIATIVES EVALUATION FOR SUSTAINABLE SUPPLY CHAIN IN EMERGING ECONOMIES

Özüm EĞİLMEZ*, Gözde KOCA**

* Dr. Öğr. Üyesi, Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, İşletme Bölümü, ozum.egilmez@bilecik.edu.tr, <https://orcid.org/0000-0001-5251-5629>

** Dr. Öğr. Üyesi, Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, İşletme Bölümü, gozde.koca@bilecik.edu.tr, <https://orcid.org/0000-0001-6847-6812>

ÖZ

Endüstri 4.0 son zamanlarda sıkça kullanılan bir kavram olmuştur. Bu kavram, gelişmekte olan ülkelerde özellikle imalat sektöründe tedarik yönetiminin sürdürülebilmesi adına önem arz etmektedir.

Endüstri 4.0 girişimlerinin, tedarik zinciri içerisindeki tüm safhaları etkilediği bilinmektedir. Bu etki geniş çapta; ekolojik, sosyal ve ekonomik alanlardadır. Özellikle Türkiye gibi gelişmekte olan ekonomiler için nispeten yeni bir kavram olan Endüstri 4.0, sürecin doğru anlaşılması ve uygulanması için net bir tanımlamaya ihtiyaç duyulmaktadır.

Bu çalışma Endüstri 4.0 girişimlerinin temel güçlüklerini tanımayı ve Türk imalat sanayi perspektifinde Sürdürülebilir Tedarik Zinciri için temel güçlüklerin önceliklerini analiz etmeyi amaçlamaktadır. Bu nedenle, tedarik zinciri sürdürülebilirliğini geliştirmek için Endüstri 4.0 girişimlerine ait 18 temel güçlük tanımlanmıştır. Bu güçlükler, bir anket formu hazırlanarak LinkedIn'de yer alan, Endüstri 4.0 ile ilgili yönetici pozisyonunda farklı şirketlerde çalışan 150 uzmana uygulanmıştır. Yapılan anketler Keşfedici Faktör Analizi (KFA) ile incelenmiştir. Endüstri 4.0 güçlükleri KFA ile dört önemli güçlük boyutuna ayrılmıştır. Çok Kriterli Karar Verme yöntemlerinden biri olan Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP) ile belirlenen güçlükler ve ilgili alt güçlükler göreceli olarak sıralanmıştır. Çalışmada, en yüksek göreceli ağırlığa sahip olan güçlük, Örgütsel Güçlükler olarak belirlenmiştir. İkinci sırada Teknolojik Güçlüklerin, üçüncü sırada Legal ve Etik Güçlüklerin ve son olarak dördüncü sırada Stratejik Güçlüklerin yer aldığı ortaya konulmuştur.

Bu çalışma uygulayıcılar, politika yapıcılar, düzenleyici kurumlar ve yöneticiler için Endüstri 4.0 girişimlerinin derinlemesine anlaşılmasını sağlamak ve Sürdürülebilir Tedarik Zinciri için Endüstri 4.0 girişimlerinin önündeki potansiyel güçlükleri ortadan kaldırmak için yararlı olacağı beklenmektedir.

Anahtar Kelimeler: Endüstri 4.0, Analitik Hiyerarşi Süreci, Sürdürülebilir Tedarik Zinciri Yönetimi, Karar Verme, Stratejik Yönetim

Jel Kodları: O14, O32, O33, C35, R11

ABSTRACT

Industry 4.0 is the current topic that is widely used in business and industry. It is also relatively novel for the developing countries like Turkey in terms of supply chain sustainability in industry sector. Due

to the importance of defining the business system especially designing, producing, delivering, safety and efficiency, Industry 4.0 initiatives are needed to be analyzed for an effective business practices. This paper aims to recognize key challenges of Industry 4.0 and analyze the main challenges for an effective supply chain sustainability in an emerging economy referring Turkish manufacturing industry perspective. Adaptation of such initiatives is not that easy due to the nature of the challenges. For this reason, the present research identifies 18 main challenges to Industry 4.0 initiatives and analyzes through 150 responses gathered from Turkish manufacturing sector using a questionnaire based survey. In order to classify the main challenges, Explanatory Factor Analysis is used. Further, Analytical Hierarchy Process is used to rank the identified dimensions of challenges and related challenges. The findings revealed that Organizational challenges showed the highest importance followed by Technological challenges, Legal and Ethical challenges and Strategic challenges as the least importance.

It is expected that this study will be useful for practitioners, policy makers, regulators and managers to provide an indepth understanding of Industry 4.0 initiatives and to eliminate potential challenges for Industry 4.0 initiatives for the Sustainable Supply Chain.

Keywords: *Industry 4.0, Analytical Hierarchy Process, Supply Chain Sustainability, Decision Making, Strategic Management.*

Jel Codes: *O14, O32, O33, C35, R11*

1. GİRİŞ

Son yıllarda imalat sektöründe mevcut olan gereklilikler arttıkça, karmaşıklıklar da giderek artmaktadır. Küresel rekabetin giderek büyümesi, pazar oynaklığının artması, giderek kişiselleştirilmiş ürünlere olan talebin artışı ve ürün hayat döngüsünün giderek azalması gibi faktörler firmalar için aşılması gereken ciddi engeller yaratmaktadır. Günümüzde maliyet etkinliği, esneklik, adaptasyon, istikrar ve sürdürülebilirlik gereksinimlerini sağlayarak değer yaratmayı sağlayan mevcut yaklaşımların yetersiz kaldığı belirtilmektedir. Diğer taraftan ise, sanayi sektöründeki gereksinimlerin artması, teknolojik süreçlerin hız kazanması, yeni iş fırsatları yaratmıştır. Belirtilen tüm bu değişim ve dönüşümler Endüstri 4.0 çatısı altında yer almaktadır.

Bu kavramın ortaya çıkışı, imalat sektöründeki öncülüğü ile tanınan Almanya'nın 2011 yılında tam entegre olmuş bir endüstri politikasının, ileri teknoloji bağlantılı bir stratejisi olan Endüstri 4.0 girişimini (Industrie 4.0) açıklaması ile olmuştur (Brettel, Friederichsen, Keller, ve Rosenberg, 2014).

Endüstri 4.0, son zamanlarda dillere pelesenk olmuş bir bilgi teknolojisi kavramıdır. (Hermann, Pentek, ve Otto, 2016). Bu kavram; imalat sürelerinin düşürülmesi, ürün kalitesinin ve örgütsel performansın artırılması vb. durumlarını içeren değer zincirinin geliştirilmesi için çeşitli teknolojileri barındırmaktadır. Fiziksel aygıtları içlerine gömülü olan (sensör, radyo frekans tanımlayıcı, actuators) elektronik içeriğin internet veya bir network kanalı ile etkileşim göstererek birbirlerine bağlayan bir paradigma olarak da tanımlanmaktadır. Bu etkileşim ve bilgi alışverişi sadece makineler arası değil, insan-insan ve insan-makine arasında da gerçekleşmektedir (Wan vd., 2016).

Endüstri 4.0'ın imalat sektörünün içine girmesi tüm tedarik zincirini etkilemektedir. Tedarikçiler, imalatçılar ve müşteriler arasındaki işbirliğinin, sipariş aşamasından son ürün evresine kadar şeffaflığını arttırmak üzere önem arz etmektedir. Bununla birlikte, otomasyon süreçlerinin dijitalleştirilmesi yine tüm tedarik zinciri yönetimi yapısını etkilemektedir. Bu nedenle, yeni teknolojilerin kullanıma kazandırılmasından önce olası fırsat ve tehditleri anlayabilmek adına, Endüstri

4.0'ın tedarik zincirinin her adımındaki etkisini analiz etmek önemlidir.

Dördüncü sanayi devrimi, anlam itibarıyla bir devrim niteliğinde olsa da uygulanabilirliği safhasında çeşitli kısıtlar barındırmaktadır ki, karar vermede bu kısıtların çok iyi irdelenmesi gerekmektedir. Böylesi bir devrim hem firmaların çeşitli organizasyonel değişikliğe gitmesi gerekliliğini içermekte, hem de endüstriler arası sınırları kaldırmaktadır. Bu sebepten, uygun altyapı ve standartların gerçekleştirilmesi ön koşulu bulunmaktadır. Bunlar arasında, veri güvenliğinin sağlanması, risk yönetimi, eş zamanlı materyal akışı, lojistik çalışanların eğitimi gibi faktörler bu devrimi uygulamadan önce karşımıza çıkan önemli faktörlerdendir. Endüstri 4.0 içerisinde barındırdığı vizyona ulaşabilmesi için birçok bağımsız değişkeni anlamlandırma ve ortaya koyma zorunluluğu mevcuttur.

Endüstri 4.0'ın fırsatlarından bahseden sayısız ampirik çalışmalara bakıldığında (Bkz. Kamble vd. 2018) firmaların bu vizyona dahil olmaları beklenilmekte, hatta bu girişim içerisinde yer almanın zorunluluğundan bahsedilmektedir. İleri teknoloji stratejisi olarak ortaya atılan bu girişim son yıllarda oldukça ilgi çekse de hala genel olarak kabul edilmiş bir tanımdan yoksundur. Bu durum küresel tanım karmaşıklığının yanında, Türkiye örneği için de geçerliliğini korumaktadır.

Bu çalışmada, Türkiye'de Endüstri 4.0 girişimlerine yönelik literatürde bahsedilen uygulama güçlüklerini açığa çıkarmak amaçlanmıştır. Bu amaçla Endüstri 4.0 konusu ile ilgilenen uzman bireylerden veri toplayarak, olası uygulama güçlüklerini değerlendirilmiştir.

Çalışma, beş ana bölümden oluşmaktadır. Bu bölümde Endüstri 4.0'ın güncelliğinin anlatılması ve vurgulanması ile birlikte amaç, araştırma sorusu ve yapısından bahsedilmiştir. İkinci bölüm literatür özetinden oluşmaktadır. Daha sonra materyal ve metodun sunulduğu üçüncü bölüm; bulgular ve uzman görüşlerinin değerlendirildiği dördüncü bölüm ile

çalışmanın sonuçları ve gelecekteki araştırmalara sunulan önerileri içeren beşinci bölüm gelmektedir.

2. LİTERATÜR ÖZETİ

Literatüre bakıldığında Endüstri 4.0 konusunun avantajları ve kısıtlarını içeren çok sayıda makale mevcuttur. Ancak bakıldığında bu mevcut araştırmaların Endüstri 4.0'ın uygulamasına yönelik ana faktörlerin ve bu faktörler arasındaki ilişkilere yönelik olmadığı görülmektedir. Sektörel anlamda Endüstri 4.0 uygulamasında öncül teşkil eden faktörlerin ortaya konma gerekliliği mevcuttur. Bu sayede konunun derinlemesine anlaşılabilmesi konusundan yola çıkılarak, sektörün kendine özgü nitelikleri doğrultusunda belirli gereklilikler ortaya konulup Endüstri 4.0 uygulamalarının başarısına yol gösterici olunabilecektir. Burada amaç yeni teknolojilerin uygulanmadan önce sektör içindeki firmaların karar mekanizmalarını tekrar gözden geçirmelerini sağlayacak veriler elde etmektir (Oesterreich & Teuteberg, 2016). İlişkisel durumları ortaya koymak için çok kriterli karar verme tekniklerinin, yorumlayıcı yapısal modelleme (ISM) ve analitik hiyerarşi süreci (AHP) kullanılması gerekliliği ortaya çıkmaktadır (Kamble, Gunasekaranb, Gawankar, 2018).

2.1. Endüstri 4.0'ın Ortaya Çıkışı

Sanayi sektörü, Avrupa'da ekonomik büyümenin (örneğin, iş yaratılması) temel bir unsuru olarak hizmet veren ve tüm ihracatın %75'ini ve tüm yeniliklerin %80'ini karşılayan önemli bir etken olarak yer almaktadır (Dujin, Geissler ve Horstkötter, 2014). Bununla birlikte, Avrupa üretim alanı iki yönlüdür. Doğu Avrupa ve Almanya sürekli büyüyen bir sanayi iken, İngiltere veya Fransa gibi birçok Batı Avrupa ülkesi, son yirmi yılda küçülen pazar paylarına sahiptir. Avrupa, son 20 yılda sanayi payının yaklaşık %10'unu kaybederken, gelişmekte olan ülkeler paylarını iki katına çıkarmayı başarmış ve küresel üretimin %40'ını

karşlamıştır. Bu sebepten, Almanya sanayi sektörü içerisindeki öncü rolünü korumak adına birtakım stratejiler tasarlamaya başlamıştır.

Endüstri 4.0 terimi, gelecekte sektörün gelecekteki üretim gereksinimlerine göre sanayi sektörünü hazırlayacak ve güçlendirecek şekilde Almanya'nın yüksek teknoloji stratejisinin bir parçası olarak 2011 yılında Hannover Ticaret Fuarı'nda tanıtılmıştır (Mittermair, 2015). Nesnelerin interneti (IoT, Internet of Things); sensörler ve aktivite ediciler aracılığıyla çevreleriyle etkileşim kurabilen siber fiziksel sistemler ile (CPS, Cyber-Physical Systems), fabrikaların kendilerini merkezi olmayan bir şekilde ve gerçek zamanlı olarak kendilerini özerk bir şekilde organize etmelerinin ve kontrol etmelerini sağlanması doğrultusunda Endüstri 4.0'ın önemli unsurlarından sadece biri olarak ortaya çıkmıştır (Wong ve Kim, 2014).

Yetenekleri nedeniyle, bu fabrikalara genellikle “akıllı fabrikalar” denmektedir. Tüm bu kavramlar arasında geliştirilmiş robotlar ve yapay zeka, ileri teknoloji sensörler, bulut bilişim, nesnelerin interneti (IoT), veri yakalama ve analizi, dijital imalat (3D baskılar), hizmet yazılımları ve diğer pazarlama modelleri, motorlu araçları harekete geçiren algoritmaların yer aldığı platformlar (navigasyonlar, yolculuk deneyimini paylaşan uygulamalar, evlere servis hizmetleri, kendi kendini kullanan araçlar vb.) ve tüm bu unsurların, birçok ülkeden birçok şirket tarafından paylaşılan, birlikte çalışabilir bir küresel değer zincirinde yerleştirilmesi göz önünde bulundurulduğunda; bu yeni sistemler ile gelecekte insanların ve makinelerin CPS vasıtasıyla, akıllı ürünler ve sanayi süreçlerinin yaratılması adına kaynakları kullanacaktır. Böylesi bir durum gelecekteki alışveriş modellerindeki hızlı değişime ayak uydurabilmeyi sağlayıcı olacaktır (Tjahjono, Esplugues, Ares ve Pelaez, 2017).

Buraya kadar verilen bilgiler ışığında, Endüstri 4.0 için özgün ve özlü bir tanım bulma zorluğu ortaya çıkmaktadır ve

araştırmacı ve uygulayıcılar arasındaki görüş ayrılıklarının olması şaşırtıcı değildir. Bununla beraber Endüstri 4.0'ın uygulamadaki başarısı ve ne kadar sürdürülebilir olacağının daha kesin bir şekilde anlaşılması ve dolayısıyla Endüstri 4.0'ın altında kalan ana bileşenleri ortaya koymak gerekmektedir (Hofmann ve Rüşch, 2017).

2.2. Endüstri 4.0 ve Tedarik Zinciri ve Sürdürülebilirlik

Sürdürülebilirlik organizasyonel bir bağlamda düşünüldüğünde, yöneticileri, değer zincirlerindeki teknolojik gelişme ve süreç yeniliklerinin benimsenmesiyle karşı karşıya bırakmaktadır. Endüstri 4.0 girişimlerine dayanan yeşil, yalın, dağıtık üretim gibi süreç inovasyonları, modern bilişim teknolojisiyle birleştirildiğinde, tedarik zincirlerinde sürdürülebilirlik bir *kültür* olarak algılanmaktadır. Böylesi bir kültür, özellikle gelişmekte olan ekonomilerdeki üretim ortamı için yeni sürdürülebilir eğilimleri geliştirecektir (Duarte ve Cruz-Machado, 2017).

Endüstri 4.0, farklı tedarik zinciri kökenli zengin verileri eş zamanlı olarak, daha verimli tedarik zinciri oluşturma kararına yön verici bir rol oynayabilmektedir. Ürünlerden, lojistik faaliyetlerinden ve üretim makinelerinden enformasyon anlık elde edilip, fiziksel ve dijital dünyaları birleştirebilmektedir. Elde edilen data ile mevcut alternatiflerine kıyasla çok gelişmiş ürün ve hizmetler karşımıza çıkacaktır. Endüstri 4.0'ın *akıllı (smart)* bileşeni sayesinde ürünler eşsiz ve benzersiz tanımlanabilmekte ve üretim süreçlerinin karmaşıklığının artmasını yönetebilir kılabilir (Johannes ve Strandhagen, 2017).

Organizasyonların ve toplumun sürdürülebilir kalkınmaya doğru ilerleyebilmesinde, Endüstri 4.0'ın bir düşünce yapısı (zihniyet) olduğu varsayılmaktadır (de Sousa Jabbour, Jabbour, Godinho Filho, & Roubaud, 2018).

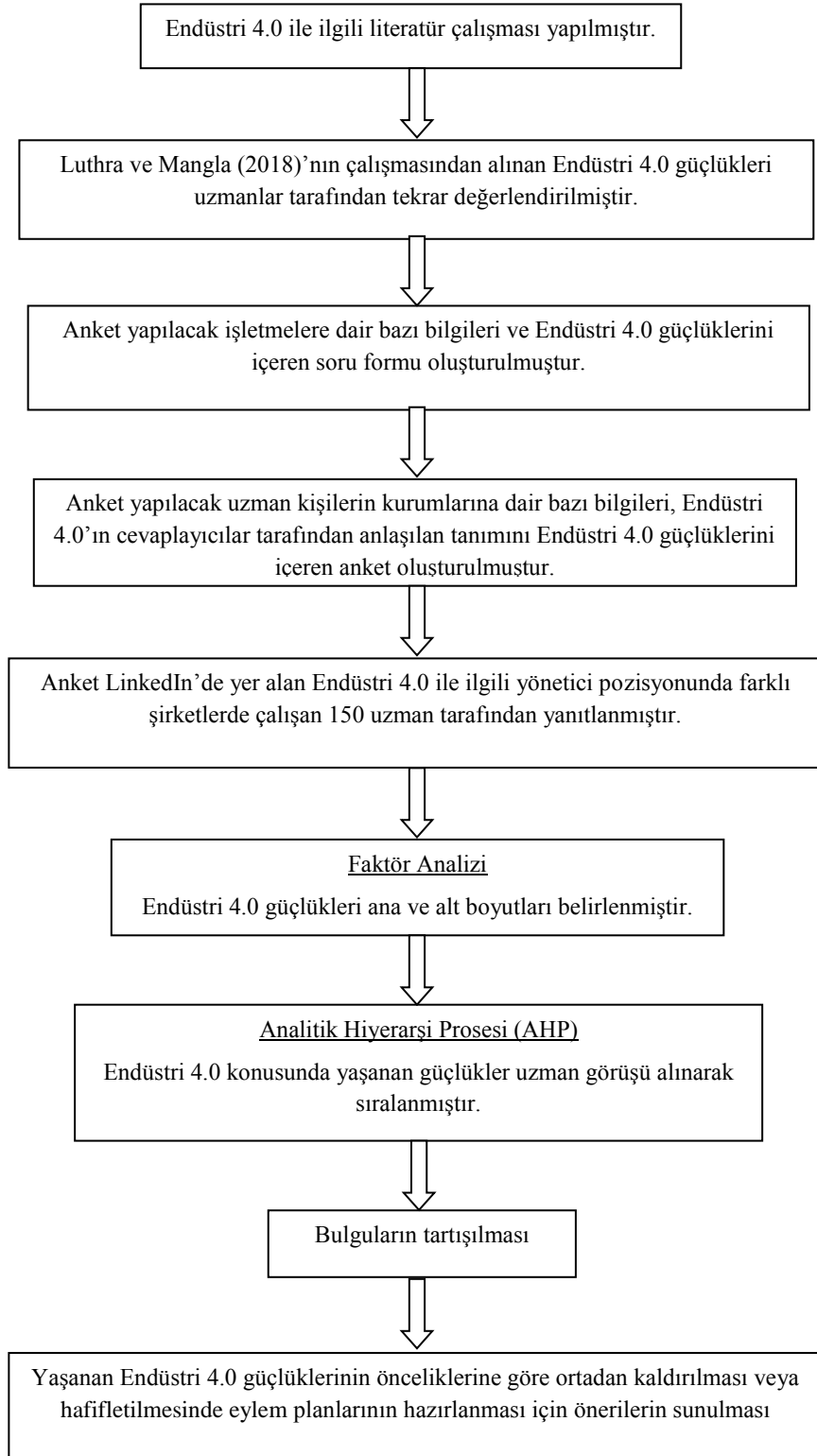
Endüstri 4.0 aynı zamanda geleceğin tedarik zinciri olarak da anılmaktadır. Akıllı fabrikalar, kaynakların ve teknolojinin optimal kullanımı gibi çeşitli sürdürülebilirlik uygulamasına sahip olabileceklerdir. Bu durum Endüstri 4.0'ın tedarik zinciri içerisindeki sürdürülebilirliği nasıl etkilediğini ortaya koyacak araştırmaların temeli olacaktır. Elde edilecek kazanımların büyüklüğünü öngörebilmek için, yöneticilerin bu terimi çok iyi anlamlandırmaları bir gereklilik olarak gözükmektedir (Brettel, Friederichsen, Keller ve Rosenberg, 2014).

Kamble vd.'nin (2018) literatür taraması çalışmalarında, sürdürülebilirlik konusunun kavramsal olarak tartışıldığı yalnızca altı makalenin olduğu belirtilmiştir (Kamble vd., 2018, s.415). Tedarik zinciri bağlamında bakıldığında, uçtan uca dijital entegrasyon yoluyla işletme maliyetlerinin Endüstri 4.0 ile düşürüldüğüne inanılmaktadır. Bu durumun tam tezatı, yüksek uygulama maliyetlerine katlanabilme meselesidir. Her iki maliyetin kazanımlarının karşılaştırıldığı (fayda-maliyet analizi) bir çalışmaya rastlanmamıştır. Bu yönde yapılacak araştırmalar, mevcut müşteri hizmetlerini destekleyen Endüstri 4.0 çözümlerini, tedarik zinciri optimizasyonunu, yeniden üretim ve geri dönüşüm uygulamalarını değerlendirebilmekte önemli rol oynayacaktır. Bu çalışma ile genel ve ulusal açıdan Endüstri 4.0 sürdürülebilir tedarik

zinciri araştırmalarında mevcut boşluğu doldurmak adına planlanmıştır. Bu çalışmada ülkemiz Endüstri 4.0 bakış açısı ile Luthra ve Mangla (2018) çalışması sonucunda elde edilen faktörler sürdürülebilir tedarik zinciri bağlamında değerlendirilmiş ve yorumlanmıştır (Luthra ve Mangla, 2018).

3. METODOLOJİ

Bu çalışma için benimsenen araştırma metodolojisi Şekil 1'de gösterilmiştir. Şekil 1'den de anlaşılacağı gibi, konu ile ilgili gerekli literatür çalışması yapıldıktan sonra Luthra ve Mangla (2018)'nin çalışmasında yer alan Endüstri 4.0 güçlükleri konunun uzmanları tarafından tekrar değerlendirilerek son halini almıştır. Daha sonra ise şirketlere dair bazı bilgileri, Endüstri 4.0'ın katılımcılar tarafından anlaşılabilir tanımları ve güçlüklerini içeren bir anket formu hazırlanmıştır. Bu ankete, LinkedIn'de yer alan ve Endüstri 4.0 ile ilgili yönetici pozisyonunda farklı şirketlerde çalışan 150 uzmana tarafından yanıtlanmıştır. Yapılan anketler Keşfedici Faktör Analizi (KFA) ile incelenmiştir. KFA sonucu elde edilen ana ve alt güçlüklerin öncelikleri Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP) ile değerlendirilmiştir. Daha sonrasında bulgular tartışılarak, Endüstri 4.0 karşısında yaşanan güçlüklerle karşı eylem planlarının hazırlanması için önerilerde bulunulmuştur.



Şekil 1: Araştırma Metodolojisi

3.1. Veri Toplama

Türkiye’de yer alan imalat sektörleri, bu araştırmada hedef kitle olarak kabul edilmiştir. Bu çalışmanın örneklem büyüklüğünü ise, Endüstri 4.0 konusunda uzman 150 kişi oluşturmaktadır.

3.2. Verilerin Analizi

Araştırmanın soru formunun ilk başında Endüstri 4.0 konusundaki kavram karmaşasının durumunu tartışabilmek adına “Endüstri 4.0 kavramı sizin için neyi ifade etmektedir?” sorusu açık uçlu soru olarak sorulmuştur. Yanıtlayıcıların konularında uzman olmaları nedeniyle, Endüstri 4.0 terimine hakim oldukları, ifadeleri incelendiğinde görülmüştür. Yanıtlayıcılar özellikle içerisinde Endüstri 4.0 girişimlerini vurgulayarak bir Endüstri 4.0 tanımı yapmışlardır. Tanımların içerisinde geçen Endüstri 4.0 girişimleri ifadelerinden bazıları: *dijitalleşme, insansı makineler, nesnelere interneti, siber-fiziksel sisteme dayalı sanayi devrimi, makine öğrenmesi, yapay zeka, akıllı fabrikalar, dijital devrim, bütünlük iş sistemleri, verilerle karar verebilme, dijital dönüşüm, konuşan cihazlar, big data, verimli iş modelleri* olarak karşılık bulmuştur. Bu ifadeler sonucu araştırma yanıtlayıcılarının konularının uzmanı olduğu ve dolayısıyla Endüstri 4.0 girişimleri hakkında bilgi sahibi oldukları görülmüştür. Burada vurgulanması gereken bir bulgu ise; tanımların genelinde üretim ayağındaki dönüşümün daha verimli olmak adına yapıldığının vurgulanmış olmasıdır.

İçerik analiz edildiğinde Endüstri 4.0 uzmanlarının Türkiye özelinde Endüstri 4.0 kavramına bakış açıları doğrultusunda Endüstri 4.0’ın *eleştirel-destekleyici* doğrultusunda şekillendiği söylenebilir. Özne ifadelerin daha ziyade eleştirel, nesnel ifadeler olarak ayrılan grubun ise daha olumlu bir bakış açısı (destekleyici) yansıttığı söylenebilir. Yanıtlayıcıların büyük bir çoğunluğu verimlilik, üretim miktar ve kalite artışı veya dönüşümün olumlu katkılarına vurgu yaparken aşağıdaki olumsuz (eleştirel) bakış açıları da görülmüştür:

“...zaten var olan durumu tanımlama, buradan motivasyon davranışları çıkararak insanları daha verimli çalıştırma amaçlı bir nevi gizli bir sömürme ve robotlaştırma...”

“...biraz marketing, biraz da çağın gerekliliği ama kaçınılmaz gerçek...”

“...Çin’in yükselişinin batıda oluşturduğu kaygıyı, gelişen teknolojinin yardımıyla üretimdeki verimlilikleri artırıp mavi yaka ihtiyacını ve maliyetleri en aza indirmek için yapılan girişimlerin bütününe verilen addır...”

İçerik analizinde ortaya konulan bir diğer durum ise; Endüstri 4.0’ı ayrıntılı olarak açıklayan katılımcıların kavramın işlevselliği tartışmalarının beraberinde, rekabet avantajı anlamında mutlak uygulamaya geçirilmesi yönünde ifadelerde bulunmalarıdır. Bu ifadeler aşağıdaki gibidir:

“...tüm endüstri kurumlarda konuşulan, hiç dilden düşmeyen fakat önce firmalarda oturması için gerek kültürel gerek ekonomik anlamda en az 10 yıla daha ihtiyaç duyan bir gelişimdir...”

“...Endüstri 4.0 ile birlikte insan gücünün yerini makine ve robotların alması ön görülüyor. Bu şekilde üretimde kalite ve müşteri memnuniyeti kusursuza yakın bir hale gelebilir. Makine ve robotların kontrolü tamamen kendi yapay zekalarıyla olup sorunsuz bir şekilde sürdürülebilir. Endüstri 4.0 tam anlamıyla hayata geçmiş olmasa da Avrupa’da bazı büyük şirketler bu konu hakkında öncülük yapmaktadır. Hala gerekli Ar-ge çalışmaları da devam etmektedir...”

“...diğer endüstriyel devrimler gibi aslında yeni bir era olarak görülmekle beraber, bazı belirsizlikler ve yatırımlara yönelik endişeler, bu tip bir oluşumun diğer eski endüstriyel devrimler gibi entegre olmasını ertelemektedir. Bunların başında otonom sistemlerin devreye alınmasından kaynaklı işsizlik sorunu gelebilir. Fakat bu durumun, diğer endüstriyel devrimlerde de olduğu gibi kalifiye eleman ihtiyacı ve arayışını arttırması ile beraber artık mavi

yaka kavramının da bir noktadan sonra ortadan kalkacağı ve bu alanda çalışan her çalışanın beyaz yaka olacağını anlaması önemli bir noktadır. Öte yandan, bu konseptin en önemli unsurlarından biri olan nesnelere interneti ve bununla beraber tamamlayıcı bir unsur olan makine öğrenmesi göz önüne alındığında, insan faktörünün dışında gelişen süreçler söz konusu olacaktır. Bu noktada da, alışlagelmiş ve geleneksel bir siber güvenlik anlayışının ötesine geçmek gerekmektedir...”

“...gelişmiş bir yapıda üretim sürecinin geliştirilmesi, hızlı ve kaliteli bir üretimin oluşturularak müşterilerin istek ve ihtiyaçlarına uygun üretimleri sağlayacak sistemin fabrikaya entegre edilmesini ifade etmektedir. Bu nedenle işletmelerin Endüstri 4.0'a uyum sağlayan üretim etkinliklerinin oluşturularak, başarılı bir üretim süreci geliştirilmelidir. Küreselleşme sürecinde şirketlerin

devamlılıklarının sağlanması ve rekabetçi bir yapıda etkin olmada, Endüstri 4.0'a ihtiyaç fazladır. Bu bilincin işletmelerde önem kazanması ve çalışanlarında bu tür üretimi desteklemesi ve yeni bilgileri öğrenmeleri gerekmektedir...”

Bu araştırmanın ikinci aşamasında nicel veri toplama yöntemi olan anket kullanılmıştır. Anket için LinkedIn sitesinden yararlanılarak Endüstri 4.0 ile ilgili ve farklı şirketlerde çalışan yönetici pozisyonundaki 204 uzmana e-posta atılarak anketi cevaplaması istenmiştir. Bu uzmanların 150'sinden dönüş alınmıştır.

Anketin önemli sonuçlarındaki farklılıkları değerlendirmek için çeşitli kriterler göz önünde bulundurulmuştur. Bu kriterler sektör, organizasyon tipi, yıllık ciro, iş tipi, tedarikçiler hakkında bilgi ve otomasyon seviyesi olarak belirlenmiştir. Ankete yanıt veren şirketlerin demografik özeti Tablo 1'de gösterilmiştir.

Tablo 1: Ankete yanıt veren şirketlerin demografik özeti

S. No.	Organizasyon Bilgileri	Kriterler	Sayı	Yüzde
1	Sektör	Otomotiv	28	18
		Metal Sanayi	18	12
		Elektrik-Elektronik	22	15
		Yiyecek-İçecek	12	8
		Tekstil	10	7
		Diğer	60	40
2	Organizasyon Tipi	Özel Sektör	128	86
		Kamu Sektörü	11	7
		Çok Uluslu Şirket	11	7
3	Yıllık Ciro	4 milyon TL'den az	35	23
		4 milyon TL - 40 milyon TL	36	24
		40 milyon TL - 100 milyon TL	16	11
		100 milyon TL' den fazla	63	42
4	İş Tipi	Orjinal ürün üreticisi	52	35
		Tedarikçi	33	22
		Her ikisi de	65	43
5	Tedarikçi Sayısı	50'ye eşit ya da daha az	62	41
		51-100	24	16
		101-200	16	11
6	Otomasyon Sistemi	200'den fazla	48	32
		Var	91	61
		Yok	40	27
		Süreçte	19	12

Bu çalışmada, Endüstri 4.0 güçlükleri için ortalama ve standart sapma gibi tanımlayıcı istatistikler Tablo 2' de verilmiştir.

Tablo 2: Endüstri 4.0 güçlüklerine anketle verilen cevapların ortalaması ve standart sapması

S. No.	Güçlükler	Ortalama	Standart Sapma
1	Endüstri 4.0 etkileri üzerindeki anlayış eksiklikleri	3.966	0.944
2	Endüstri 4.0'ı benimseme konusunda zayıf AR-GE faaliyetleri	3.833	1.012
3	Yasal zorunluluklar	3.106	1.188
4	Zayıf şirketlerin dijital operasyon vizyonu ve stratejisi	3.566	1.200
5	Yetersiz yönetim desteği	3.273	1.169
6	Uygulamaları destekleyen kılavuz eksikliği ve karmaşık sorunlar	3.093	1.082
7	Dijital kültür eksikliği	3.966	1.077
8	Dijital yatırımların belirsiz ekonomik yararı	3.200	1.305
9	Global standartların ve veri paylaşım protokollerinin eksikliği	3.353	1.130
10	Altyapı ve internet tabanlı ağların eksikliği	3.526	1.334
11	Yeni iş modellerini uygulama konusunda yetkinlik eksiklikleri	4.040	0.982
12	Zayıf veri kalitesi	3.606	1.209
13	Teknoloji platformlarında entegrasyon eksikliği	3.780	1.134
14	Koordinasyon ve işbirliği sorunu	3.866	1.027
15	Güvenlik sorunları	3.613	1.151
16	Devlet desteği ve politikalarının eksikliği	3.826	1.139
17	Finansal kısıtlar	3.953	1.082
18	Endüstri 4.0' a yönelik isteksiz davranışlar	3.513	1.162

Yukarıda listelenen tüm güçlükler 3'ten büyük ortalama değer elde etmiştir. Bu da belirtilen tüm güçlüklerin önemli olduğunu göstermektedir.

3.2.1. Keşfedici Faktör Analizi

Keşfedici Faktör Analizi (KFA), veri azaltımı ve analizi için kullanılmaktadır (Hair vd., 2006). Bu çalışmada da SPSS Version 20.0 kullanılarak faktör analizi ve güvenilirlik testleri yapılmıştır. Elde edilen KMO değeri (0.841), önerilen minimum değerden (0.6) önemli ölçüde fazladır (Kaiser, 1974; Hair vd., 2006). Güçlüklerin değerlendirilmesinde Bartlett'in Sphericity Testi de önemlidir ($p < 0.01$).

Bu çalışmada, tüm zorluklar 0.5' in üzerinde faktör yüküne ve 0,7'den fazla Cronbach'ın alfa değerlerine sahiptir (Nunnally, 1978; Hu ve Hsu, 2010; Luthra vd., 2016a). Tablo 3'te faktör analizi sonuçları açıklanmaktadır. Belirlenen güçlükler 4 boyut (Teknolojik Güçlükler (TG), Legal ve Etik güçlükler (LG), Örgütsel Güçlükler (ÖG) ve Stratejik

Güçlükler (SG)) altında toplanmıştır. Bu boyutlar; toplam varyansın yarısından fazlasıyla açıklanmaktadır (%61.161). KFA'dan elde edilen sonuçlara tüm boyutların yükleri aşağıda verilmiştir:

Boyut 1- Teknolojik Güçlükler (TG): Sürdürülebilir tedarik zinciri için Endüstri 4.0 yayılımında yaşanan teknolojik engeller ile ilgili dört güçlükten oluşmaktadır. Bu boyut varyansın % 35.728 ile açıklanmaktadır.

Boyut 2- Örgütsel Güçlükler (ÖG): Endüstri 4.0 yoluyla değer zincirlerinde sürdürülebilirliğin ekolojik, ekonomik ve sosyal yönlerini benimsemek için örgütsel düzeydeki engelleri temsil etmektedir. Bu boyut, varyansın %10.632'ini açıklayan yedi zorluktan oluşmaktadır.

Boyut 3- Legal ve Etik Güçlükler (LG): Sürdürülebilir Tedarik Zincirinde Endüstri

4.0 kavramlarının benimsenmesinde yasal ve etik konularla uğraşmaktadır. Bu boyut dört zorluktan oluşmaktadır ve varyansın %7.659'unu açıklamaktadır.

Boyut 4- Stratejik Güçlükler (SG): Sürdürülebilir Tedarik Zincirinde Endüstri 4.0 yayılımı ile ilgili stratejik konularla ilgili üç zorluktan oluşmaktadır. Bu boyut, varyansın %7.142' sini açıklamaktadır.

Tablo 3: Keşfedici Faktör Analizi (KFA) Sonuçları

Boyut	Güçlükler	Yükler	Eigen Değerleri	Kümülatif Yüzdeler
Teknolojik	Zayıf veri kalitesi (TG1)	0.774	6.431	35.728
Güçlükler	Altyapı ve internet tabanlı ağların eksikliği (TG2)	0.733		
(TG)	Teknoloji platformlarında entegrasyon eksikliği(TG3)	0.730		
	Güvenlik sorunları (TG4)	0.688		
Örgütsel	Endüstri 4.0 etkileri üzerindeki anlayış eksiklikleri (ÖG1)	0.799	1.914	46.360
Güçlükler	Endüstri 4.0'ı benimseme konusunda zayıf AR-GE faaliyetleri (ÖG2)	0.707		
(ÖG)	Yetersiz yönetim desteği (OG3)	0.697		
	Dijital kültür eksikliği (OG4)	0.618		
	Yeni iş modellerini uygulama konusunda yetkinlik eksiklikleri (OG5)	0.597		
	Koordinasyon ve işbirliği sorunu (OG6)	0.548		
	Endüstri 4.0' a yönelik isteksiz davranışlar (OG7)	0.514		
Legal ve	Devlet desteği ve politikalarının eksikliği (LG1)	0.796	1.379	54.019
Etik	Finansal kısıtlar (LG2)	0.749		
Güçlükler	Yasal zorunluluklar (LG3)	0.551		
(LG)	Zayıf şirketlerin dijital operasyon vizyonu ve stratejisi (LG4)	0.522		
Stratejik	Dijital yatırımların belirsiz ekonomik yararı (SG1)	0.746	1.286	61.161
Güçlükler	Global standartların ve veri paylaşım protokollerinin eksikliği(SG2)	0.693		
(SG)	Uygulamaları destekleyen kılavuz eksikliği ve karmaşık sorunlar (SG3)	0.560		

Extraction Method: Principal Component Analysis. Rotation Method: Varimax with Kaiser Normalization (Rotation converged in 5 iterations). KMO measure of sampling adequacy = 0.841; Cronbach's alpha = 0.845. Bartlett's Test of Sphericity: Approx. Chi-Square = 1175.431; df = 153; Sig. = 0.000.

3.2.2. Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP)

AHP, 1980 yılında Prof. Thomas L. Saaty tarafından önerilen bir karar analiz aracıdır (Saaty, 1980). Karmaşık karar problemlerini çoklu düzeylerden oluşan düzenli bir yapıya dönüştürür

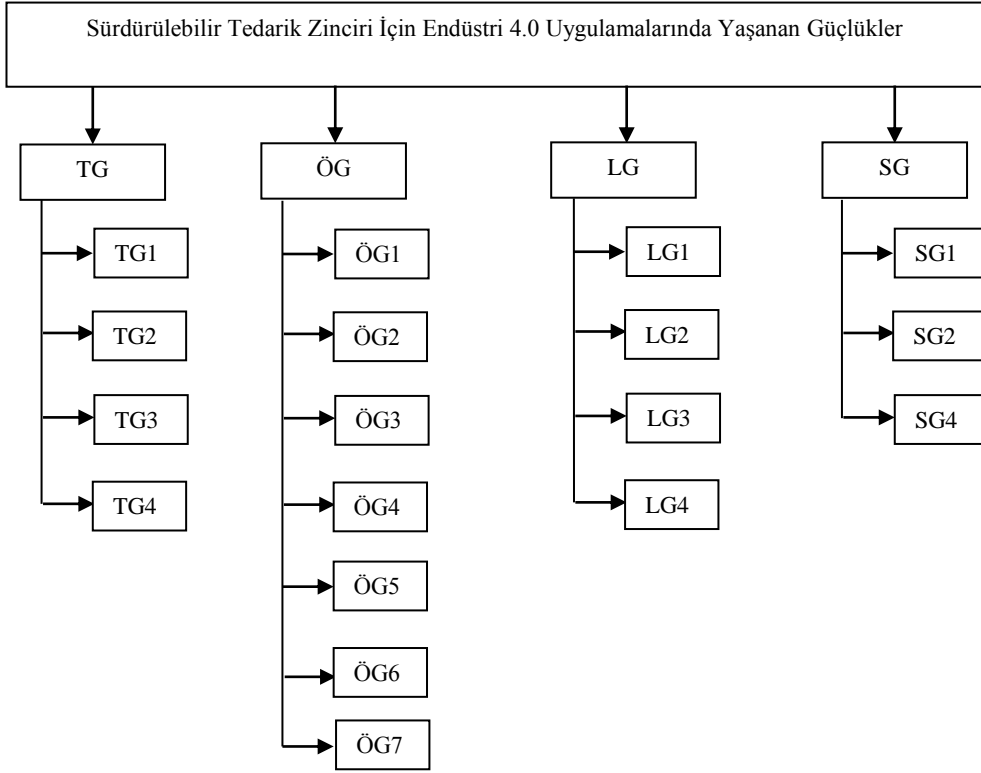
(Papalexandrou vd., 2008; Dey ve Cheffi, 2013). AHP, yaygın kabul edilebilirliği ve kullanım kolaylığı nedeniyle ANP' ye göre daha iyi bir karar verme aracı olarak kullanılmaktadır (Mangla vd. 2015; Luthra vd., 2017). Bununla birlikte, AHP

kararlarda küçük tutarsızlıklar içerebilmektedir (Gandhi vd., 2016). Bu çalışmada, tedarik zincirinde Endüstri 4.0 tabanlı sürdürülebilirliğin sağlanmasında belirlenen güçlükleri analiz etmek için AHP metodu kullanılmıştır. AHP'nin adımları şu şekilde verilmiştir: (Luthra vd., 2016b):

Adım 1: Çalışmanın Amacının Oluşturulması

AHP, uzmanların görüşleri ile ana güçlüklerin ve alt güçlüklerin boyutlarının önceliğini belirlemeye yardımcı olmaktadır.

Bu çalışmanın amacı ile ilgili bir hiyerarşi, uzmanlarla tartışılarak geliştirilmiştir. AHP analizi için, dört uzmandan oluşan bir uzman paneli (iki akademisyen ve iki Endüstri 4.0 uzmanı) oluşturulmuştur. Seçilen uzmanlar, imalat sistemleri ve tedarik zinciri faaliyetleri alanında yüksek düzeyde bilgili ve yetenekli profesyonellerdir. Seçilen uzmanlar 10 yıldan fazla iş tecrübesine sahiptir. Sürdürülebilir tedarik zinciri için Endüstri 4.0 uygulamalarında yaşanan güçlüklerin hiyerarşik yapısı Şekil 2'de verilmiştir.



Şekil 2: Endüstri 4.0 Uygulamalarında Yaşanan Güçlüklerin Hiyerarşik Yapısı

Adım 2: Güçlükler arasında ikili karşılaştırmaları geliştirilmesi

Uzmanların kararına dayanarak hem ana güçlükler hem de alt güçlükler Saaty'nin ölçeği ile çift yönlü karşılaştırmalar yapılarak değerlendirilmiştir (Saaty, 1980). Bu değerlendirme Expert Choice programı kullanılarak yapılmıştır.

Adım 3: Göreceli önem ağırlıklarının ve tutarlılık oranının hesaplanması

Çift yönlü karşılaştırmalar temelinde, ana güçlüklerin göreceli öncelik ağırlıkları Tablo 4'te gösterildiği gibi hesaplanmıştır. Tablo 4'e göre ana güçlükler arasında Örgütsel Güçlükler (ÖG) 0.383 ağırlığı ile ilk sıradadır. Teknolojik Güçlükler (TG) 0.273 ağırlığı ile ikinci

sıradadır. Legal ve Etik Güçlükler (LG) 0.219 ağırlığı ile üçüncü sırada olup ve son sırada 0.125 ağırlığı ile Stratejik Güçlükler (SG) yer almıştır. Tablo 4’te de olduğu gibi Tablo 5’te de tüm çiftli karşılaştırma matrislerindeki tutarlılık oranı izin verilen sınırın altındadır, dolayısıyla sonuçlar oldukça kabul edilebilirdir. Tablo 5’deki alt boyutların global ağırlıklarına baktığımızda ilk sırada 0.125 ağırlığı Altyapı ve internet tabanlı ağların eksikliği (TG2) gelmektedir. İkinci sırada ise 0.103 ağırlığı ile Yetersiz yönetim desteği bulunmaktadır. Üçüncü sırada da 0.077 global ağırlığı ile Devlet desteği ve politikalarının eksikliği gelmektedir.

Tablo 4: Endüstri 4.0 güçlüklerinin dört ana boyutunun karşılaştırma matrisi

S. No.	Güçlüklerin Ana Boyutları	TG	OG	LG	SG	Ağırlık	Sıralama
1	Teknolojik Güçlükler (TG)	1	1/2	2	2	0.273	2
2	Örgütsel Güçlükler (ÖG)	2	1	2	2	0.383	1
3	Legal ve Etik Güçlükler (LG)	1/2	1/2	1	3	0.219	3
4	Stratejik Güçlükler (SG)	1/2	1/2	1/3	1	0.125	4

Tutarlılık Oranı:0.08

Tablo 5: Sürdürülebilir tedarik zinciri için Endüstri 4.0 girişimlerine yönelik güçlüklerin sıralanması.

Ana Güçlükler	Yerel Ağırlıklar	Alt Güçlükler	Yerel Ağırlıklar	Yerel Sıralama	Global Ağırlıklar	Global Sıralama
Teknolojik Güçlükler (TG)	0.273	Zayıf veri kalitesi (TG1)	0.144	4	0.039	14
		Altyapı ve internet tabanlı ağların eksikliği (TG2)	0.459	1	0.125	1
		Teknoloji platformlarında entegrasyon eksikliği (TG3)	0.226	2	0.061	7
		Güvenlik sorunları (TG4)	0.172	3	0.046	11
Örgütsel Güçlükler (ÖG)	0.383	Endüstri 4.0 etkileri üzerindeki anlayış eksiklikleri (ÖG1)	0.142	4	0.054	10
		Endüstri 4.0’ı benimseme konusunda zayıf AR-GE faaliyetleri (ÖG2)	0.175	2	0.067	4
		Yetersiz yönetim desteği (OG3)	0.270	1	0.103	2
		Dijital kültür eksikliği (OG4)	0.111	5	0.042	12
		Yeni iş modellerini uygulama konusunda yetkinlik eksiklikleri (OG5)	0.084	6	0.032	15
		Koordinasyon ve işbirliği sorunu (OG6)	0.070	7	0.026	16
		Endüstri 4.0’ a yönelik isteksiz davranışlar (OG7)	0.148	3	0.056	8
Legal ve Etik Güçlükler (LG)	0.219	Devlet desteği ve politikalarının eksikliği (LG1)	0.356	1	0.077	3
		Finansal kısıtlar (LG2)	0.295	2	0.064	6
		Yasal zorunluluklar (LG3)	0.251	3	0.054	9
		Zayıf şirketlerin dijital operasyon vizyonu ve stratejisi (LG4)	0.098	4	0.021	17
Stratejik Güçlükler (SG)	0.125	Dijital yatırımların belirsiz ekonomik yararı (SG1)	0.140	3	0.017	18
		Global standartların ve veri paylaşım protokollerinin eksikliği (SG2)	0.528	1	0.066	5
		Uygulamaları destekleyen kılavuz eksikliği ve karmaşık sorunlar (SG3)	0.333	2	0.041	13

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

Bu çalışmada belirlenen 18 güçlük ifadesini doğrulamak ve dört ana faktörde değerlendirmek için KFA yapılmıştır. Bu boyutlar: Teknolojik Güçlükler (TG), Örgütsel Güçlükler (ÖG), Legal ve Etik Güçlükler (LG) ve Stratejik Güçlükler (SG) olarak adlandırılabilir. Faktör analizinde değerlendirilen güçlükler AHP kullanılarak sıralanmış ve ağırlıklar incelendiğinde öncelikli sırayı örgütsel güçlüklerin aldığı (ÖG) görülmüştür. Daha sonra sırasıyla Teknolojik, Yasal ve Etik ve son olarak Stratejik Güçlükler yer almıştır.

Örgütsel Güçlükler (ÖG) boyutunun altındaki güçlükler incelendiğinde, “yetersiz yönetim desteğinin varlığı” ifadesi ön plana çıkmıştır, ayrıca aynı ifade global sıralamada da 2. sırada yer alan ifade olmuştur. Bu durum Endüstri 4.0 kavramının karmaşıklığı ve tek bir ideal tanıma sahip olmaması düşüncesini destekler bulunmuştur (Brettel vd., 2014). Bu anlamda ülkemiz genelinde Endüstri 4.0 kavramının daha çok anlamlandırılıp, bilinir hale getirilmesi gereklidir. Ancak bu şekilde Endüstri 4.0 girişimleri uygulama safhasına geçebilecektir. Bu durum “zayıf AR-GE faaliyetleri” ifadesinin 2. önem sıralamasında yer almasıyla da bir nevi doğrulanmaktadır. ÖG ana faktörü altındaki sıralamada geride olan ifadeler “yeni iş modellerini uygulama konusunda yetkinlik eksiklikleri” ve “koordinasyon ve işbirliği sorunu” ifadeleri 6. ve 7. sırada yer almış ve aynı güçlükler görece global sıralamada da 16. ve 17. sıralarda yer bulmuştur. Bu durum, yönetimde bulunan bireylerin Endüstri 4.0’a proaktif yaklaşımlarını gerektiren ve aynı zamanda sürdürülebilir kılmak adına stratejik bir bakış açısı benimsemelerini gerekli kılmaktadır. Organizasyonel stratejiler benimsenerek ve liderlik araçlarını firma stratejisine odaklayarak dönüşüm yapılması gereklidir. Üçüncü sırada yer alan örgütsel güçlük ise “Endüstri 4.0’a yönelik isteksiz davranışlar” olmuştur. Dördüncü sırada “Endüstri 4.0 etkileri üzerindeki anlayış eksiklikleri”, takiben “dijital kültür

eksikliği” ise beşinci önemli güçlük olarak belirlenmiştir. Bu sıralama bize, ülkemizde küresel anlamda var olan güçlüklerden daha ziyade, Endüstri 4.0 kavramı ile ilgili bilinç düzeyinin yetersiz oluşu ve dolayısıyla uygulama aşamasından çok, Endüstri 4.0 girişimleri hakkındaki bilgi düzeyinin artırılması gerektiği bulgusuna ulaşılmıştır.

Teknolojik Güçlükler (TG) ana boyutunun altında ise; “altyapı ve internet tabanlı ağların eksikliği” önem sıralamasında ilk sırada yer almıştır. İkinci olarak, “teknoloji platformlarında entegrasyon eksikliği” güçlüğü ortaya çıkmaktadır. İlk iki sıralama bizlere Endüstri 4.0’da önce akıllara altyapı ve teknoloji eksikliğinin geldiğini, dolayısıyla “güvenlik sorunu” ve “zayıf veri kalitesi” güçlüklerinden ziyade daha yapısal problemlerin olduğunu ortaya koymaktadır.

Legal ve Etik Güçlükler (LG) boyutunda ise, “devlet desteği ve politikalarının eksikliği” önem sıralamasında başı çekmektedir. Bu durum, Endüstri 4.0’ın karar yapıcılar tarafından da tam olarak anlaşılmadığının da bir göstergesi olabilir. Uygulamadan önce karar almak gereklidir. Ülkemizde bu açıdan yenilikleri destekleyici olmak, başı çekmek ve hatta teşviklerde bulunulması vb. beklentiler, bu güçlüğün ilk sırada olmasında rol oynamış olabilir. Bu boyutta yer alan önem sıralamaları ise şu şekilde gerçekleşmiştir: “finansal kısıtlar”, “yasal zorunluluklar”, “zayıf şirketlerin dijital operasyon vizyonu ve stratejisi”.

Son olarak Stratejik Güçlükler (SG) son ana boyut olarak yer almakta ve “global standartların ve veri paylaşım protokollerinin eksikliği” önem sırasında başı çeken güçlük olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu bakıldığında yine yapısal bir sorun olarak ifade edilebilir. İkinci önem sırasını “uygulamaları destekleyen kılavuz eksikliği ve karmaşık sorunlar” almıştır. Üçüncü sırada ise, “dijital yatırımların ekonomik yararlarının belirsizliği” yer almıştır. Bu durum yine literatürde yer alan fayda-maliyet analizi yapılmasını öngören düşünceleri destekler bir bulgudur (Hofmann ve Rüsçh, 2017).

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışma Türkiye’de sürdürülebilir tedarik zincirini planlamak ve uygulayabilmek için, Endüstri 4.0 girişimlerinin güçlüklerini tanımayı ve analiz etmeyi amaçlamaktadır. Endüstri 4.0 tabanlı bir konsept ortaya koyabilmek için tedarik zincirinin her süreci gözden geçirilerek, sadece teknolojik, örgütsel, legal veya stratejik değil, çalışan ve toplum refahı ölçümlerinin de bir araya getirilmesi gereklidir.

5.1. Teorik Katkı

Endüstri 4.0’ın iş modelleriyle bütünleştirilebilmesi ve sürdürülebilirliği henüz ilk aşamalarında. Özellikle ülkemiz gibi gelişmekte olan ülkeler için yeni bir adımdır ve iş hayatı ile bütünleşebilmesi ve anlaşılabilmesi için net bir tanıma ihtiyacı vardır. Bu bakış açısı ile yola çıkarak, sürdürülebilir odaklı tedarik zinciri geliştirebilmek ve uygulayabilmek için Luthra ve Mangla (2018) çalışmasından 18 temel güçlük uyarlanmıştır. KFA ile analiz edilmiş ve teorik olarak boyutlara ayrılmıştır. Daha sonra AHP ile, belirlenen güçlükler ve alt güçlükler sıralanmıştır. Çalışma sonucunda örgütsel güçlükler başı çekmek üzere, teknolojik güçlükler, yasal ve etik güçlükler ve stratejik güçlükler önem sıralamasında yer almıştır. Bu çalışma Endüstri 4.0 ve sürdürülebilir tedarik zinciri alanının ve dolayısıyla değer zinciri ile ilgili teoriye katkıda bulunmak için bir çaba niteliğindedir. Endüstri 4.0 girişimlerinin uygulanabilmesi, özellikle gelişmekte olan ekonomilerde tedarik zincirinin genişletilmesi ve dolaylı olarak yeşil tedarik zincirinin de (yeşil üretim/süreçler, yeşil ürün vb.) potansiyelinin ortaya çıkarılması demektir. Bütün bunların olabilmesinin ön koşulu ise, Endüstri 4.0 girişimlerinin, karar yapıcılar ve uygulayıcılar tarafından derinlemesine anlaşılabilmesidir. Bir sonraki adım ise, Endüstri 4.0’ın benimsenmesinde potansiyel güçlüklerin saptanarak ortadan kaldırılmasıdır. Bu şekilde, çevre, ekonomik kazanç, birey-toplum refahı geliştirilip, tedarik zincirinde sürdürülebilirlik sağlanabilecektir.

5.2. Yönetici ve Uygulayıcılara Katkı

Bu çalışma süreç içerisinde yer alan yöneticilere ve mühendislere değer zincirinde sürdürülebilir olabilmek adına katkı sağlamaktadır. Endüstri 4.0 kavramını anlamlandırma ve uygulanabilir kılabilmek için olası güçlüklerin (gelişmekte olan ekonomiler için) tanımlanması sağlanmıştır. Bu sayede, değer zinciri içerisinde yer alan yönetici ve mühendisler, süreçleri ve operasyonları tasarlama, yürütme, kontrol etme ve optimize etme adımlarında belirlenen güçlüklerin ve önem sıralarını kendi karar mekanizmalarına dahil edebilirler. Bu çalışmada elde edilen güçlükleri ile uygun materyal seçiminden, yeni enformasyon teknolojilerinin kararı ve kullanımına; nesnelerin interneti, bulut bilişim ve robotik kullanımına kadar uzayan Endüstri 4.0 girişimleri skalasında nerede olduklarına ve nereye gideceklerine karar verebilmelerinde yol gösterici olacaktır. Örgütlerin amaç ve hedeflerini gerçekleştirmek üzere ki; Endüstri 4.0 bağlamında bakıldığında -süreç tasarımı, robotlar ve sensörler yardımıyla kontrol sağlama, üretimde daha yüksek verimlilik sağlama, üretimi sürdürülebilir kılma vb. nitelikleri sağlamaktan geçmektedir. Mevcut kavramın kazanımlarının iş dünyasına büyük ve farklı etkilere sahip olduğu göz önünde bulundurulmalıdır. Bu tür radikal dönüşümler, iş çıktılarını ve esnekliği artırabilirken, aynı zamanda çevreye daha çok kaynak tüketimi ve enerji gereksinimi açısından da zarar verici olabilirler. Çalışmanın bulguları bu anlamda sürdürülebilir noktaları vurgulayarak, Endüstri 4.0 tabanlı uygulamaları anlama, uygulamaların durumu ve etkilerini anlamak adına uygulayıcı, yönetici ve tedarik zinciri içindeki tüm paydaşlara yardımcı olabilir. Türkiye’nin de küresel rekabette yer alabilmesi adına, Endüstri 4.0 girişimlerini bilinçli olarak benimsemelidir. Bu anlamda Endüstri 4.0 tabanlı uygulamalar yaratarak ve uygulayarak; istihdam ve birey-toplum refahını arttıran ve sonuçta toplumun yaşam kalitesini arttıran bir iş sistemi düşüncesi hızla benimsenmelidir.

5.3. Kısıtlar ve Gelecek Araştırmalar İçin Öneriler

Bu çalışma geliştirmekte olan ülkelerde ön görülen 18 güçlü temelde ilerlemiştir. Benzer ülkelerde yapılacak benzer araştırmalar ve karşılaştırılmaları gelecek çalışmalara dahil edilebilir. Bu çalışmada veriler, online anket oluşturularak toplanmıştır. Karma bir metodoloji

kullanarak, daha fazla sayıda bilgi toplanıp, Türkiye genelinde Endüstri 4.0 girişimleri ve uygulayıcıların bakış açısı ortaya konabilir. Gelecek çalışmalarda güçlüklere geliştirilerek, nedensellik ve bağımlılıklar ön plana çıkarılabilir. AHP ile yapılan analiz, diğer çok kriterli karar verme teknikleri kullanılarak, sektörel bazda karşılaştırılabilir.

KAYNAKÇA

1. Brettel, M., Friederichsen, N., Keller, M., ve Rosenberg, M. (2014). How virtualization, decentralization and network building change the manufacturing landscape: an industry 4.0 perspective. *Int. J. Mech. Ind. Sci. Eng.*, 37-44.
2. De Sousa Jabbour, A., Jabbour, C., Godinho Filho, M., ve Roubaud, D. (2018). Industry 4.0 and the circular economy: a proposed research agenda and original roadmap for sustainable operations. *Ann. Oper. Res.*, 1-14.
3. Dey, P.K. ve Cheffi, W., (2013). Green supply chain performance measurement using the analytic hierarchy process: a comparative analysis of manufacturing organizations. *Prod. Plann. Control* 24 (8-9), 702-720.
4. Duarte, S., ve Cruz-Machado, V. I.-1. (2017). Exploring linkages between lean and green supply chain and the industry 4.0. *International Conference on Management Science and Engineering Management* (s. 1242-1252). Cham: Springer.
5. Dujin, A., Geissler, A., ve Horstkötter, D. (2014). *How Europe Will Succeed*. https://www.rolandberger.com/en/Publications/pub_industry_4_0_the_new_industrial_revolution.html. adresinden alındı
6. Gandhi, S., Mangla, S.K., Kumar, P., Kumar, D., (2016). A combined approach using AHP and DEMATEL for evaluating success factors in implementation of green supply chain management in Indian manufacturing industries. *Int. J. Logist. Res. Appl.* 19 (6), 537-561.
7. Hair Jr., J.F., Black, W.C., Babin, B.J., Anderson, R.E., Tatham, R.L., (2006). *Multivariate Data Analysis: A Global Perspective*, 7th edition. Pearson publications, Upper Saddle River, Boston.
8. Hermann, M., Pentek, T., ve Otto, B. (2016). Design Principles for Industrie 4.0 Scenarios. *2016 49th Hawaii International Conference on System Sciences (HICSS), Koloa, HI*, (s. 3928-3937).
9. Hofmann, E., ve Rüsçh, M. (2017). Industry 4.0 and the current status as well as future prospects on logistics. *Comput. Ind.*, 89, 23-34.
10. Hu, A.H., Hsu, C.W., (2010). Critical factors for implementing green supply chain management practice: an empirical study of electrical and electronics industries in Taiwan. *Management Research Review* 33 (6), 586-608.
11. Johannes, C. d., ve Strandhagen, J. O. (2017). Research into the potential revenue models for Industry 4.0 supported sustainable products. *Procedia CIRP*, 63, 721-726.
12. Kaiser, H.F., 1974. An index of factorial simplicity. *Psychometrika* 39 (1), 31-36.

13. Kamblea, S. S., Gunasekaranb, A., ve Gawankar, S. A. (2018). Sustainable Industry 4.0 framework: A systematic literature review identifying the current trends and future perspectives. *Process Safety and Environmental Protection*(117), 408-425.
14. Luthra, S., ve Mangla, S. K. (2018). Evaluating challenges to Industry 4.0 initiatives for supply chainsustainability in emerging economies. *Process Safety and Environmental Protection*, 117, 168-179.
15. Luthra, S., Garg, D., Haleem, A., (2016)a. The impacts of critical success factorsfor implementing green supply chain management towards sustainability:an empirical investigation of Indian automobile industry. *J. Clean. Prod.* 121,142–158.
16. Luthra, S., Mangla, S.K., Xu, L., Diabat, A., (2016)b. Using AHP to evaluate barriers inadopting sustainable consumption and production initiatives in a supply chain.*Int. J. Prod. Econ.* 181, 342–349.
17. Mangla, S.K., Kumar, P., Barua, M.K., (2015). Risk analysis in green supply chain usingfuzzy AHP approach: a case study. *Resour. Conserv. Recycl.* 104, 375–390.
18. Mittermair, M. (2015). Industry 4.0 initiatives. *SMT: Surf. mt. Technol.*, 30(3), 58-63.
19. Nunnally, J., 1978. *Psychometric Methods*. McGraw Hill, New York.
20. Oesterreich, T., ve Teuteberg, F. (2016). Understanding the implications of digitisation and automation in the context of Industry 4.0: a triangulation approach and elements of a research agenda for the construction industry. *Comput. Ind.* (83).
21. Papalexandrou, M.A., Pilavachi, P.A., Chatzimouratidis, A.I., (2008). Evaluation of liquidbio-fuels using the Analytic Hierarchy Process. *Process Saf. Environ. Protect.* 86(5), 360–374.
22. Saaty, T.L., (1980). *The Analytic Hierarchy Process: Planning, Priority Setting, Resource Allocation*. Mac Graw-Hill, International Book Company, New York, pp. 287.
23. Tjahjono, B., Esplugues, C., Ares, E., ve Pelaez, G. (2017). What does Industry 4.0 mean to Supply Chain? *Procedia Manufacturing*, 13, 1175-1182.
24. Wan, J., Yi, M., Li, D., Zhang, C., Wang, S., ve Zhou, K. (2016). Mobile Services for Customization Manufacturing Systems: An Example of Industry 4.0. *IEEE Access*, 4, s. 8977-8986.
25. Wong, K. S., ve Kim, M. H. (2014). Towards self-awareness privacy protection for Internet of things data collection. *Journal of Applied Mathematics*.

TÜRKİYE VE ALMANYA'NIN SANAYİDE DİJİTAL DÖNÜŞÜMÜ: YOL HARİTALARI VE ŞİRKETLERİN KARŞILAŞTIRMASI¹

TURKEY AND GERMANY'S DIGITAL TRANSFORMATION IN INDUSTRY: COMPARISON OF ROADMAP AND COMPANIES

Elif NUROĞLU*, Hüseyin H. NUROĞLU**

* Doç. Dr., Türk-Alman Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, İktisat Bölümü, nuroglu@tau.edu.tr,
https://orcid.org/0000-0002-1491-4722

** Arş. Gör., Türk-Alman Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, İşletme Bölümü,
h.nuroglu@tau.edu.tr, https://orcid.org/0000-0002-6254-7349

ÖZ

Bu makale Almanya'nın Endüstri 4.0 yol haritası ile Türkiye'nin 2018 yılında açıklanan Dijital Türkiye yol haritasını içerik açısından karşılaştırmayı amaçlamaktadır. Makalenin bulgularına göre, Türkiye'nin dijitalleşme yol haritasında standartlaşma, modelleme, dijitalleşen iş ve işyeri tasarımı konularına hiç değinilmemiş, hukuki alt yapının dijitalleşmenin gerekliliklerine uygun bir şekilde hazırlanması konusunda ise bir eylem planı yapılmamıştır. Türkiye sanayide dijital dönüşüm sürecinde ilerledikçe bu konulardaki eksiklikler ortaya çıkacak ve yol haritasının bu doğrultuda revize edilmesi gerekecektir. Makalede ikinci olarak, Türk ve Alman şirketlerinin sanayide dijital dönüşümü hayata geçirme konusunda karşılaştıkları problemler ikincil veri kullanılarak karşılaştırılmaktadır. Elde edilen bulgulara göre Alman şirketler sanayide dijital dönüşümü gerçekleştirirken dijital dönüşümün çalışanlar tarafından kabul görmemesi, veri sorunları, firma içinde koordinasyon sorunları, mevcut yapının Endüstri 4.0 uygulamalarını zorlaştırması, tanımlanmamış standartlar ve aynı işin farklı katmanlarda yapılmasından kaynaklı sorunlar ile karşılaşmışlardır. Türkiye'nin şirketleri ise bu konuda yaşayacakları tüm zorlukları yatırım maliyetlerine indirgemişler, uygulamada karşılaşılabilecekleri veri güvenliği, belirlenmemiş standartlar, yeni iş ve iş yeri tasarımı, yetersiz hukuki ve teknik altyapı gibi sorunların henüz farkına varamamışlardır.

Anahtar Kelimeler: Endüstri 4.0, Türkiye, Almanya, Yol Haritası, Türk ve Alman Şirketler

Jel Kodları: L23, O14, O25

ABSTRACT

This article aims to compare Germany Standardization Road Map for Industry 4.0 with Digital Turkey Road Map in terms of content. According to our findings, Turkey's digitalisation roadmap doesn't contain any information about the topics such as standardization, modeling, new business and workplace design. No action plan has also been made to prepare the legal infrastructure in accordance with the requirements of digitalisation. In the second part of the article, the problems faced by Turkish and German companies in the digital transformation in industry are examined and compared using secondary data. According to the findings obtained in this part, German companies faced the following problems in the digital transformation in the industry; nonacceptance of the digital transformation by the employees, data problems, the coordination problems within the company, the existing structure causing difficulties in Industry 4.0 applications, unspecified standards and interface problems. Turkey's companies have explained that high investment costs are the biggest

¹ Bu çalışma Alman Akademik Değişim Servisi (DAAD) tarafından finansal olarak desteklenmiştir.

difficulty in the digital transformation in industry. They have not yet become aware of the problems they may encounter in practice, such as the data security, unspecified standards, new business and workplace design, insufficient legal and technical infrastructure.

Keywords: Industry 4.0, Turkey, Germany, Road Map, Turkish and German Firms

Jel Codes: L23, O14, O25

1. GİRİŞ

2011 yılında ilk kez Almanya’da ortaya çıkan (Kagermann vd., 2011) ve takip eden senelerde pek çok ülkenin odaklandığı bir hedef haline gelen 4. Sanayi Devrimi Türkiye’nin gündemine 2016 yılında resmi anlamda girmiş ve son iki yılda konu hakkında çok detaylı çalışmalar yapılmıştır. Uyum sağlamayan işletme ve ülkelerin kaybedeceği, önde gidenlerin kazanacağı bir yarış olarak anlatılan (EBSO, 2015: 24) ve 4. Sanayi Devrimi adıyla gerçekleşmeden adı konan ilk devrim olma özelliğini haiz olan sanayide dijital dönüşüm konusunda Almanya ve Türkiye’de 2013 yılından 2018 yılı başlarına kadar yapılan pek çok anket çalışması mevcuttur (VDMA, 2013; Industry of Things, 2018; TÜSİAD-BCG, 2016 ve 2017; BSTB, 2018a).

Endüstri 4.0 markasının ana vatani olan Almanya’da 2013 yılında yapılan anket çalışmalarında Alman şirketler bu dönüşümde en fazla standartlaşma konusunda sorun yaşayacaklarını ifade ederler (VDMA, 2013). Bununla birlikte kalifiye eleman yetersizliği, süreç ve iş organizasyonu, mevcut ürünler, yeni iş modelleri, güvenlik ve veri koruma gibi sorunları da Endüstri 4.0 yolunda karşılaştıkları diğer engeller arasında sıralarlar. Aradan geçen beş yılda Alman şirketler dijitalleşme yolunda çok önemli mesafe kaydetmiş, bununla birlikte karşılaştıkları problemler de değişmiştir. Endüstri 4.0 konusunda inanç ve heyecan kaybı, başarısız projelere yatırılan ve kaybedilen finansman kaynakları, Endüstri 4.0’ın çalışanlar tarafından kabul görmemesi gibi hususlar Alman şirketlerinin karşılaştıkları yeni sorunlara örnek olarak verilebilir.

Türkiye’de Endüstri 4.0 konusundaki çalışmalar Almanya’dan takriben beş yıl sonra başlamış, şirketlerin dijital olgunluk seviyesini ölçen çalışmalar da 2016 yılından itibaren yapılmaya başlanmıştır (TÜSİAD-BCG, 2016; TÜBİTAK, 2016). TÜBİTAK (2016: 4)’a göre Türkiye’nin şirketleri ikinci ve üçüncü sanayi devrimi arasında sıkışıp kalmış, yani henüz tam otomasyona geçememiştir. Bu nedenle Türkiye’de şirketlerin dijitalleşme yolculuğunda karşılaştıkları problemler ve engeller incelenirken, bu durumun da göz önünde bulundurulması gereklidir.

Bu makalenin amacı, dördüncü sanayi devrimini Almanya’dan teorik olarak beş yıl geriden takip eden Türkiye ile Almanya arasında yol haritaları ve şirketlerin dijital dönüşümde karşılaştıkları sorunlar açısından bir karşılaştırma yapmak ve Türkiye için öneriler sunmaktır. Makalede Almanya ve Türkiye’nin dijital dönüşüm sürecinde takip ettikleri yol haritaları incelenecek, Almanya’nın Endüstri 4.0 yolculuğunda belirlediği sekiz anahtar alan ve Türkiye’nin dijital dönüşümü için oluşturduğu altı bileşen içerik bakımından karşılaştırılacaktır. Daha sonra, Almanya ve Türkiye’de Bilim Sanayi ve Teknoloji Bakanlıkları tarafından yaptırılan ve şirketlerin dijital dönüşüm yolculuğunu aşama aşama ölçen anketler ışığında Alman ve Türk şirketlerin sanayide dijital dönüşümde karşılaştıkları sorunlar incelenecektir. Bu bulgular ve yapılan karşılaştırmalar sonucunda Almanya’da yaşanan süreç baz alınarak Türkiye’nin dijital devrime hazırlanma aşamasında alması gereken tedbirler önerilecektir.

Makalenin planı şu şekildedir. İkinci bölümde sanayide dijital dönüşüm

teknolojileri hakkında kısa bir literatür özeti sunulacaktır. Üçüncü bölümde Almanya'nın Endüstri 4.0 dönüşümü için belirlediği sekiz anahtar alan ve Dijital Türkiye yol haritasının altı bileşeni açıklanarak içerik bakımından karşılaştırılacaktır. Dördüncü bölüm, Almanya ve Türkiye'deki şirketlerle yapılan anket sonuçlarını değerlendirecek ve her iki ülkede sanayide dijital dönüşüm yolculuğunda karşılaşılan sorunlar tartışılacaktır. Beşinci bölümde sonuç ve öneriler ortaya konulacaktır.

2. LİTERATÜR ÖZETİ

Endüstri 4.0 literatürde çok kullanılan bir kavram olmasına rağmen herkes tarafından kabul gören bir tanıma yoktur. Detaylı bir literatür taraması sonucunda Endüstri 4.0'ı tanımlayan Hermann vd. (2015:11)'ne göre, Endüstri 4.0 organizasyonların değer zincirinde kullanılan teknolojilerin genel adıdır. Endüstri 4.0 ile birlikte hayatımıza giren akıllı fabrikalarda siber fiziksel sistemler fiziksel süreçleri izler, fiziki dünyanın sanal bir kopyasını oluşturur ve merkezi olmayan kararlar verirler. Nesnelerin interneti (IoT) teknolojisi ile siber fiziksel sistemler birbirleri ile ve insanlarla gerçek zamanlı iletişim kurar ve birlikte çalışır. Hizmetlerin interneti (Internet of Services) sayesinde hem firma içi hem de çapraz örgütsel hizmetler sağlanır ve paydaşlar tarafından kullanılır.

Öztürk (2018: 20), Endüstri 4.0 kavramının yeni bir olgu olarak görülmemesi gerektiğini, Porter ve Millar (1985) makalesinde bilgi devrimi ve yeni bilgi teknolojilerinin öneminden bahsedilmiş olduğunu belirtir. Buna göre, Endüstri 4.0 yazınında büyük veri olarak bilinen kavram adı geçen makalede veri olarak, veri analitiği olarak bilinen tanım ise karar destek sistemleri olarak anlatılmıştır. Dijital devrimin neden 1980'lerde değil de 2000'li yıllarda gerçekleştiği sorusunun cevabı ise bu teknolojilerin gelişip yaygınlaşması ve uçtan uca birleşip bütünleşmesinde gizlidir. Ayrıca sensörler sayesinde büyük miktarda verinin toplanması, bulut teknolojisi ile

depolanabilmesi, hızla transfer edilebilmesi ve analiz edilmesi günümüzde mümkün olmuştur (Öztürk, 2018). Bu teknolojilerin herkes tarafından erişilebilir olması da maliyetlerinin büyük oranda düşmesi, yazılımların sadeleşmesi ve artan performansları ile açıklanabilir (TÜSİAD-BCG, 2017: 26).

2011 yılından beri oluşmakta olan Endüstri 4.0 yazınında dijital dönüşüm teknolojileri çeşitli kaynaklarda değişen sayıda bileşen ile tanımlanır. 2016 yılında dokuz bileşen ile açıkladığı sanayide dijital dönüşüm teknolojilerini, TÜSİAD-BCG 2017 yılında 11 teknoloji ile açıklar. Bu teknolojiler simülasyon, yapay zeka ve akıllı sistemler, sensörler, artırılmış gerçeklik, endüstriyel internet, otonom robotlar, eklemeli üretim, yatay ve dikey entegrasyon, büyük veri ve analizi, siber güvenlik ve bulut teknolojisi (TÜSİAD-BCG, 2016: 25; TÜSİAD-BCG, 2017:27).

Dijital Türkiye Yol Haritasında bu teknolojiler sanayide dijital teknolojiler ve ileri üretim teknolojileri olarak iki başlık altında sınıflandırılmıştır. Sanayide dijital teknolojiler, yatay ve dikey entegrasyon, büyük veri ve ileri analitik, bulut, nesnelerin interneti, yapay zeka ve akıllı yazılımlar ve siber güvenlidir. İleri üretim teknolojileri ise siber-fiziksel sistemler, otonom robotlar ve mekatronik sistemler, akıllı ve esnek otomasyon sistemleri, yenilikçi ve akıllı sensörler ve eklemeli imalat sistemleridir (BSTB, 2018a: 25).

Hermann vd. (2015: 11)'ne göre simülasyon fiziksel dünyada üretim süreçlerinde anlık olarak aktarılan verinin sanal modelde test edilmesini mümkün kılar. Ürünlerin üretimden önce sanal olarak test edilebilmesi kalitede artış ve maliyetlerde düşüş gibi faydalar sunmaktadır (Bulut ve Akçacı, 2017: 58). Simülasyonla birlikte açıklanması gereken dijital ikiz kavramı da sanal ve gerçek dünyanın birbiri ile eşleştirilmesine ve gerçek hayatta test maliyeti yüksek olan denemelerin dijital ikiz üzerinde yapılmasına olanak sağlar (Nuroğlu ve Nuroğlu, 2018c: 333).

Makinelerin öğrenme, anlama, sorgulama ve etkileşim gibi insanoğluna benzer şekilde bilişsel fonksiyonlar yüklenebilmesi yapay zekâ olarak tanımlanır (Yıldırım, 2018). Yapay zekâ doğayı algılayan ve doğadaki davranış biçimlerini modelleyerek kendi kendine öğrenen makine bazı sistemlerdir. Yapay zeka yüklenen sistemler veriye dayalı bir öğrenme sistemi geliştirerek zamanla kendi kendine karar verebilir ve insanı yönlendirebilir. Yapay zekanın üretim süreçlerinde insanın dikkatsizliği sonucu ortaya çıkabilecek hataların önlenmesinde olumlu bir etkisi olacaktır. Ayrıca nöroteknoloji, genetik ve sağlık alanında da yaygın kullanımı vardır (Gür vd., 2017: 101).

Sensörler nesne, ürün veya insanların durumlarını algılayan ve anlık verileri toplayarak ilgili sisteme ileten araçlardır. Kesayak (2018) Endüstri 4.0'ın anahtarının sensörler olduğunu belirtir ve sensörleri makinelerle veri tedariki sağlayan duyu organları olarak tanımlar. Endüstriyel internet, nesnelerin interneti ve servislerin interneti teknolojilerinin olmazsa olmazı algılama eşiği yüksek sensörlerdir (Hermann vd., 2015: 6-9).

Artırılmış gerçeklik fiziksel dünyayı ses, video, grafik veya GPS verileri ile zenginleştirir (Bulut ve Akçacı, 2017: 56). Artırılmış gerçeklik uygulaması depoda parça seçimi ve mobil cihazlara tamirat talimatları göndermek gibi hizmetler sunmada kullanılır ve kullanıcıların algılama alanını görsel olarak zenginleştirerek kişilerin bilmedikleri konularda bile yönergeleri takip ederek ilerlemesini ve sonuç almasını sağlar (TÜSİAD-BCG, 2016: 30).

Endüstriyel internet makine, ürün, insan ve sistemlerin birbiri ile gerçek-zamanlı bir şekilde iletişim halinde olması, birbirine veri aktarması ve bu verilerin anında analiz edilerek süreçlerin sürekli optimize edilmesine zemin hazırlar. Endüstriyel internet dijital dönüşümün en temel unsuru olan nesnelerin interneti ve her an devasa miktarda üretilmekte olan büyük veriyi endüstriyel süreçleri optimize etmek

amacıyla işleme kabiliyetine olan ihtiyaca binaen ortaya çıkmıştır (IIoT, 2018; Boyes vd., 2018: 3).

Otonom robotlar sadece kendisine yüklenen fonksiyonları yerine getiren ve belirli işleri yapan robotlar değil, insan hareketlerini izleyerek öğrenebilen ve insanlarla güvenli bir şekilde çalışabilen, iş birliği yapan ve iletişim kuran robotlardır (Nuroğlu ve Nuroğlu, 2018c: 334). Otonom robotların pek çok alanda kullanılmaya başlanması üretimde maliyetlerin düşmesi, kalitede iyileşme, yönetim kolaylığı, uzun ömürlü istihdam, tehlikeli ortam veya uygunsuz hava koşullarında çalışabilme gibi faydalar sağlamaktadır (Gür vd., 2017: 93).

Eklemeli imalat teknolojileri 1980'li yıllarda ortaya çıkmış ve ilk olarak prototip üretimi için kullanıldığından hızlı prototipleme olarak adlandırılmıştır. Eklemeli imalat yanlış bir kullanım olarak, üç boyutlu baskılama olarak da adlandırılmaktadır, oysa üç boyutlu baskılama eklemeli imalatın bir alt dalıdır (Çelik ve Özkan, 2017: 108). Eklemeli imalat teknolojilerinin tıp, dişçilik, havacılık ve uzay sanayi, otomotiv, kuyumculuk gibi birçok sektörde kullanımı gittikçe yaygınlaşmaktadır (Özsoy ve Duman, 2017: 36). Üreticilere prototip geliştirmede kolaylık sağlayan eklemeli üretim teknolojileri kitlesel olarak özelleştirilmiş ürünler üretilmesine ve bunun düşük bir maliyetle yapılmasına olanak sağlar (TÜSİAD-BCG, 2017: 13).

Dikey entegrasyon şirketlerin kendi içindeki birimlerin birbiri ile gerçek-zamanlı iletişim halinde olmasını tarif ederken, yatay entegrasyon müşteri, üretici ve diğer paydaşların birbiri ile ve diğer zincirindeki farklı üreticiler arasındaki veri aktarımı için kullanılır (Kagermann vd., 2013: 20; Wang vd., 2016). Yatay ve dikey entegrasyon ürün, müşteri, makine ve farklı üreticiler arasında üretim ve tüketim süreçleri boyunca sensörler vasıtasıyla sürekli bir veri aktarımını mümkün kılar.

Dünyada her geçen gün daha fazla iş dijitalleşmekte, yeni bilgi kaynakları ve daha ucuz ekipman, insanlığı yeni bir

döneme doğru götürmektedir. Günümüzde merak edilen hemen her konu için büyük miktarda dijital bilgi bulmak mümkündür. Cep telefonları, internet üzerinden yapılan alışverişler, sosyal ağlar, elektronik iletişim ve küresel konumlama sistemi GPS normal işlemlerinin bir yan ürünü olarak devamlı veri üretir. Dijitalleşme arttıkça her insan ve nesne bir veri üreticiye dönüşmektedir (McAfee ve Brynjolfsson, 2012). Büyük veri teknolojisi, ürün ve hizmetlerin kullanımını sonrasında kullanıcı ve tedarikçilerin birbirinden beklentilerini ve iyileştirme önerilerini anında paylaşmalarına olanak sağlar. Büyük veri analizi sonuçlarına göre süreçlerde yapılacak iyileştirmeler hem müşteri memnuniyetini hem de ürün ve hizmet kalitesini artırır. Bu da arz ve talep eden tarafların kesintisiz ve doğrudan bir ilişki kurmasını sağlayarak süreçlerin devamlı optimize edilmesi anlamına gelir. Sensörler vasıtasıyla toplanan büyük verinin hacmi her geçen gün artmaktadır. Bu nedenle büyük veri bir yandan da hantallığa neden olmaktadır, içinden faydalı ve gerekli bilginin süzülerek alınması oldukça zor olabilmektedir (Fırat ve Fırat, 2017). Bu bakımdan dördüncü sanayi devriminin akıllı fabrikalarında sürdürülebilir başarı sağlamanın yolu büyük veriyi faydalı bilgiye dönüştürme kabiliyetine bağlıdır (Lee vd., 2014: 5).

Siber güvenlik, büyük veri ve bulut bilişim teknolojilerinin yaygın olarak kullanılmasıyla birlikte artan veri güvenliği ihtiyacını karşılamak ve siber ortamda kurum, kuruluş ve kullanıcıların varlıklarını korumak amacıyla kullanılan araçlar, politikalar, güvenlik kavramları, güvenlik teminatları, kılavuzlar, risk yönetimi yaklaşımları, faaliyetler, eğitimler, en iyi uygulamalar ve teknolojiler bütünü olarak tanımlanmaktadır (BTK, 2018). Siber güvenlik dijital dönüşümle birlikte firmaların en büyük ihtiyacı olarak ortaya çıkmaktadır. 2017 yılında, siber saldırılar sonucu dünyada oluşan ekonomik kayıp, yaklaşık 500 milyar Dolar olarak tahmin edilmektedir. Bu rakam dijitalleşme ile daha da artacaktır. Bu nedenle, siber

güvenlik ülkelerin ve şirketlerin güvenliği açısından hayati bir önem taşımaktadır. Türkiye'nin son 5 yılda siber güvenlik harcaması, 340 milyon Dolar civarında olmuş ve bu ihtiyaç büyük ölçüde yabancı tedarikçilerden karşılanmıştır (Özlü, 2018: 7). Bu bakımdan ülkelerin hem kendi güvenliğini sağlaması hem de geleceğin büyük pazarı olan siber güvenlik pazarında yer kapması için kendi uzmanlarını yetiştirmesi gereklidir.

Bulut bilişim ABD Ulusal Standartlar ve Teknoloji Enstitüsü NIST tarafından yapılandırılabilir bilgi işlem kaynakları havuzuna (ağlar, sunucular, depolama, uygulamalar ve hizmetler) erişime olanak sağlayan bir model olarak tanımlanır. İsteğe bağlı olan bu erişim her zaman ve her yerden mümkündür. Merkezi olmayan bir yönetim sistemi vardır ve kullanıma göre ödeme yapılır (NIST, 2011: 2). Bulut teknolojisi her an üretilmekte olan büyük verinin sabit disklere değil de internet üzerinden depolama hizmeti sunan platformlara yapılmasını sağlar. Bu teknoloji veri depolama ve saklama maliyetinde azalma ve her yerden çalışabilme fırsatı yaratır. Bulut bilişim kullanıcılara bilişim teknolojileri yatırımlarını istedikleri zaman artırma veya azaltma imkanı sunar (Mirzaoglu, 2011: 8).

Ülkelerin sanayideki dijital dönüşümü gerçekleştirmesi yukarıda bahsedilen dijital dönüşüm teknolojilerine yapacakları yatırımlar ve bu konuda kat edebilecekleri mesafe ile doğru orantılı olacaktır. Sanayinin dijitalleşmesi verimlilik artışı, maliyetlerde azalma, ürünün son kullanıcıya ulaşma süresinde kısalma, kişiselleştirilmiş ürünler sunma gibi pek çok avantajı beraberinde getirmektedir (TÜSİAD-BCG, 2016: 35). Bu bakımdan hem Almanya hem de Türkiye'nin dijitalleşme yolculuğunun henüz başında belirledikleri yol haritaları bu süreci nasıl yöneteceklerine dair önemli ip uçları vermektedir. Ancak, yol haritaları uygulamada karşılaşılabilecek problemleri her zaman tahmin edemez ve şirketler dijitalleşme süreçlerinde öngörülemeyen bazı problemlerle karşılaşabilir.

Makalenin literatüre katkısı şu şekilde açıklanabilir. Bu makalede Almanya'nın 'Endüstri 4.0 için Standartlaşma Yol Haritası' ve Türkiye'nin 'Dijital Türkiye Yol Haritası' içerik bakımından karşılaştırılarak dijital dönüşümün henüz başında olan Türkiye'nin yol haritasında tespit edilen eksiklikler ortaya konulmaktadır. Literatürde Türkiye ve Almanya'nın yol haritalarını içeriksel olarak karşılaştıran bir çalışma henüz yapılmamıştır. Ayrıca son beş yılda sanayide dijital dönüşüm konusunda çok yoğun çalışmalar yapan Almanya'da, şirketlerin bu dönüşümü nasıl yaşadığı ve ne gibi sorunlarla karşılaştığı incelenerek, Türkiye'nin bu tecrübelerden faydalanması için öneriler sunulacaktır. Alman ve Türk şirketlerin tecrübelerinden hareketle sanayide dijital dönüşüm yolculuğunda teknoloji kullanıcısı ve tedarikçisi Türk şirketleri ekosisteminde alınması gereken tedbirler tartışılacaktır.

3. TÜRKİYE VE ALMANYA'NIN SANAYİDE DİJİTAL DÖNÜŞÜM YOL HARİTALARI

Endüstri 4.0 kavramı ilk kez 2011 yılında Almanya'da Hannover Fuarı'nda telaffuz edilse de, dünyadaki gelişmiş pek çok ülke otomasyonun ardından gelecek olan sürecin dijitalleşme olduğunun bilincinde olarak kendilerini akıllı otomasyona hazırlayacak sürece girmiş ve bu konudaki yatırımlarını hızlandırmışlardır. Spesifik olarak sanayide dijital dönüşüm için Almanya 2013, Hollanda 2014, Japonya 2016 yıllarında yol haritalarını belirlediler (Kagermann vd., 2013; Japonya Hükümeti Kabine Ofisi, 2016, Smart Industry, 2018). Sanayide dijitalleşme sürecini geliştirmiş ülkelere nazaran geriden takip eden Türkiye, yol haritasını sektörel çalıştaylar sonunda 2018 yılı ortasında netleştirebilmiş ve ilan etmiştir. 2016 yılı Şubat ayında başlayan çalışmaların kümülatif bir sonucu olarak ortaya çıkan bu yol haritası sadece sanayinin dijital dönüşümü olarak algılanmamış, toplumun da topyekün dönüşümünü tasarlayan bir program

yapılmıştır. Dijital Türkiye yol haritası hazırlanırken dünyada bu konuda önde gelen ülkelerin yaptıkları çalışmalar incelenmiş, Türkiye'nin mevcut durumu farklı kurumlar tarafından yapılan anketler vasıtasıyla detaylı bir şekilde analiz edilmiş, teknoloji kullanıcısı ve tedarikçisi işletmelerin dijitalleşme konusunda ne derece yeterli oldukları, uygulamada karşılaştıkları sorunlar ve ürettikleri çözümler göz önüne alınarak bir yol haritası belirlenmiştir (BSTB, 2018a).

3.1. Dijital Türkiye Yol Haritası'nın Altı Bileşeni

Dijital Türkiye yol haritası hazırlanırken Sanayide Yüksek Teknolojiye Geçiş Programı kapsamında sanayi zirveleri düzenlenmiş, mevcut durum ve gelişme potansiyelleri göz önünde bulundurularak yedi odak sektör belirlenmiştir. Bu sektörler kimya ve ilaç, elektronik ve yarı iletkenler, makine ve teçhizat, gıda ve içecek, motorlu kara taşıtları, bilişim ve yazılım ve çelik sanayidir. Son iki sektör olan bilişim ve yazılım, ve çelik diğer tüm sektörlerle girdisi olan ortak sektörler oldukları için önemli görülmüştür (BSTB, 2018b: 13).

Sanayide yüksek teknolojiye geçiş programı ile hedeflenen, 10 yılda odak sektörlerden 87 milyar dolar ilave katkı ve toplamda 300 milyar dolar sanayi katma değerine ulaşmak, yüksek teknolojlü ürün payını yüzde 3'ten yüzde 15'e çıkarmak ve 8,1 milyon kişiye iş imkânı sağlamaktır. Oldukça yüksek maliyetli bir süreç olan dijitalleşmeyi KOBİ'lerin finansal ve teknik destek almadan gerçekleştirmesi mümkün değildir. Devletin bu süreçte yerine getirmeyi taahhüt ettiği kamuda yerli malı alımına yönelik destekler, araştırma, geliştirme ve tasarım faaliyetlerinin desteklenmesi ve endüstri bölgesi destek ve teşviklerinin Türkiye'nin dijitalleşme sürecini hızlandırması beklenmektedir (BSTB, 2018b: 16).

Önümüzdeki 10 yıllık süreç için hazırlanan Dijital Türkiye Yol Haritası altı bileşenden oluşur. Bu bileşenler insan, teknoloji, altyapı, tedarikçiler, kullanıcılar ve yönetişimdir (BSTB, 2018a).

3.1.1. İnsan: Eğitim Altyapısının Geliştirilmesi ve Nitelikli İşgücünün Yetiştirilmesi

Dijitalleşme yol haritasının ilk bileşeni olan insan dijitalleşen bir toplumda hem süreci yöneten hem de süreçten etkilenen taraf olarak merkezi bir konumdadır. Türkiye’de, dünyadaki pek çok ülkede olduğu gibi, yeni sanayi devrimi için gerekli donanımına sahip insan kaynağı yeterli seviyede değildir. Bu sebeple ihtiyaç duyulan nitelikli işgücünün yetiştirilmesi ve mevcut çalışan yetkinliklerinin bu dönüşüme adapte edilmesine yönelik eğitimler dijital dönüşüm için kilit bir rol oynamaktadır. Sanayide dijital dönüşümle birlikte birçok meslek yok olacak, diğer yandan IT/IoT çözüm mimarı, robot koordinatörü, 3 boyutlu yazıcı mühendisliği gibi yeni meslekler ortaya çıkacaktır (Eğer, 2018). Bu sebeple dijital teknolojiler ve bunların uygulama alanları bilgi ve becerisine sahip işgücünü yetiştirmek ve ilerleyen yıllarda ortaya çıkacak olan farklı nitelik ve beceriye sahip çalışan ihtiyacını karşılamaya yönelik alt yapıyı oluşturmak gereklidir (Kagermann vd., 2013). Dijitalleşme artık tek bir kuşak içinde dahi hızla gerçekleşmektedir. Bu nedenle ihtiyaç duyulan dijital yeteneklerin altyapısının temel eğitim, mesleki eğitim ve yükseköğrenimle birlikte geliştirilmesi, ayrıca dijital yetenekleri sürekli geliştiren bir öğrenme mekanizması kurulması gereklidir.

Dijital teknoloji kullanıcıları ve geliştiricilerine olan ihtiyaç kadar, eğitimcilerine olan ihtiyaç da oldukça yüksek seviyededir. Nitelikli işgücünün yetiştirilmesine yönelik gerekli altyapının oluşturulması için çocuklara küçük yaşlardan itibaren kodlama eğitimi verilmelidir. T.C. Milli Eğitim Bakanlığı öğretim programlarını bu ihtiyaçları karşılamaya yönelik olarak değiştirmeye hazırlansa da bu değişikliklerin sonucu ancak orta ve uzun vadede görülebilir. Mevcut niteliksiz ve az nitelikli işgücünün işlerini kaybetmemesi için gerekli yetkinlikleri kazanması ve bir eğitim sürecine dahil edilmesi de dijitalleşme

sürecinde istihdam kaybı yaşanmaması için gereklidir. Türkiye’de bu eğitimlerin üniversite bünyelerindeki sürekli eğitim merkezleri, dijitalleştirilmiş teknik kolejler ve meslek yüksekokullarında yapılması planlanmaktadır (BSTB, 2018a: 131).

Nitelikli işgücü oluşturmanın yanısıra, dijital dönüşüm konusunda toplumdaki farkındalık seviyesini artırmak da yol haritasının insan bileşeni için önemlidir. Genelde işletmelerin dijitalleşme konusundaki bilgi seviyesinin sadece haberdar olmak ile sınırlı kaldığı düşünüldüğünde (TÜSİAD-BCG, 2017: 14), derinlemesine bilgi birikimi için farkındalığın artması ve yaygınlaşması gereklidir. Dijital dönüşüm gibi zorlu ve masraflı bir süreç ancak yüksek farkındalık ve paydaşlar arası işbirliği ile başarıya ulaşabilir.

3.1.2. Teknoloji: Teknoloji ve Yenilik Kapasitesinin Geliştirilmesi

Dijital Türkiye Yol Haritasında Türkiye’nin teknoloji altyapısının teknoloji araştırmalarını destekleyecek seviyede güçlü olması ve her türlü işbirliği için uygun bir seviyede olması planlanmıştır. Bu amaca ulaşmak için dijitalleşme konusunda Ar-Ge faaliyetlerinin artırılması ve dijital teknoloji uygulamalarının geliştirilmesi bir eylem alanı olarak belirlenmiştir. Bu bileşende öne çıkan husus teknolojinin alanının hem yatay hem dikey olarak çok geniş olduğudur, teknolojinin pek çok alanında belirli bir seviyede yetkinliğe sahip olmak kolay olsa da her alanda lider olmak gerçekleştirmesi zor bir plandır. Bu sebeple stratejik seçimler yaparak odak sektörler belirlemek ve sonrasında her bir odak sektör için yol haritası oluşturmak gereklidir (BSTB, 2018b).

Dijital teknolojileri geliştirmekle birlikte mevcut teknolojinin değer zinciri içinde kullanılmasını sağlamak da imalat sektörünün dijitalleşmesi için hayati öneme sahiptir. Hâlihazırda üretilen teknolojilerin sanayiye nasıl aktarılacağı tam bir netlik kazanmasa da bu aktarımı yapmaya yönelik

merkezlerin kurulması planlanmaktadır (BSTB, 2018a: 134).

3.1.3. Altyapı: Veri İletişim Altyapısının Geliştirilmesi

Gerçek zamanlı verinin iletimi, depolanması, analiz ve rapor edilebilmesi için veri altyapısının güçlü ve sağlam olması gereklidir. Bu sebeple öncelikle fiziki altyapı ihtiyaçları karşılayacak seviyede olmalıdır (Yıldırım, 2018: 10). Fiziki altyapı ile birlikte iletişim ve veri güvenliği standartlarının geliştirilmesi de dijitalleşmede başarı ve sürdürülebilirlik için önemlidir. Avrupa ülkelerinde sanayide dijitalleşmede veri güvenliği çok önemli bir mesele olarak görülürken ülkemizde özellikle KOBİ'lerde bu konudaki farkındalık çok düşük seviyede kalmış ve önemi henüz anlaşılabilmiştir. Ülkemizde yapılan araştırmalarda yetersiz altyapıya rağmen KOBİ'ler bu konuda eksiklikleri olduğunu dile getirmemişlerdir (TÜSİAD-BCG, 2017: 54).

Dijitalleşme için hayati öneme sahip diğer bir altyapı bileşeni de veri iletim standartlarının oluşturulmasıdır. Sanayide dijitalleşmenin başarılı bir şekilde gerçekleşmesi için veri iletimi ve diğer tüm altyapı standartlarının belirlenmesi, ve siber fiziksel sistemlerin bu standartlara uygun olarak inşa edilmesi gereklidir. Böylece kullanıcılar sisteme sorunsuzca entegre olup dijitalleşme sürecine dahil olabilirler. Altyapı bileşeninin son halkası ise endüstriyel yazılımların bulut teknolojileri ile buluşup endüstriyel bulutun oluşturulmasıdır. Böylelikle, özellikle KOBİ'ler yüksek miktarlarda bilgi depolama yatırımları yapmadan dijital teknolojilere erişim imkanı elde etmiş olacaklardır (BSTB, 2018a: 143).

3.1.4. Tedarikçiler: Ulusal Teknoloji Tedarikçilerinin Desteklenmesi

Türkiye'de dijital dönüşüm sürecinin sağlıklı bir şekilde devam edebilmesi için dijital teknoloji üreten firmaların desteklenmesi, hem sayılarının artması hem de kalite olarak iyileşmelerine imkân tanınması gereklidir. Böylece Türkiye'de

dijital dönüşümle ortaya çıkacak olan ürün ve hizmet ihtiyacı karşılanmış olacak, aynı zamanda da küresel ölçekte söz sahibi olan firma sayısı artacaktır. Bu hedef doğrultusunda yerli teknoloji üreten firmaların envanteri çıkarılacak, teknoloji edinim ve geliştirme olanakları zenginleştirilecektir (BSTB, 2018a: 147). Dijital teknoloji ürün ve hizmetlerinin Türkiye'de üretilmesi dışa bağımlılığı azaltıp imalat sanayindeki dijital dönüşümün sürdürülebilirliğini sağlayacak, cari açığın azalmasına ve ülkemizin küresel dijital dönüşüm pazarlarından daha çok pay almasına yol açacaktır.

3.1.5. Kullanıcılar: Kullanıcıların Dijital Dönüşümünün Desteklenmesi

İmalat sanayinde dijital dönüşümün gerçekleşmesi için sanayicilerin desteklenmesi gerekmektedir. Bu destek, finansal ve teknik danışmanlık verilerek dijital dönüşüm yatırımlarının teşvik edilmesi anlamına gelir. Türkiye'nin teknoloji tedarikçisi şirketleri dijital dönüşüm konusunda karşılaştıkları ikinci büyük engel olarak finansmana erişimi belirtir (TÜSİAD-BCG, 2017: 51). Türkiye'de dijitalleşme sürecinde yatırımların yapılabilmesi için finansal kaynaklara erişimin kolaylaştırılması gereklidir. Ayrıca imalat sanayi işletmelerinin dijital dönüşüm konusundaki bilgi eksikliklerini gidermek amacıyla dijital dönüşüm merkezleri kurulması planlanmaktadır. KOBİ'ler için dijital dönüşüm pilot destek programı geliştirilecek, bu pilot programlardan elde edilen geri dönütlere göre nihai dijital dönüşüm programları uygulamaya konulacaktır. Pilot uygulamalara başlanacak ilk il Gaziantep olarak belirlenmiştir (Türkiye'nin Endüstri 4.0 Platformu, 2018).

3.1.6. Yönetişim: Kurumsal Yönetişimin Güçlendirilmesi

Bu bileşen ile Türkiye imalat sanayinin dijital dönüşüm sürecini yönlendirecek ve paydaşlar arasında koordinasyonu sağlayacak etkin bir yönetim yapısının kurulması hedeflenmektedir (BSTB, 2018a:

156). Yukarıda belirtilen beş bileşen kapsamında hayata geçirilecek projelerin kurumsal bir çatı altında organize edilmesi gereklidir. Bu amaç doğrultusunda ülkemizde kurulmuş olan Dijital Dönüşüm Platformu, kamu sektörü, özel sektör ve sivil kuruluşların birlikte aynı hedef için çalıştığı güzel bir örnektir. Kısa vadede bu platformun kurumsallaştırılması planlanmaktadır. İmalat sanayi dijital dönüşümü birçok bakanlık, kamu kurum ve kuruluşları ile STK'ları ilgilendirdiği için sürecin her aşamasında tüm kurumların katılımı sürecin verimliliği ve başarısı için çok önemlidir (BSTB, 2018a: 157).

Dijital dönüşüm yol haritasının 4. ve 5. bileşenleri olan tedarikçiler ve kullanıcıların ayrı ayrı desteklenmesi şüphesiz onları bu sürece hazırlamayı hedeflemektedir. Ancak bu iki grubun birlikte çalışmasını sağlamak, birlikte iş yapma kültürünü geliştirmek Türkiye'de teknoloji ekosisteminin gelişmesi ve sürdürülebilirliği için çok önemlidir. Bu sebeple, yönetim bileşeninin eylem alanı Dijital Türkiye Yol Haritası'nda belirtildiği gibi sadece sanayide dijital dönüşüm platformunun kurumsallaşması olmamalı, tüm ekosistemin başarılı bir şekilde yönetilmesi ve bunun için alınması gereken tedbirleri de içermelidir.

3.2. Almanya'nın Endüstri 4.0 Yolculuğunda Sekiz Anahtar Alanı

Dünyanın en ileri sanayi ülkelerinden biri olan ve Endüstri 4.0 kavramının fikir babası olan Almanya, 2013 yılında yayınladığı yol haritasına 'Alman Standartlaşma Yol Haritası' ismini vermiş (Kagermann vd., 2013) ve Almanya'nın Endüstri 4.0 çalışma grubu sekiz anahtar alana yoğunlaşarak bu dijital dönüşümü gerçekleştirmeyi planlamıştır. Bu sekiz anahtar alan standardizasyon ve referans mimari, karmaşık sistemlerin yönetilmesi, kapsamlı geniş bantlı alt yapı, güvenlik ve emniyet, iş organizasyonu ve tasarımı, eğitim ve sürekli mesleki gelişim, düzenleyici çerçeve ve kaynak verimliliğidir (Kagermann vd. 2013: 39, Nuroğlu ve Nuroğlu 2018a: 531).

3.2.1. Standardizasyon ve Referans Mimari

Kagermann vd. (2013: 39) standartların teknik olarak tanımlanması ve uygulanmasını 'referans mimari' olarak adlandırır. Sistemler sistemi olarak tarif edilen Endüstri 4.0'ın hayata geçirilmesi için ürün, hizmet ve süreçlerin tamamının standartlarının belirlenmesi gerekmektedir. Üretim süreçlerinde tüm paydaşlara ortak bir çerçeve sunan referans mimari ve Endüstri 4.0 terminolojisinin belirlenmesi ve kavramların herkes tarafından kabul gören ortak tanımlarının yapılması dijital dönüşümün gerçekleşmesi için çok önemlidir. Ayrıca, ülke içinde kabul gören standartlar, referans mimari ve ortak terminoloji belirlendikten sonra bunların küresel düzlemde birbiri ile denkleştirilmesi gerekecektir (BMWİ, 2017: 5). Bu denkleştirme hâlihazırda globalleşmiş olan üretim ve tüketim zincirlerinin bir gerekliliğidir. Alman şirketlerine göre Endüstri 4.0 devrimi hayata geçirilirken karşılaşılabilecek en büyük problem standartlaşma olacaktır (VDMA, 2013: 6).

Almanya Endüstri 4.0 Platformunun bir alt birimi standartlaşma ve referans mimari konusundaki çalışmalara yoğunluk vermiştir. Bu grup yakın zamanda bir Endüstri 4.0 terimler sözlüğü çıkarmayı planlamaktadır. Almanya'da farklı kurumların hazırladıkları Endüstri 4.0 terimler sözlükleri internet sayfalarında yayınlanmaya başlanmıştır.²

3.2.2. Karmaşık Sistemlerin Yönetilmesi

Sanayide dijital dönüşüm ile birlikte ürün ve hizmetler kişiye özel olarak üretilecek, üretim ve lojistik süreçleri daha dinamik olacaktır. Bu durum süreç yönetiminde karmaşıklığın artması anlamına gelmektedir. Kagermann vd. (2013: 6) bu karmaşıklığın iyi bir modelleme ile

² Bkz. Almanya Endüstri 4.0 Platformu web sayfası: <https://www.plattform-i40.de/I40/Navigation/DE/Service/Glossar/glossar.html>
Münih ve Yukarı Bayern Ticaret Odası: <https://ihk-industrie40.de/glossar/>
Fraunhofer Enstitüsü: <https://www.i0sb.fraunhofer.de/servlet/is/49000/>

aşılabileceğini savunur. Modelleme, süreçlerin planlanmasını ve anlaşılmasını kolaylaştıracak, aynı zamanda manuel faaliyetlerin otomasyonunu mümkün hale getirerek fiziksel dünyada yapılması gereken işlerin dijital ortamda da yapılmasına olanak sağlayacaktır. Ancak, modelleme yüksek uzmanlık gerektiren bir alandır. KOBİ'lerin bu konuya kaynak ayırması zor olacağı için modelleme konusunda şirketlere devlet tarafından teknik ve finansal destek verilmesi gerekir.

3.2.3. Kapsamlı Geniş Bantlı Alt Yapı

Her tür nesne, insan ve sistemden sensörler aracılığıyla toplanan verinin anında işleneceği ve üretim süreçlerinin bu gerçek zamanlı veriyi kullanacağı yeni dönemin can damarı geniş kapsamlı, güvenli ve yüksek kalite bir internet ağıdır. Önceleri nesnelerin (internet of things) ve her şeyin (internet of everything) interneti olarak tanımlanan bu kavram daha sonra 'endüstriyel internet' olarak kullanılmaya başlanmış (Industrial Internet Consortium, 2018) ve öncelikle firmaların, daha sonra da evlerin ve tüm ülkenin kesintisiz internet alt yapısının kurulması dördüncü sanayi devriminin en birincil şartı olmuştur. Ayrıca, üretim ağlarının sadece ülke sınırları içinde kalmadığını düşünürsek, beraber iş yapılan ülkelerde de kesintisiz ve yüksek kalite internet ağı olması gereklidir (Kagermann vd., 2013: 6).

3.2.4. Emniyet ve Güvenlik

Alman Standartlaşma Yol Haritası (German Standardisation Roadmap for Industrie 4.0, 2016: 6) ürün ve üretim tesislerinin çevre ve insanlar için herhangi bir tehlike arz etmemesini emniyet (safety), şirketlerin sahip oldukları veri ve işletmeye özel bilginin izinsiz erişim ve kötüye kullanma durumuna karşı korunmasını ise güvenlik (security) olarak tanımlamaktadır. Günümüzde fabrikalar ve üretimden kaynaklı zararlardan çevre ve insanları korumaya yönelik pek çok kanun ve yönetmelik vardır. Ancak, sanayide dijitalleşme sonucunda gittikçe daha çok önem kazanacak olan veri güvenliği meselesi üzerinde henüz çok çalışılmamış

ve kurallar, kanunlar tanımlanmamıştır. Sanayide dijital dönüşüm süreci hızlandıkça şirket ve kişiler yepyeni güvenlik sorunları ile karşılaşacaktır (TÜSİAD-BCG, 2016: 28). Almanya bu konuda henüz sistem baştan tasarlanırken hukuki alt yapının da oluşturulması gerektiğini düşünmekte ve bu konuda çalışmalar yapmaktadır (BMW, 2018a).

3.2.5. İş Organizasyonu ve Tasarımı

Sanayide dijital dönüşümle birlikte hayatımıza giren akıllı fabrikalarda çalışan rolleri önemli ölçüde değişecektir. Gerçek-zamanlı veri akışından kaynaklı değişiklikler çalışanlar üzerindeki kontrolü artıracak, iş içeriği, süreçler ve iş ortamı büyük bir dönüşüm geçirecektir. Bu nedenle Alman Standartlaşma Yol Haritası işletme içindeki organizasyona sosyo-teknik bir yaklaşım getirilmesini, çalışanların iş dizaynına katılımını artıracak ve hayat boyu öğrenmeyi sistematik hale getirecek projeler geliştirilmesini önerir (German Standardisation Roadmap for Industrie 4.0, 2016: 6).

4. Sanayi devrimine kadar çalışanlar kendi işlerini kendileri yönetirken, dijital devrimle birlikte robotlarla birlikte çalışmaya başlayacaklar, zaman zaman kişisel tecrübeleri ile sanal dünyanın kendilerinden beklentileri arasında tereddüt yaşayacaklardır (Kagermann vd., 2013: 53). Bunun sonucunda çalışanların makine ve robotlar karşısında kontrol kaybı hissine kapılmaları, işe ve iş yerine karşı yabancılaşmaları beklenebilir (Nuroğlu ve Nuroğlu, 2018b). Diğer yandan, sanayide dijitalleşme ile birlikte az nitelikli iş gücüne olan talep azalacak ve çalışanların yeni beceriler edinmesi zorunlu hale gelecektir (Gür vd., 2017). İş yaşamı ve çalışanların hayatında yaşanacak bu değişikliklerin göz önüne alınarak gerekli önlemlerin bir an önce hayata geçirilmesi dijital dönüşümün toplumun tüm kesimlerinde kabul görmesini kolaylaştıracaktır.

3.2.6. Eğitim ve Sürekli Mesleki Gelişim

Sanayide dijital dönüşüm ile birlikte işyerleri ve üretim süreçleri günümüzde

olduğu gibi sadece fiziksel dünya ile sınırlı kalmayıp, gerçek dünya ve sanal dünyanın bir birleşimi olacaktır. Ayrıca, bu ortamda insan-insan etkileşimi kadar insan-robot etkileşimi de söz konusu olacaktır. Çalışanların bu yeni ortama uyum sağlaması ancak bu dönüşüme inanmaları ve onun gereklilikleri doğrultusunda kendilerini geliştirmeleri ile mümkün olabilir (Kagermann vd., 2013: 53). Almanya bu gereksinimi karşılamak için, eğitimciler ve imalat sektörünü bir araya getiren, işletme ve yüksek öğretim kurumları arasında ortaklıklar kuran, üniversite ve mesleki eğitime ek olarak, işe yerleştirme ve ileri aşama çalışma kurslarını uygulamaya koyan bir yaklaşım izlemektedir (German Standardisation Roadmap for Industrie 4.0, 2016).

3.2.7. Düzenleyici Çerçeve

Büyük veri, sensörler ve robotların üretim süreçlerinde ve hayatımızda büyük bir yer kaplayacağı düşünüldüğünde mevcut düzenleyici çerçevenin karşılaşılabilecek yeni sorunları çözmekte yetersiz kalacağı çok açıktır. BCG (Boston Consulting Group)'nin 2016 yılında Amerikan ve Alman şirketlerle yaptığı anket sonuçlarına göre veri güvenliği dijitalleşen dünyanın ikinci en büyük sorunu olacaktır (TÜSİAD-BCG, 2017: 53). Bu konuda gerekli olan kanuni düzenlemeler dijital sistemler henüz tasarlama aşamasındayken yapılmalıdır. Böylelikle hem ilerleyen zamanlarda karşılaşılabilecek problemler azaltılabilir hem de mevcut kanunların yaşanan sorunları çözemeyerek yaptırım eksikliği sorunu yaşamasının önüne geçilebilir (Nuroğlu ve Nuroğlu, 2018b: 1402).

Almanya, sadece kendi içinde veri güvenliği standartlarının iyileştirilmesini yeterli bulmaz, aynı zamanda birlikte iş yaptığı ülkelerdeki standartların da aynı seviyeye getirilmesini gerekli görür (BMW, 2018a: 12), çünkü AB normlarına göre veri koruma standartları düşük ülkelerle veri paylaşımı sınırlı tutulmaktadır (Kagermann vd., 2013: 60). Bu noktada, AB ülkeleri ile çok yoğun iş yapan Türkiye gibi ülkelerin şimdiden bu konuda gerekli

önlemleri almaları ve sıkı veri güvenliği tedbirleri uygulamaları gelecekte iş ve pazar kaybı yaşamamaları için gereklidir. Ayrıca hukuki düzenlemelerin sadece sorun çözüme odaklı değil inovasyonu destekler nitelikte olması, bir yandan şirketlerin sır denilebilecek bilgilerini korurken diğer yandan da yatay ve dikey entegrasyonun gerektirdiği ölçüde veri aktarımını mümkün kılması önemlidir (Kagermann vd., 2013: 58).

3.2.8. Kaynak Verimliliği

Üretim ve tüketim süreçlerinde kaynakların verimli kullanılması üretim maliyetleri ve etkinlik açısından önemlidir. En büyük hammadde ve enerji tüketicisi olan imalat sanayi bir yandan çevreyi korumak, diğer yandan da üretimde ihtiyaç duyulan hammadde ve enerjinin arz güvenliğini sürdürülebilir kılmak zorundadır. Bu noktada daha etkin ve verimli üretim sözü veren dijital dönüşümle birlikte gelen karanlık akıllı fabrikalar, daha az insan ve daha az maliyet anlamına gelen yeni iş tasarımları enerji tüketimini asgari seviyeye indirecektir (Kagermann vd., 2013: 62).

3.3. Türkiye ve Almanya Yol Haritalarının İçerik Bakımından Karşılaştırılması

Tablo 1 Türkiye ve Almanya yol haritalarının yoğunlaştığı temel noktaları gösterir. Her iki ülkenin yol haritası incelendiğinde bazı bileşenlere farklı isimler verilse de temelde büyük benzerlikler olduğu görülür. Örneğin, Türkiye'de 'insan' bileşeni adı altında bahsedilen konu dijital dönüşüme hazır olacak ve onu yönlendirecek insan kaynağının yetiştirilmesidir, yani Almanya yol haritasının 'eğitim ve sürekli mesleki gelişim' ve 'iş organizasyonu ve tasarımı' başlıkları altında çalıştığı konudur. Her iki ülkenin de 3. madde olarak ele aldığı 'altyapı' ile kastedilen, teknoloji konusunda sağlam bir altyapının tüm ülkeyi donatmasıdır. Türkiye'de 'yönetişim' başlığı altında çalışılan konu Almanya'da 'karmaşık sistemlerin yönetilmesi' alanı ile çok benzer. Ancak, Almanya'da modelleme konusuna bu başlık altında çokça vurgu

yapılmış, bu vurgu Türkiye'nin yol haritasında eksik kalmıştır. Dijital dönüşümde çok kilit bir rol oynayacak olan modelleme konusu Türkiye'de henüz gündeme bile gelmemiştir. Buna karşılık

Türkiye'nin yol haritasında 'insan' bileşeni çatısı altında kodlama eğitiminin öneminden bahsedilmiş ve bu konuda bazı hedefler belirlenmiştir.

Tablo 1: Türkiye ve Almanya'nın Dijital Dönüşüm Yol Haritalarının Temel Bileşenleri

Dijital Türkiye Yol Haritasının 6 Temel Bileşeni	Alman Standartlaşma Yol Haritasının 8 Anahtar Alanı
1- İnsan	1- Standardizasyon ve Referans Mimari
2- Teknoloji	2- Karmaşık Sistemlerin Yönetilmesi
3- Altyapı	3- Kapsamlı Geniş Bantlı Altyapı
4- Tedarikçiler	4- Güvenlik ve Emniyet
5- Kullanıcılar	5- İş Organizasyonu ve Tasarımı
6- Yönetişim	6- Eğitim ve Sürekli Mesleki Gelişim
	7- Düzenleyici Çerçeve
	8- Kaynak Verimliliği

Kaynak: BSTB (2018a: 120); German Standardisation Roadmap for Industrie 4.0 (2016).

Almanya yol haritasının birinci maddesi olan standardizasyon ve referans mimari, Türkiye'de 'altyapı' ve 'yönetişim' başlıkları altında kendisine yer bulmuştur. Türkiye'nin yol haritasında 'standardizasyon' konusu daha çok veri iletişim standartları olarak algılanmıştır. Ürün, hizmet ve süreçlerin standartlarının belirlenmesinden Dijital Türkiye Yol Haritasında hiç bahsedilmemiştir. Endüstri 4.0 konusu alt başlıkları içinde uluslararası akademik camiada en çok çalışılan konulardan birisi olan standardizasyon konusunda araştırmacılar en çok birlikte çalışabilirlik ve ağ iletişim standartlarına yoğunlaşmışlardır (Liao vd., 2017: 3616). Ancak Kagermann vd. (2016: 7-8)'ne göre standartlaşma sadece veri iletişimi ile sınırlı olmamalıdır; referans mimari, veri değişimi, semantik, kelime dağarcığı, taksonomi, ontoloji ve arayüzlerin de sanayide dijital dönüşüm gibi pek çok farklı alanı birbirine entegre etmek isteyen bir sistem için standardize olması gereklidir.

Türkiye'nin dijitalleşme yol haritasında doğrudan görünür olmayan 'veri güvenliği' konusu 'altyapı' başlığı altında konumlandırılmıştır. Dijitalleşen dünyanın

en mühim gereksinimlerinden biri olan düzenleyici çerçeve ve hukuki altyapının dijital dönüşüme uygun olarak yeniden tanzim edilmesi Türkiye'nin dijitalleşme yol haritasında yer almış, ancak bu konuda herhangi bir eylem planı yapılmamıştır.

Özetle, Türkiye'nin dijitalleşme yol haritasında zamanla geliştirilmesi gereken kısımlar vardır. Örneğin, standartlaşma sadece veri iletişim standartları olarak ele alınmış, çok daha genel anlamda çalışılması gereken yönleri dikkate alınmamıştır. Dijitalleşme ile ortaya çıkacak yeni iş organizasyonu ve iş/işyeri tasarımı ve modelleme Türkiye'nin yol haritasında hiç bahsedilmeyen, ancak zamanla önemi anlaşılacak olan konulardır. Hukuki altyapının dijital dünyanın gerekliliklerine cevap verecek şekilde düzenlenmesi konusunda ise gecikmeden, tüm süreçler henüz tasarlanma aşamasında iken çalışma yapılması gereklidir.

4. TÜRK VE ALMAN ŞİRKETLERİN DİJİTAL DÖNÜŞÜMÜ

4.1. Alman Şirketlerin Dijital Dönüşüm Yolculuğu

Almanya'nın Endüstri 4.0 yol haritasını yeni hazırladığı 2013 yılında, Almanya Endüstri 4.0 Platformu'nun önde gelen kurumları Bitkom, VDMA ve ZVEI aracılığı ile çoğunlukla makine ve tesis üretiminde aktif olan 284 Alman şirketi ile yapılan ve Endüstri 4.0 konusunda firmaların eğilimini ölçen anket sonuçlarına göre, Alman şirketleri dijital dönüşümde karşılaşılabilecekleri en büyük sorun olarak standartlaşmayı belirtmişlerdir. Standartlaşmayı takip eden diğer sorunlar ise süreç ve iş organizasyonu, mevcut ürünler, yeni iş modelleri, güvenlik ve veri koruma sorunları, Endüstri 4.0 konusunda bilgilendirme ve devamlı kendini yenileme ve hukuki çerçeve olarak belirtilmiştir. Ankete katılan firmalar dijital dönüşümü başaran şirketlerin tecrübelerinden istifade etmek istemektedirler. Ayrıca, Alman şirketleri Endüstri 4.0 konusunda düzenli bilgilendirilme, çalışma gruplarında yer alma, eğitim ve seminerler düzenlenmesi, sosyal ortaklıklar, akademi ve şirketlerin birlikte çalışması gibi konularda profesyonel destek istemektedirler (VDMA, 2013: 6).

Almanya'da 2013 yılından 2018 yılına dek dijitalleşme konusunda çok hızlı ilerleme kaydedilmiştir. Bu süreçte kamu, eğitim ve araştırma kurumları ile büyük şirketler uyum içinde çalışmalarını sürdürmüşlerdir. Bu bakımdan yukarıda bahsedilen 2013 yılına ait anket sonuçları, Almanya'nın dijital dönüşüme başlangıç safhasını temsil eder.

Industry of Things (2018) tarafından düzenli olarak her yıl 323 firma³ ile yapılan

³ Ankete katılan şirketlerin yüzde 29,4'ü küçük (en fazla 99 çalışan), yüzde 24,8'i orta (100-999 çalışan arası) ve yüzde 43,1'i büyük (1000 ve daha fazla çalışan) ölçekli şirketler olarak sınıflandırılmıştır. Bu şirketler makine ve tesis mühendisliği, hizmet, elektrik ve otomasyon teknolojisi, otomobil ve yedek parçaları, lojistik, ticaret, kamu, kimya ve eczacılık, bilişim

anket sonuçları Almanya'da nesnelerin interneti (Internet of Things) ve Endüstri 4.0 konusuna olan ilginin artarak devam ettiğini göstermektedir. Katılımcıların dijitalleşmeden sadece bu teknolojilerden para kazananların değil de tüm toplumun faydalanacağını belirtmesi, bu dönüşümün toplumun tüm kesimlerinde kabul gördüğünün bir göstergesidir. 2017 yılında Endüstri 4.0 teknolojilerini planlama ve uygulama aşamasının henüz başında olduğunu belirten şirketler 2018 yılında projelerini hayata geçirmeye başlamışlardır. Ankete katılan şirketlerin yüzde 32,8'inin Endüstri 4.0 projelerini hayata geçirdiği, yüzde 44,9'unun proje uygulama aşamasında olduğu, yüzde 43,7'sinin henüz planlama yaptığı, yüzde 8'inin ise dijitalleşme konusunda herhangi bir proje planlamadığı belirtilmiştir. Bir önceki yıla göre gerçekleştirilen proje sayısında yüzde 9, uygulama aşamasındaki projelerde ise yüzde 2,5 oranında bir artış söz konusu iken, herhangi bir proje planlamayan şirketlerin oranı yüzde 8 azalmıştır. Anket sonuçlarına göre şirketlerin büyüklüğü Endüstri 4.0 proje uygulamalarını olumlu ölçüde etkilemekte, küçük ve orta ölçekli firmalarda uygulamalar daha sınırlı olmaktadır. Almanya'nın dijital dönüşüm yolculuğunda karşılaşılan problemler ve yanlış yönlendirilmiş proje oranı bir önceki yıla göre yüzde 12,2 artmıştır. Bu da göstermektedir ki, dijital dönüşüm yolculuğuna başlayıp bu konuda ilerledikçe, başlangıçta öngörülemeyen sorunlarla karşılaşmaktadır.

Tablo 2 Alman şirketlerin 2017 yılında sanayide dijital dönüşüm uygulamalarında en çok karşılaştıkları sorunları, Alman Standartlaşma Yol haritasının sekiz anahtar alanı ile ilişkilendirerek göstermektedir. Alman şirketlerin uygulamada sıklıkla karşılaştıkları problemler dijital dönüşümün çalışanlar, bölüm şefleri ve müşteriler tarafından kabul görmemesi, veri sorunları (veri kaynağı, aidiyet, güvenlik), firma

teknolojileri ve telekomünikasyon alanlarında faaliyet göstermektedirler. Detaylı bilgi için bkz. <https://www.bigdata-insider.de/umfrage-zum-trendthema-industrie-40-v-39222-12529/>

içinde koordinasyon sorunları, mevcut yapının Endüstri 4.0 uygulamalarını zorlaştırması, tanımlanmamış standartlar, aynı işin farklı katmanlarda yapılmasından kaynaklı arayüz problemleri ve yetersiz kapasite olarak belirtilmiştir (Industry of Things, 2018). 2017 yılında Almanya’da şirketlerin Endüstri 4.0 uygulamalarında karşılaştıkları sorunların Alman Standartlaştırma Yol Haritası’nda belirtilen 8

anahtar alandan en çok iş organizasyonu ve tasarımı ve karmaşık sistemlerin yönetilmesi ile bağlantılı olduğu görülür. Ayrıca bu sorunlar eğitim ve mesleki gelişimin, veri güvenliğinin, ağ altyapısının, standartlaşma ve düzenleyici çerçevenin de dijital dönüşüm uygulamalarında ne kadar önemli olduğunu göstermektedir.

Tablo 2: Alman Şirketlerin Endüstri 4.0’ı Hayata Geçirme Aşamasında Sıklıkla Karşılaştıkları Problemler ve Bu Sorunların Alman Standartlaştırma Yol Haritası ile İlişkilendirilmesi

Endüstri 4.0 Uygulamalarında Karşılaşılan Problemler	Problemin Anahtar Alan ile İlişkisi
Dijital dönüşümün çalışanlar, bölüm şefleri ve müşteriler tarafından kabul görmemesi	- İş Organizasyonu ve Tasarımı - Eğitim ve Sürekli Mesleki Gelişim
Veri sorunları	- Kapsamlı Geniş Bantlı Alt Yapı - Emniyet ve Güvenlik
Firma içinde koordinasyon sorunları	- İş Organizasyonu ve Tasarımı - Karmaşık Sistemlerin Yönetilmesi
Mevcut yapının Endüstri 4.0 uygulamalarını zorlaştırması	- Karmaşık Sistemlerin Yönetilmesi - İş Organizasyonu ve Tasarımı - Düzenleyici Çerçeve
Tanımlanmamış standartlar	- Standardizasyon ve Referans Mimari
Aynı işin farklı katmanlarda yapılmasından kaynaklı ara yüz problemleri	- Karmaşık Sistemlerin Yönetilmesi - İş Organizasyonu ve Tasarımı
Yetersiz kapasite	- Kapsamlı Geniş Bantlı Alt Yapı - Düzenleyici Çerçeve - Eğitim ve Sürekli Mesleki Gelişim

Kaynak: Industry of Things (2018) ve Kagermann vd. (2013) kullanılarak yazarlar tarafından hazırlanmıştır.

Industry of Things (2018) anketine katılan şirketlerin yüzde 40’ı Endüstri 4.0 ve nesnelerin interneti konusunda Almanya’nın önceki yıllara göre daha iyi olmadığını düşünmektedir. Bu oranın bir önceki yıla göre yüzde 11 artması da dikkat çekicidir. Alman şirketler, Almanya’nın Endüstri 4.0 konusunda en başta gösterdiği kararlılık ve heyecanı son zamanlarda görmediklerini ifade etmektedirler. Ayrıca, küçük ve orta ölçekli işletmelerin dijitalleşmesi sınırlı finansman ve kaynak nedeniyle büyük firmalara göre daha zor olmaktadır. Bu bağlamda, katılımcıların yüzde 35’inin Endüstri 4.0 konusunun orta ölçekli firmalara ulaşmadığı kanaatinde

olması ve bu oranın bir önceki yıla göre neredeyse hiç değişmemesi Almanya’nın üzerinde düşünmesi gereken bir husus olarak karşımıza çıkmaktadır.

Küçük, orta ve büyük ölçekli şirketlerin dijitalleşme konusuna yaklaşımları ve dijitalleşmeyi algılama seviyeleri farklıdır. Ayrıca, küçük ve orta ölçekli şirketler dijitalleşmeye karar verseler dahi kaynak bulmada sıkıntı yaşamaktadırlar. Bu farklılıkların göz önüne alınması ve ekonominin can damarı olan küçük ve orta ölçekli işletmelerin dijital dönüşümü için özel bir program geliştirilmesi zorunludur (Industry of Things, 2018: 10).

4.2. Türk Şirketlerin Sanayide Dijital Dönüşüm Yolculuğu

4.2.1. Türkiye'de Teknoloji Kullanıcısı Şirketler Dijital Dönüşüme Ne Kadar Hazır?

Türkiye'de sanayide dijital dönüşüm konusunda yapılan çalışmalar resmi anlamda 2016 yılı Şubat ayında Bilim ve Teknoloji Yüksek Kurulu (BTYK) toplantısında alınan 'Akıllı üretim sistemlerine yönelik çalışmaların yapılması' kararı ile başlar. Aynı yılın Aralık ayında Sanayide Dijital Dönüşüm Platformu kurulur ve bu platform bünyesinde altı çalışma grubu oluşturulur. Bu çalışmalar çerçevesinde 2016 yılından itibaren Türkiye'de şirketlerin dijital olgunluk seviyesini ölçen anketler yapılmaya başlanır.

TÜSİAD ve Boston Consulting Group (BCG)'un Türkiye'de imalat sanayinde aktif olan 108 şirket üzerinde yaptığı araştırma sonuçlarına göre, 2016 yılında şirketlerin yüzde 77'si sanayide dijital dönüşüm hakkında bilgi sahibi olduklarını belirtirken 2017 yılında bu oranın yüzde 90'a yükseldiği görülür. Ancak sanayide dijital dönüşüm konusunda farkındalık seviyesi artmasına rağmen, katılımcıların sadece yüzde 61'i bu dönüşüme hazır olduğunu düşünmektedir. Bu oranın sanayide dijital dönüşüm hakkında sahip olunan bilgi seviyesi arttıkça daha da düşeceği beklenmektedir. Diğer yandan, araştırmada sorulan bazı sorulara verilen cevaplar şirketlerin dijital dönüşüm meselesini yeterince anlamadıklarını göstermektedir. Örneğin, şirketler sanayide dijital dönüşümden elde edilecek faydaları daha çok üretim ve kaynak verimliliğine indirgemekte, ciro artışı, ürünün pazara gelme süresinde kısalma, inovasyon kabiliyetinde iyileşme ve çalışan memnuniyeti gibi konulardaki potansiyel katkıları çok önemsemediklerini ifade etmektedirler (TÜSİAD-BCG, 2018: 38).

Araştırmaya katılan şirketlerin çoğunluğunun kurumsal kaynak planlama yazılımları ve üretim yönetim sistemlerini kullandıkları tespit edilmiştir. Endüstri 4.0

teknolojilerinden büyük veri analizi, yatay ve dikey entegrasyon ve bulut bilişim gibi uygulamaların kullanılabilmesi için şirketlerin otomasyon sistemini kurmuş olması gerektiği göz önüne alınır, şirketlerin dijital dönüşüm alt yapısının belli ölçüde hazır olduğu sonucuna varılabilir. Ancak, tam ve yarı otomasyon sistemine sahip olma oranı büyük şirketlerde yüzde 41 iken, küçük şirketlerde sadece yüzde 18'dir. Araştırmaya katılan şirketlerin yarısı siber güvenlik ve sensör teknolojilerini yaygın olarak kullanırken, eklemeli imalat, yapay zeka ve artırılmış gerçeklik gibi uygulamalarda çok düşük bir kullanım oranı dikkat çeker. Bu araştırma sonuçlarına göre Türkiye'deki sanayi şirketleri dijital dönüşüm yolculuğunda henüz pilot projeleri uygulama aşamasındadır. Ayrıca şirketlerin yönetim ve strateji geliştirme noktasında profesyonel desteğe ihtiyaçları olduğu görülür. Şirketlerin altyapı ve farkındalık seviyeleri bu sanayide dijital dönüşüm uygulamalarında bir noktaya kadar uyum sıkıntısı çekilmeyeceği anlamına gelmektedir (TÜSİAD-BCG, 2017: 39). Ancak, Almanya örneğinde de görüldüğü üzere (Industry of Things, 2018: 7), Endüstri 4.0 uygulamalarına başlanıldığında daha önce öngörülemeyen sorunlar ortaya çıkmakta, bağlantı standartları, ağ altyapısının yetersiz ve standartların henüz belirlenmemiş olması uygulamada pek çok problem yaşanmasına ve güven kaybına neden olmaktadır.

TÜSİAD-BCG (2017: 54) araştırmasına katılan şirketler bu dönüşümde karşılaşılabilecekleri en büyük iki engel olarak yatırım maliyetlerinin yüksekliği ve yatırım geri dönüşünün belirsizliğini sıralamaktadır. Kalifiye eleman ve alt yapı yetersizliği, ve dijital teknolojiler konusunda bilgi eksikliği üçüncü ve dördüncü büyük engel olarak karşımıza çıkar. Bu durum Türkiye'nin teknoloji kullanıcıları şirketlerinin henüz yatırım maliyetlerini düşünmekten, sanayideki dijital dönüşümün temel teknolojilerine odaklanmadığını gösterir.

2017 yılında T.C. Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı tarafından imalat sanayinde dijital dönüşüme öncü olma potansiyeli taşıyan ve kendine özel Ar-Ge merkezine sahip olan işletmeler arasında 144'ü teknoloji kullanıcısı (yüzde 61'i büyük şirket), 106'sı teknoloji tedarikçisi (yüzde 85'i KOBİ) olan 250 işletmenin katıldığı bir anket çalışması yapılmıştır (BSTB, 2018a: 71). Bu anket sonuçlarına göre işletmelerin ürünlerin pazara ulaşım hızını artıracak uygulamalara önem verdiği, ancak müşterilerin ihtiyaç ve beklentilerini anlamayı sağlayacak büyük veri ve ileri analitik gibi dijital teknolojilere olan ilgisinin çok az (yüzde 4-7) olduğu görülür. Ankete katılan firmaların üretim faktörlerinin (makine ve işgücü) takibine çok önem verdiği (5 üzerinden 3,6 ve 3,5 puan), ancak endüstriyel robotlardan faydalanma oranının çok düşük olduğu (yüzde 4,8) dikkat çeker. Ayrıca, imalat sanayi işletmelerinin yüzde 42'sinin dijital pazarlama yapmadığı veya çok temel düzeyde dijital pazarlama yetkinliğine sahip olduğu görülür. 144 imalat sanayi işletmesinin yüzde 60'ı satış sonrası hizmetlerinin olmadığını belirtir. Bu bulgular, ankete katılan ve Türkiye'nin ortalama firmalarına göre görece daha iyi durumda olan şirketlerin bile dijital dönüşüm konusunda sıkıntı çekeceği anlamına gelmektedir (BSTB, 2018a: 91).

4.2.2 Türkiye'de Teknoloji Tedarikçisi Şirketlerin Dijital Dönüşümü

Türkiye'nin teknoloji kullanıcısı şirketleri yapay zeka ve akıllı sistemler, simülasyon, artırılmış gerçeklik, robot, otomasyon, sensörler ve eklemeli imalat gibi donanım odaklı teknolojilerde yabancı üreticileri tercih ettiklerini belirtirler. Endüstriyel internet, yatay ve dikey entegrasyon ve siber güvenlik gibi yazılım yoğunluklu teknolojilerde yerli tedarikçiler tercih edilmektedir (BSTB, 2018a: 101). Bu durum Türkiye'deki tedarikçilerin yazılım konusunda daha yeterli olduğunu, donanım alanında ise kullanıcılara bu güveni veremediklerini gösterir.

Ayrıca, Türkiye'de teknoloji üreticisi şirketlerin sadece yüzde 30'u ihracat yaptığını belirtmekte, bunların yüzde 7'si yaptıkları ihracattan yüzde 81-100 bandında bir gelir elde etmektedir (BSTB, 2018a). Yerli teknoloji tedarikçilerinin ihracat yapma oranının ve ihracat gelirlerinin düşük olması, uluslararası alanda rekabetçi olamadıklarını ve büyük ölçüde yerel pazara mahkum olduklarını gösterir. BSTB (2018a)'nin ortaya çıkardığı sorunlara çözüm olarak, yerli teknoloji tedarikçisi şirketlerle teknoloji kullanıcısı firmalar arasında daha iyi bir iletişim kurulması, donanım alanında çalışan tedarikçi şirketlerin kullanıcı şirketlerin ihtiyacını karşılayabilecek seviyeye getirilmesi, yazılım alanında çalışan ve donanıma göre görece iyi olan tedarikçi şirketlerin de kullanıcıların ihtiyacını karşılama oranının yüzde 50-70 bandından daha yukarılara çekilmesi önerilmektedir. Bu konularda yapılacak iyileştirmeler, Türkiye'nin dijital dönüşüm teknolojilerinde kendi kendine yeten bir konuma gelmesine zemin hazırlayacaktır.

Türkiye'nin teknoloji üreticisi ve tedarikçisi olan firmalarını dünya ülkeleriyle kıyaslayan TÜSİAD -BCG (2017: 54), Türk şirketlerinin gelişmiş ülkelere nazaran halen yatırım öncesi ve planlama aşamasında olduğunu, ayrıca ülke içinde kullanıcı ve tedarikçi firmalar arasında büyük bir kopukluk görüldüğünü belirtir. Kalifiye eleman eksikliği Alman ve ABD'li şirketlere göre dijitalleşme yolunda en büyük problem iken, Türk şirketleri için üçüncü büyük problemdir, Türkiye'de yatırım maliyeti ve yatırım geri dönüşünün belirsizliği daha ciddi bir sorun olarak algılanmaktadır. Alman ve ABD'li şirketler için veri güvenliği ikinci büyük engel olarak görülürken, Türk şirketlerine göre en büyük ilk beş engel arasında bile değildir. Bu sonuçlar Türkiye'deki teknoloji şirketlerinin dijital dönüşümün henüz başında olduğunu gösterir, bu şirketlerin uygulamaya geçtikçe dijital dönüşüm konusunda daha farklı problemlerle yüzleşmeleri beklenmektedir.

Türkiye’de teknoloji kullanıcıları şirketler yerli tedarikçiler yerine yabancı tedarikçileri tercih etmektedir (TÜSİAD-BCG, 2017: 55). Bu noktada yapılması gereken, yerli tedarikçilerin yetkinlik seviyesini ve üretim kalitesini artıracak önlemler almak, daha ulaşılabilir olmalarını sağlayacak platformlar kurmak, yerli kullanıcı ve tedarikçileri sık sık bir araya getiren mekanizmalar inşa etmektir. Ayrıca yerli teknoloji tedarikçileri çoğunlukla büyük şirketler değil, start-up yapısındaki firmalar olduğu için yatırım, girişimcilik ve yönetim anlamında ihtiyaçları olan profesyonel desteğin kendilerine devlet tarafından sağlanması gereklidir. Almanya KOBİ’lerinin bu ihtiyacını karşılamak için ‘Dijital Ol’ programını geliştirmiş ve uygulamaya koymuştur (BMWİ, 2018b). Benzer şekilde Dijital Türkiye Yol Haritası’nda ve eylem planlarında da KOBİ’lere oldukça geniş yer ayrılmış ve topyekün dijitalleşmenin KOBİ’ler dijitalleşmeden olmayacağı vurgulanmıştır (BSTB, 2018a).

4.2.3. Türkiye’deki Teknoloji Tedarikçisi ve Kullanıcısı Şirketlerin İletişimsizlik Problemi

T.C. Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı tarafından kendi Ar-Ge merkezi olan 106 teknoloji tedarikçisi şirket ile yapılan araştırma sonuçlarına göre Türkiye’nin teknoloji kullanıcıları büyük işletmeleri Türk tedarikçiler yerine kendini ispatlamış yabancı tedarikçilerin hazır çözümlerini tercih etmektedirler. Türkiye’deki tedarikçilere göre ise müşterileri dijital teknolojilerin fayda maliyet analizini doğru yapamamakta, dijital teknolojileri yeterince tanımamakta ve dijitalleşmeye öncelik

vermemektedir. Tedarikçi şirketler buldukları ekosistemde öncelikli olarak geliştirilmesi gereken öncelikli alanların dijitalleşme konusunda bilinçli ve işbirliğine açık bir müşteri kitlesi, ve finansman imkanları olduğunu belirtmektedir. Diğer yandan Türkiye’deki teknoloji kullanıcıları şirketler teknoloji tedarikçisi şirketlerin fiyatlarını hiç uygun bulmadıklarını belirtirken, tedarikçileri en çok yazılım ve bilgi işlem konusunda yeterli görmektedir. Ancak, genel toplamda Türkiye’deki imalat sanayi işletmelerinin teknoloji tedarikçilerini yeterli bulmadığı ortaya çıkmaktadır (BSTB, 2018a: 100).

Türkiye’de dijital teknoloji kullanıcıları ve tedarikçisi şirketlerin buldukları ekosistemde geliştirilmesi gereken ilk dört alan, kullanıcı ve tedarikçilerin birlikte iş yapma kültürü, teknoloji ve yönetim konularında danışmanlık alma imkânları, kullanıcıların finansman imkânları ve kullanıcıların değer zincirindeki diğer oyuncularla iş birliği yapabilme kültürü olarak belirtilmiştir (BSTB, 2018a: 108). Her beş teknoloji tedarikçisinden dördü ve kullanıcıların yarısından fazlası ‘birlikte iş yapabilme kültürünü’ en büyük öncelik olarak değerlendirmiştir. Türkiye’nin teknoloji şirketleri ekosisteminde geliştirilmesi gereken alanların Dijital Türkiye Yol Haritasında belirtilen altı bileşenden kullanıcılar, tedarikçiler ve yönetim alanları ile doğrudan ilgili olduğunu görürüz (Tablo 3). Bu bulgular ışığında, Türkiye’nin sanayide dijital dönüşüm yol haritasında belirlediği üç alana yoğunlaşarak teknoloji şirketlerinin dijital dönüşümünü hızlandırabileceği sonucuna varılabilir.

Tablo 3: Türkiye’deki Teknoloji Şirketleri Ekosisteminde Geliştirilmesi Gereken Alanlar

Teknoloji Ekosisteminde Geliştirilmesi Gereken Alan	Sorunun Dijital Türkiye Yol Haritasında İlişkili Olduğu Bileşen
1- Kullanıcı ve tedarikçilerin birlikte iş yapma kültürü	- Kullanıcılar - Tedarikçiler - Yönetişim
2- Teknoloji ve yönetim konularında danışmanlık imkânları	- Teknoloji - Yönetişim - İnsan
3- Kullanıcıların finansmana erişim imkanları	- Kullanıcılar - Altyapı - Teknoloji
4- Kullanıcıların değer zincirindeki diğer oyuncularla iş birliği yapabilme kültürü	- Kullanıcılar - Yönetişim - Tedarikçiler - İnsan

Kaynak: BSTB (2018a) kullanılarak yazarlar tarafından hazırlanmıştır.

Türkiye’nin teknoloji ekosisteminde görülen eksiklikleri gidermek için TÜSİAD önderliğinde Sanayide Dijital Dönüşüm Hızlandırıcı Programı (SD²) 2018 yılı ortalarında başlatılmıştır.⁴ Bu programa göre teknoloji kullanıcıları şirketler çözüm aradıkları bir sorun veya ürün hakkında ilana çıkacak, bu sorunu çözmek isteyen mikro, küçük veya orta ölçekli yerli tedarikçiler de kendi çözüm önerilerini sunacaklardır. Kullanıcının ihtiyacını karşılama potansiyeli olan tedarikçiler seçilerek her iki şirketin birlikte çalışması Sanayi-Teknoloji İleri Entegrasyon Programı (STEP) çerçevesinde devam edecek ve bu noktada konunun uzmanlarından profesyonel yardım alınacaktır. Bu program dahilinde Türkiye’nin teknoloji tedarikçisi firmalarının teknoloji ekosisteminde görünürlüğünün artması ve rekabetçiliğinin güçlendirilmesi hedeflenmektedir (TÜSİAD, 2018).

Dijitalleşme konusunda şirketlerin devletten beklediği en önemli dört adım kullanıcıların dijitalleşmesi yolunda gereken yatırımların desteklenmesi, devletin dijitalleşme uygulama ve yatırımlarını artırarak bizzat talep oluşturması, şirket ve insanlarda farkındalığı artırması ve eğitim sistemi

aracılığıyla dijitalleşme yetkinliklerini artırarak adaptasyonu sağlaması olarak sıralanmıştır (Tablo 4).

⁴ Programla ilgili detaylı bilgi için bkz. <https://tusiads2.org/>

Tablo 4: Türkiye’de Teknoloji Ekosisteminde Dijitalleşme Konusunda Devletten Beklenen Adımlar

Devletten Beklenen Adım	Dijital Türkiye Yol Haritasındaki Temel Bileşenlerle İlişki
1- Kullanıcıların dijitalleşmesi yolunda gereken yatırımların desteklenmesi	- Kullanıcılar - Teknoloji - Altyapı
2- Devletin dijitalleşme uygulama ve yatırımlarını artırarak bizzat talep oluşturması	- Teknoloji - Altyapı - Tedarikçiler
3- Devletin şirket ve insanlarda farkındalığı artırması	- İnsan - Kullanıcılar - Tedarikçiler
4- Eğitim sistemi aracılığıyla dijitalleşme yetkinliklerini artırarak adaptasyonu sağlaması	- İnsan

Kaynak: BSTB (2018a) kullanılarak yazarlar tarafından hazırlanmıştır.

Sonuç olarak, Türkiye’de dijital dönüşüm konusunda devletten beklentiler de büyük ölçüde yatırım ve finansman konusuna indirgenmiş, şirketler dijitalleşmenin en büyük sorunlarından olan teknik ve hukuki altyapı ve siber güvenlik konularına olan ihtiyacın henüz farkına varamamıştır. Teknoloji üreten veya kullanan şirketlerin devletten beklediği adımları Dijital Türkiye Yol Haritası ile ilişkilendirdiğimizde, beklentilerin daha çok kullanıcılar, tedarikçiler, altyapı, insan kaynağı ve teknoloji konularında yoğunlaştığı görülür.

4.3. Türk ve Alman Şirketlerin Sanayide Dijital Dönüşümde Yaşadığı Problemler

Türk ve Alman şirketleri ile yapılan anket çalışmalarını ikincil veri olarak kullanarak yaptığımız değerlendirmeler ışığında edinilen bulgulara göre her iki ülkede sanayide dijital dönüşüm çok farklı evrelerde. Türkiye’nin dijital dönüşüm yolculuğundaki şirketleri en çok yatırım maliyetlerinin yüksekliği ve yatırım geri dönüşünün belirsizliğinden şikayet etmektedir. Kalifiye eleman ve alt yapı yetersizliği ve dijital teknolojiler konusunda bilgi eksikliği dijital dönüşümde üçüncü ve dördüncü büyük engel olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu bulgular Türkiye’nin teknoloji kullanıcıları şirketlerinin henüz yatırım maliyetlerini düşünmekten,

sanayideki dijital dönüşümün temel teknolojilerine odaklanmadığını gösterir. Türk şirketleri uygulamada karşılaşacakları siber güvenlik, yetersiz standartlar, dijitalleşme ile ortaya çıkacak olan yeni iş ve iş yeri tasarımı, yetersiz hukuki ve teknik altyapı gibi sorunların henüz farkına varamamışlardır.

Alman şirketleri 2013 yılında, yani dijitalleşme yolculuğunun başında en çok standartlaşma, süreç ve iş organizasyonunu dijital devrime uygun hale getirme, mevcut ürünlerin dijitalleşmesi, yeni iş modelleri, güvenlik ve bilgi koruma sorunları ile baş etmek zorunda kalacaklarını düşünmüşlerdir. Almanya son beş yılda sanayisini önemli ölçüde dijitalleştirmeye çalışmıştır. Alman şirketler 2018 yılına gelince dijital dönüşümün çalışanlar tarafından kabul görmemesi, veri sorunları, firma içinde koordinasyon sorunları, mevcut yapının Endüstri 4.0 uygulamalarını zorlaştırması, tanımlanmamış standartlar ve aynı işin farklı katmanlarda yapılmasından kaynaklı sorunlar ile karşı karşıya kalmıştır. Alman şirketlerle 2013 ve 2018 yılında yapılan anket sonuçları karşılaştırıldığında, standartlaşma ve karmaşık sistemlerin yönetilmesi, iş organizasyonu ve tasarımı konularının hala en büyük sorunlar olarak kaldığı görülür.

Sanayileşmede henüz Almanya'dan çok gerilerde olan Türkiye gelecek yıllarda Almanya'ya benzer problemleri kaçınılmaz olarak yaşayacaktır. Ancak, Almanya örneğinden dersler alınarak Türkiye'nin özellikle bu konularda eksikliklerini şimdiden tamamlamaya çalışması kendi yararına olacaktır.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Türkiye ve Almanya'nın sanayide dijital dönüşüm sürecinde yaptıkları çalışmaları ve şirketlerin bu dönüşüme hazırlık durumlarını inceleyen ve karşılaştıran bu çalışmanın iki amacı vardır. Çalışmada ilk olarak, Almanya'nın 2013 yılında ilan ettiği Alman Standartlaşma Yol Haritası ile Türkiye'nin 2018 yılında yayınladığı Dijital Türkiye Yol Haritası içerik bakımından karşılaştırılmıştır. Yapılan karşılaştırma sonucunda elde edilen bulgulara göre, Türkiye'nin dijital dönüşüm yol haritasında standartlaşma sadece veri iletişim standartları olarak ele alınmış, ürün, süreç ve hizmet standartlarının belirlenmesi anlamında kullanılmamıştır. Ayrıca, karmaşık sistemlerin yönetilmesini kolaylaştıracak bir araç olan modelleme Türkiye'nin yol haritasında hiç bahsedilmeyen bir öğedir. Dijitalleşme ile ortaya çıkacak olan yeni iş organizasyonu, iş modelleri ve iş/işyeri tasarımı Türkiye'nin yol haritasında bahsedilmeyen, ancak zamanla önemi anlaşılacak olan konulardır. Türkiye'nin dijital dönüşüm yol haritasında hukuki altyapının dijital dünyanın gerekliliklerine cevap verecek şekilde düzenlenmesi konusuna değinilmiş, ancak bu konuda eylem planı hazırlanmamıştır.

Makalede ikinci olarak Türk ve Alman şirketlerin dijitalleşme konusunda yaşadıkları zorluk ve problemler karşılaştırılmıştır. Türk ve Alman şirketleri ile yapılan detaylı anket çalışmaları ışığında edinilen bulgulara göre, her iki ülkede sanayide dijital dönüşüm çok farklı evrelerde. Almanya'nın tam otomasyona zaten geçmiş olan şirketleri standartlaşma, siber güvenlik, iş organizasyonu, yeni iş

modelleri ve alt yapı gibi konular hakkında konuşurken, Türkiye'nin henüz 2. ve 3. Sanayi devrimi arasında sıkışıp kalmış ve otomasyona tam olarak geçememiş olan şirketleri 4. Sanayi devrimi konusunda yaşayacakları tüm zorlukları yatırım maliyetlerine indirgemişlerdir. Türk şirketleri uygulamada karşılaşacakları veri güvenliği, belirlenmemiş standartlar, dijitalleşme ile ortaya çıkan yeni iş ve iş yeri tasarımı, yetersiz hukuki ve teknik altyapı gibi sorunların henüz farkına varamamışlardır. Bu durum, Türkiye'de teknolojik olarak ortalamaya oranla görece iyi durumda olan firmaların bile sanayide dijitalleşmeye çok yüzeysel baktığını gösterir. Henüz yatırım planlama ve pilot proje seviyesinden uygulamaya geçememiş olan Türk şirketleri, Alman şirketlerinin uygulamada karşılaştığı dönüşüme olan inanç kaybı, çalışanların bu dönüşüme inanmaması, başarısız uygulamalar ve boşa giden yatırımlar gibi sonuçlara yakın gelecekte hazır olmalıdır. Alman şirketlerle 2013 ve 2018 yılında yapılan anket sonuçları standartlaşma, karmaşık sistemlerin yönetilmesi, iş organizasyonu ve tasarımı konularının sadece beş yılda çözülmesi mümkün olmayan büyük sorunlar olarak kaldığını göstermektedir.

Türkiye'deki şirketler ile yapılan araştırma sonuçlarına göre, Türkiye'nin teknoloji tedarikçisi ve kullanıcısı şirketleri birbirleri ile düzenli ve sağlıklı bir iletişim kuramamakta, bunun sonucunda da teknoloji arz ve talebinde ülke içinde bir denge sağlanamamaktadır. Tedarikçi ve kullanıcı şirketlerin birbiri ile düzenli bir iletişim kuramaması bu şirketlerin daha çok yabancı şirketlerin çözümlerini satın alarak ülkenin cari açığını artırması ile sonuçlanmaktadır. Bu noktada Dijital Türkiye yol Haritasında belirlenen kullanıcılar, tedarikçiler ve yönetim bileşenlerine yoğunlaşarak Türkiye şirketlerinin rekabetçiliğinin artırılması gereklidir. TÜSİAD'ın yakın zamanda öncülüğünü yaptığı Sanayide Dijital Dönüşüm Hızlandırıcı Program (SD²) gibi projelerin teknoloji tedarikçilerini destekleyerek Türkiye'nin teknoloji üreten

bir merkez olma hedefine ulaşmasını kolaylaştırması beklenmektedir.

Almanya'nın Endüstri 4.0 yol haritası ve Alman şirketlerin son beş yılda edindiği tecrübelerle göre dijital dönüşüm teknolojilerini kullanabilmek için firmaların süreçleri modellenmelidir. Ayrıca, standartların ülke genelinde ortak tanımları yapılmalı ve uluslararası normlara ayak uydurması sağlanmalıdır. Ayrıca, çalışanların dijital dönüşüme inanması ve dijitalleşme ile gelen yeni işyeri ve iş tanımına alışması gereklidir. Türkiye'nin teknoloji ekosistemi dijitalleşme sürecinin henüz başında tespit edilen sorunlar çözüldüğü ve önde giden ülkelerin

tecrübelerinden faydalandığı takdirde gelişme fırsatı yakalayacaktır. Bununla birlikte, sanayide dijital dönüşümü gerçekleştirmek için yükseköğrenim kurumlarının bölgesel eğitimlere katılımı artırılmalı, Türkiye'de en büyük problemlerden biri olarak zikredilen farkındalığı artırma konusunda çeşitli kampanyalar ve eğitim programları düzenlenmelidir. Makalemizin bulgularına göre, sanayide dijitalleşme sürecinin henüz başında, hukuki alt yapı da dijital dünyanın gerekliliklerine uygun hale getirilmelidir. Aksi halde, bazı sorunları yaşadıkten sonra yapılacak düzenlemeler mevcut hukuki düzenin yaptırım sorunu yaşamasına yol açabilir.

KAYNAKÇA

1. BMWi (2017) 10-Punkte Plan für Industrie 4.0. Handlungsempfehlungen der Plattform Industrie 4.0. https://www.plattform-i40.de/I40/Redaktion/DE/Downloads/Publikation/handlungsempfehlungen-10-punkteplan.pdf;jsessionid=D659EA1E137152FD3CD39F9E7CCFAA40?__blob=publicationFile&v=4, 26.09.2018
2. BMWi (2018a) Forschungsbericht Industrie 4.0 Anwenden. https://www.plattform-i40.de/I40/Redaktion/DE/Downloads/Publikation/hm-2018-fortschrittsbericht.pdf?__blob=publicationFile&v=5, 01.10.2018.
3. BMWi (2018b) Go-digital: Den Mittelstand auf dem Weg in die digitale Zukunft begleiten. <https://www.innovation-beratung-foerderung.de/INNO/Navigation/DE/go-digital/go-digital.html>, 15.09.2018.
4. BOYES H., HALLAQ B., CUNNINGHAM J.ve WATSON T. (2018) 'The industrial internet of things (IIoT): An analysis framework', Computers in Industry: 101-112.
5. BSTB (2018a). Türkiye'nin Sanayi Devrimi Dijital Türkiye Yol Haritası, <https://www.sanayi.gov.tr/tsddtyh.pdf>, 29.07.2018.
6. BSTB (2018b). Sanayide Yüksek Teknolojiye Geçiş Programı.
7. BTK (2018) Siber Güvenlik. <https://www.btk.gov.tr/siber-guvenlik-genel-bilgi>, 8.11.2018.
8. BULUT E., AKÇACI T. (2017). "Endüstri 4.0 ve İnovasyon Göstergeleri Kapsamında Türkiye Analizi", ASSAM Uluslararası Hakemli Dergi (ASSAM - UHAD) ASSAM International Refereed Journal Sayı: 7: 50-72.
9. ÇELİK, K., ÖZKAN, A., (2017) Eklemeli İmalat Yöntemleri İle Üretim ve Onarım Uygulamaları. Düzce Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi, 5: 107-121.
10. EBSO (2015). Sanayi 4.0 Uyum Sağlamayan Kaybedecek!. Ege Bölgesi Sanayi Odası, İzmir.
11. EĞER, E. (2018). Endüstri 4.0 ile Birlikte Gelecek 10 Yeni Meslek. Türkiye'nin Endüstri 4.0 Platformu. Erişim: 10.11.2018 <https://www.endustri40.com/endustri-4-0-ile-birlikte-gelecek-10-yeni-meslek/>

12. FIRAT, S. Ü. ve FIRAT O. Z. (2017). Sanayi 4.0 Üzerine Karşılaştırmalı Bir İnceleme: Kavramlar, Küresel Gelişmeler ve Türkiye. *Toprak İşveren Dergisi*, 114: 10-23.
13. FRAUNHOFER IOSB (2018) Einheitliches Glossar für Begriffe der Industrie 4.0, <https://www.iosb.fraunhofer.de/servlet/is/49000/>, 10.10.2018.
14. GERMAN STANDARDISATION ROADMAP INDUSTRIE 4.0 (2016), Version 3. <https://www.din.de/blob/65354/572187/67bd6da1927b181b9f2a0d5b39/roadmap-i4-0-e-data.pdf>, 15.09.2018.
15. GÜR, N., ÜNAY, S. ve DİLEK Ş. (2017). Sanayiye Yeniden Düşünmek. Küresel Teknolojik Dönüşümün Dünya ve Türkiye Ekonomisine Yansımaları. İstanbul: SETA Kitapları.
16. HERMANN M., PENTEK T. ve OTTO B. (2015). “Design Principles for Industrie 4.0 Scenarios: A literature review”, Working Paper No. 01/2015, Technical University of Dortmund and Audi.
17. IIoT (2018) “What Is the Industrial Internet?”, <https://www.iiconsortium.org/about-industrial-internet.html>, 20.09.2018
18. IHK MÜNCHEN UND OBERBAYERN (2018) Glossar, <https://ihk-industrie40.de/glossar/>
19. INDUSTRIAL INTERNET CONSORTIUM (2018). Industrial Internet Consortium. <http://www.iiconsortium.org/>, 05.09.2018.
20. INDUSTRY OF THINGS (2018). Umfrage zum Thema Industrie 4.0. <https://www.bigdata-insider.de/umfrage-zum-trendthema-industrie-40-v-39222-12529/?checkout>, 10.08.2018.
21. JAPONYA HÜKÜMETİ KABİNE OFİSİ (2016). Society 5.0. http://www8.cao.go.jp/cstp/english/society5_0/index.html, 29.07.2018.
22. KAGERMANN, H., W. LUKAS ve W. WAHLSTER (2011). Industrie 4.0: Mit dem Internet der Dinge auf dem Weg zur 4. industriellen Revolution. *VDI nachrichten*, 13.
23. KAGERMANN, H., WAHLSTER, W. ve HELBIG, J. (2013). Recommendations for implementing the strategic initiative Industrie 4.0: Final report of the Industrie 4.0 Working Group. <http://alvarestech.com/temp/tcn/CyberPhysicalSystems-Industrial4-0.pdf>, 18.08.2018.
24. KESAYAK, B. (2018). “Endüstri 4.0’da Sensörlerin Önemi”, Türkiye’nin Endüstri 4.0 Platformu, <http://www.endustri40.com/endustri-4-0da-sensorlerin-onemi/>, 05.07.2018
25. KAGERMANN, H., ANDERL, R., GAUSEMEIER, J., SCHUH, G., WAHLSTER, W., (2016). Industrie 4.0 im Globalen Kontext, *Acatech Studie*. https://www.acatech.de/wp-content/uploads/2018/03/acatech_de_STUDIE_Industrie40_global_Web.pdf, 10.09.2018.
26. LEE, J., KAO H. A. ve YANG S. (2014) Service innovation and smart analytics for Industry 4.0 and big data environment. *Procedia CIRP* 16 (2014): 3 – 8.
27. LIAO YONGXIN, FERNANDO DESCHAMPS, EDUARDO DE FREITAS ROCHA LOURES & LUÍZ FELÍPE PIERIN RAMOS (2017). Past, present and future of Industry 4.0 - a systematic literature review and research agenda proposal. *International Journal of Production Research*, 55:12, 3609-3629, DOI: 10.1080/00207543.2017.1308576.
28. MCAFEE, A., ve BRYNJOLFSSON, E. (2012). Big data: the management revolution. *Harvard business review*, 90(10): 60-68.

29. MİRZAOĞLU, A. G. (2011) Bulut Bilişimin Teknik, Uygulama ve Düzenleme Boyutuyla Değerlendirilmesi, Dünya Örnekleri ve Ülkemize İlişkin Öneriler. Bilgi Teknolojileri ve İletişim Kurumu, Bilişim Uzmanlığı Tezi. <https://www.btk.gov.tr/uploads/thesis/bulut-bilisinin-teknik-uygulama-ve-duzenleme-boyutuyla-degerlendirilmesi-dunya-ornekleri-ve-ulkemize-iliskin-oneriler.PDF>, 16.10.2018
30. NIST (2011) The NIST Definition of Cloud Computing. National Institute of Standards and Technology, Special Publication 800-145. <https://nvlpubs.nist.gov/nistpubs/legacy/sp/nistspecialpublication800-145.pdf>, 15.10.2018
31. NUROĞLU, E., ve NUROĞLU, H. H., (2018a). Türkiye'nin Sanayide Dijital Dönüşümü: Almanya Yol Haritasından Alınacak Dersler. 14th International Conference On Knowledge, Economy & Management Proceedings, İstanbul.
32. NUROĞLU H. H., ve NUROĞLU E., (2018b). Türkiye'nin Yeni Sanayi Devrimine Yaklaşımı Nasıl Olmalı?. Uluslararası Uygulamalı İktisat ve Sosyal Bilimler Konferansı Tam Metin Kitabı (ICEESS'18), Bandırma.
33. NUROĞLU E., NUROĞLU H. H. (2018c). "Endüstri 4.0'ı Türkiye'nin Dış Ticareti İçin Bir Fırsat Penceresine Dönüştürmek", Yönetim ve Ekonomi Araştırmaları Dergisi, 16, Özel Sayı Eylül 2018, 329-346. <http://dergipark.gov.tr/download/article-file/556717>, 20.10.2018
34. ÖZLÜ, F. (2018) Kalkınmada Anahtar Verimlilik, T.C. Bilim, Sanayi Ve Teknoloji Bakanlığı Aylık Yayın Organı, 30(352): 6-7.
35. ÖZSOY, K., DUMAN B., (2017). "Eklemeli İmalat (3 Boyutlu Baskı) Teknolojilerinin Eğitimde Kullanılabilirliği", International Journal of 3d Printing Technologies and Digital Industry 1:1: 36-48.
36. ÖZTÜRK S. (2018) İmalat Sanayinin Dijital Dönüşümü. Kalkınmada Anahtar Verimlilik, T.C. Bilim, Sanayi Ve Teknoloji Bakanlığı Aylık Yayın Organı, 30(352): 19-25.
37. PLATFORM INDUSTRIE 4.0 (2018). Glossar. <https://www.plattform-i40.de/I40/Navigation/DE/Service/Glossar/glossar.html>, 09.09.2018.
38. PORTER, M. E., ve MİLLAR, V. E. (1985). How Information Gives You Competitive Advantage: The Information Revolution Is Transforming the Nature of Competition. Harvard Business Review, 85-103.
39. SMART INDUSTRY (2018) Smartindustry.nl, 30.07.2018.
40. TÜBİTAK (2016). Yeni Sanayi Devrimi Akıllı üretim Sistemleri Teknoloji Yol Haritası.
41. TÜRKİYE'NİN ENDÜSTRİ 4.0 PLATFORMU (2018) 7 Adet Dijital Dönüşüm Merkezi Açılıyor. <http://www.endustri40.com/7-adet-dijital-donusum-merkezi-aciliyor/>, 01.08.2018
42. TÜSİAD ve BCG (2016). Türkiye'nin Küresel Rekabetçiliği için Bir Gereklik Olarak Sanayi 4.0: Gelişmekte Olan Ekonomi Perspektifi. İstanbul: TÜSİAD. <http://www.tusiad.org/indir/2016/sanayi-40.pdf>, 03.02.2018.
43. TÜSİAD ve BCG (2017). Türkiye'nin Sanayide Dijital Dönüşüm Yetkinliği. Yayın No: TÜSİAD-T/2017,12 – 589, İstanbul.
44. TÜSİAD (2018) Sanayide Dijital Dönüşüm Hızlandırıcı Programı. <https://tusiadsd2.org/>, 25.07.2018.
45. VDMA (2013). Tendenzumfrage der Plattform Industrie 4.0. <https://www.vdma.org/documents/105628/900795/Tendenzumfrage%20der%20>

0Plattform%20Industrie%204.0.pdf/85
57c502-a5c3-489c-8b1a-
db14c3514a14, 31.07.2018.

46. WANG SHİYONG, JĪAFU WAN, DĪ LĪ, VE CHUNHUA ZHANG (2016). “Implementing Smart Factory of Industrie 4.0: An Outlook”. International Journal of Distributed Sensor Networks, Volume 2016.
47. YILDIRIM, F. (2018) Dijital Dönüşüm. Kalkınmada Anahtar Verimlilik, T.C. Bilim, Sanayi Ve Teknoloji Bakanlığı Aylık Yayın Organı, 30(352): 9-13.

ENDÜSTRİ 4.0, “NESNELERİN İNTERNETİ” - AKILLI İŞLETMELER VE MUHASEBE DENETİMİ

INDUSTRY 4.0, "INTERNET OF THINGS" - SMART BUSINESSES AND AUDITING

Ali KABLAN*

* Dr. Öğr. Üyesi, Trakya Üniversitesi, Uzunköprü Uygulamalı Bilimler Yüksek Okulu, Bankacılık ve
Sigortacılık Bölümü, alikablan@trakya.edu.tr, <https://orcid.org/0000-0003-2711-0034>

ÖZ

Teknolojinin hızla gelişimi yeni fırsatlar ve riskler oluşturarak toplumları ve ekonomileri değiştiren etkiler yapmaktadır. Geçmişte herhangi bir iletişim ve bilgi işleme özelliği olmayan eşya-emtia'nın, yakın gelecekte akıllı cihaz özelliği kazanıp iletişim becerileriyle donatılmış olacağı söylenebilir. Her nesneyi birbiri ile iletişime geçebilir hale getirecek olan bu gelişmeye “Nesnelerin İnterneti” adı verilmektedir. Bu bağlamda insanlar ve makineler arasında, gerektiğinde veriyi işlemiş halde servis eden, akıllanmış, çok hızlı ve çift yönlü etkileşim gerçekleşecektir. Makineler, sistemler ve süreçler yüksek oranda karar üretebilen bir konuma yükselecektir. Yakın zamanda sadece kaydetmekle yetinmeyen, elde ettiği veriler üzerinde değerlendirmeler, analizler ve denetimler yapabilen sistemlerle karşılaşmak muhtemeldir. Akıllı makineler kavramı ile birlikte, makine ve akıldan bir arada söz ediliyorsa öğrenen makineler karşımıza “yapay zeka” kavramını çıkarmaktadır. Kendi kendini evrimleştiren donanımlar-akıllı makineler ile birlikte “denetim” kavramı ortadan kalkacak yada yepyeni bir kavram “Makinelerin Denetimi” kavramı yerini alacaktır. Ortam zekası olarak anılan ve bulunduğu ortamı sürekli dinlemesi, aynı zamanda sesli sorulara cevap vermesi ve akıllı cihazları denetleme gibi yeteneklere sahip olan Amazon Echo isimli bir ürün, denetim kavramının yeniden şekilleneceğine dair en önemli göstergelerden birisidir. Bu çalışmada, geleceğin işletmelerinde muhasebe denetimi, denetçinin rolü ve nesnelerin interneti kavramının, denetim alanına etkileri ve mevcut denetim anlayışının değişmesi gerektiğine dair varsayımlar açıklanmaktadır. Nesnelerin internetinden yararlanılması sayesinde, insana özgü hataların azaltılması, denetim kalitesinin artırılması, zamanın etkin kullanılması ve maliyetten tasarruf edilmesi ile rekabet üstünlüğü kazanılması olanaklıdır.

Anahtar Kelimeler: Endüstri 4.0, Nesnelerin İnterneti, Muhasebe Denetimi, Karanlık Fabrikalar, Muhasebe 4.0., Sürekli Denetim,

Jel Kodları: M40, M41, M42, O14.

ABSTRACT

Rapid technological advancement changes communities and economies by creating new opportunities and risks. It can be said that goods-commodities that used to have no communication or data processing properties will transform into smart devices equipped with communication skills. This development that will enable all objects to communicate with each other is called "Internet of Things". In this context, there will be a smart, very fast and duplex interaction between humans and machines, which will provide processed data when necessary. Machines, systems and processes will be able to carry out judgments to a considerable extent. In the near future, it is possible to see systems that not only record but also assess, analyze and checks the data they obtain. If we refer to machines and intelligence with the concept of smart devices, learning machines introduces to us the concept of "artificial intelligence". With self-evolving hardware-smart machines, the concept of "audit" will disappear or be replaced with a totally new concept – “Audit of Machines”. A product

named Amazon Echo that is defined as audio intelligence with capabilities such as listening to its environment constantly, answering to audio questions and controlling smart devices is one of the most important indicators that the concept of audit will be redefined. This study attempts to explain accounting audit, the role of auditors and the impacts of the concept of "internet of things" on auditing in future businesses as well as the assumptions that the current auditing mentality needs to change. Thanks to internet of things, it is possible to gain competitive advantage by reducing human-made mistakes, enhancing audit quality, using time efficiently and saving costs.

Keywords: Industry 4.0, Internet of Things, Accounting Audit, Smart Factories, Audit 4.0, Continuous Auditing

Jel Codes: M40, M41, M42, O14.

1. GİRİŞ

Gerçekleşen her bir sanayi devrimi esas olarak üretim faaliyetlerinde verimliliğin artırılmasına yönelik olsa da, işletmenin tüm departmanları ortaya çıkan yeniliklere uyum sağlamaktan geri kalmamıştır. Üretimden pazarlamaya, finansmandan muhasebeye işletmenin bütün fonksiyonları çağın gereklerine uygun teknolojilerin getirdiği sistemleri kullanmaktadır (Can ve Kıymaz, 2016: 108).

Gelişmiş ülkelerin, gelişmekte olan ülkelerin, gelişmek ve değişmek isteyen ülkelerin üzerinde durduğu, son zamanlarda ön plana çıkan Endüstri 4.0 kavramı ile muhasebe denetiminin de kendisine yeni bir rol üstlenmesini gerektirmektedir.

Günümüzde gelişen teknolojinin etkisi ve küreselleşme ile birlikte işletmeler Endüstri 4.0'ın etkisine girmişlerdir. İşletmelerin doğrudan etkilendiği Endüstri 4.0 kavramı, muhasebe bilimini de doğrudan doğruya etkilemektedir. İşletmeler için bu entegrasyon süreci muhasebe ve dolayısıyla muhasebe denetimini de etkilemektedir. Bu gelişmeler çerçevesinde Endüstri 4.0 ile muhasebe denetimi arasındaki ilişkiyi incelemek, yeni araştırmalara yol açmak için oldukça önemlidir. Bu sebeple, bu çalışmada Endüstri 4.0 ve muhasebe denetimi arasındaki ilişkinin incelenmesi amaçlanmıştır. Geleceğin işletmelerinde denetim ve denetçinin rolü tartışılmış, çalışma kapsamında, Endüstri 4.0 ve gelişimi, Endüstri 4.0 ve muhasebe denetimi ilişkisi incelenmiştir. Yapılan çalışma sonucunda Endüstri 4.0 ile muhasebe denetimi arasındaki ilişki ortaya

konulmaya çalışılmış, insana özgü hataların azaltılması, zamanın etkin kullanılması, maliyet tasarrufu gibi avantajlar olabileceği yönünde çeşitli önerilerde bulunulmuştur.

Geleceğin işletmelerinde, işletme fonksiyonlarının tamamının elektronik ortamda sürdürülmesi hedeflenmektedir. Endüstri 4.0 ile birlikte insanın yaratacağı en büyük katma değer, büyük veri sistemi içinde tasarlayıcı olma fonksiyonu olacaktır. (Erturan ve Ergin, 2017: 17). İşte bu nokta, makalenin konusunu oluşturan muhasebe ve denetiminin nasıl yapılması gerektiği, bu süreçte meslek mensubu ve denetçinin nasıl bir fonksiyonun bulunacağıdır.

2. SANAYİ DEVRİMLERİNİN TARİHSEL SÜRECİ

Endüstri 4.0 olarak anılan, dördüncü sanayi devriminin ne anlama geldiğini açıklamak için, sanayide yaşanmış daha önceki aşamaları gözden geçirmek önemlidir. Dünyanın sanayi de dört devrim ile evrildiği genel kabul görmektedir (Fırat, 2016: 4).

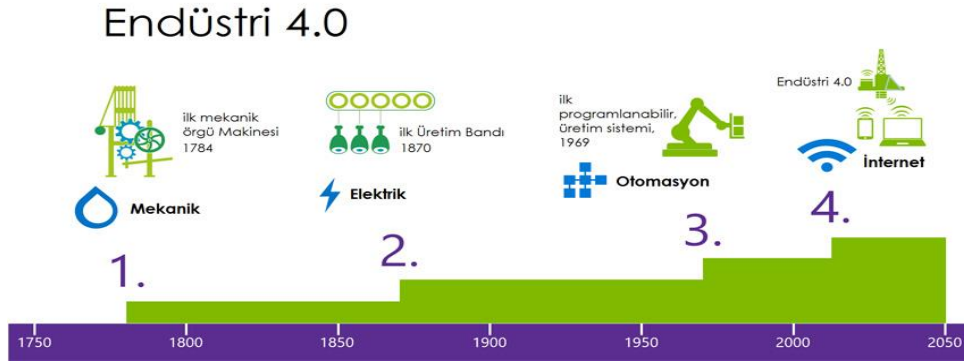
Teknolojik ilerlemeler, sanayi devriminin başlangıcından bu yana, endüstriyel verimlilikte büyük artışa işaret eden üç ana aşamanın kat edilmesini mümkün kılmıştır. 18. yüzyılın sonlarında fabrikalarda buhar gücüyle çalışan makineler kullanılmaya başlanmasıyla birinci sanayi devrimi, 20. yüzyılın başında elektrik enerjisi ile seri üretim mümkün olmasıyla ikinci sanayi

devrimi, 1970’lerden itibaren ise elektronik ve bilgi teknolojileri (BT) ile sanayide otomasyon yaygınlaşmasıyla üçüncü sanayi devrimi yaşanmıştır. Günümüzde ise, siber-fiziksel sistemler ve dinamik veri işleme ile

değer zincirlerinin uçtan uca bağlandığı, sanayi devriminin dördüncü evresinden söz edilmektedir (Tüsiad, 2016: 19).

Tarihte yaşanan dört sanayi devrimi ve içerikleri aşağıdaki şekilde özetlenmiştir;

Şekil 1: Sanayi devriminin dört aşaması



Kaynak: Seyrek, A.G. (2015), web: <http://www.endustri40.com/endustri-4-0-uygulama-icin-yol-haritasi/> (Erişim Tarihi 13/09/2018)

3. ENDÜRSTRİ 4.0 KAVRAMI VE BİLEŞENLERİ

Endüstri 4.0, 2011 yılında Almanya-Hannover fuarında lanse edilen yeni sanayi devrimidir. (Şenel ve Elevli, 2017: 26). Endüstri 4.0 başlangıçta, Alman ekonomisinin geliştirilmesi için önerilmiş bir kavram olarak karşımıza çıkmaktadır (Schlechtendahl vd., 2015). 2013 yılında Alman Ulusal Bilim ve Mühendislik Akademisi tarafından yayınlanan Endüstri 4.0 bildirgesi ekonomideki dijital dönüşüme vurgu yapmaktadır. Fabrikaların dijitalleşmesi ile birlikte, üretim gücünü Uzak Doğu ekonomilerine kaptıran Batı ekonomileri, Batı menşeli fabrikaların kendi ülkelerine dönüşünü sağlamayı, böylece rekabet avantajı elde etmeyi hedeflemektedir (Toker, 2018: 51).

Mrugalska ve Wyrwicka (2017) Endüstri 4.0 kavramını, “karmaşık fiziksel makine ve cihazların, ticari ve toplumsal sonuçları daha iyi tahmin etmek, kontrol etmek ve planlamak için kullanılan ağa bağlı sensörler ve yazılımlarla entegrasyonu” veya “ürünlerin yaşam döngüsü boyunca

yeni bir değer zinciri organizasyonu ve yönetimi seviyesi” olarak tanımlamaktadırlar.

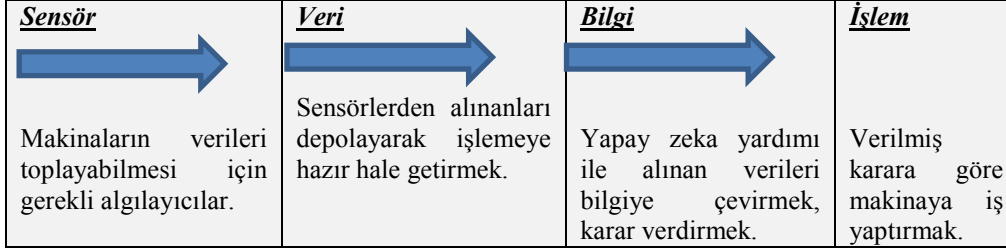
Endüstri 4.0’ın amacı, daha yüksek düzeyde verimlilik ve üretkenlik ile operasyonel bir otomatikleşme seviyesinin yakalanmasıdır (Thames ve Schaefer, 2016). Başka bir ifadeyle; Vasıfsız iş gücü gerektiren işleri otomasyonlaştırarak katma değer yaratma devrimidir (Şenel ve Elevli, 2017: 26).

Endüstri 4.0, üretimle direkt ya da dolaylı olarak ilişkili olan bütün birimlerin birbiri ile ortak çalışmasını planlanmakta, dijital verilerin yazılımın ve bilişim teknolojilerinin birbiri ile entegre olarak çalışmasını öngörmektedir (Schuh vd., 2014: 1). Endüstri 4.0 ile birlikte; insan, makine ve sistemlerin birbiri ile bağlanarak fabrikaların etkinliğin ve verimliliğinin artması beklenmektedir (Erturan ve Ergin, 2017: 16).

Sensör, Veri, Bilgi ve İşlem Endüstri 4.0’ı diğer sanayi devrimlerinden ayıran en önemli unsurlardır. Bu dört unsurun birleştirilmesi ile vasıfsız iş gücü ortadan kalkarken, yerine hata yapmayan işlemler

elde edilmektedir (Şenel ve Elevli, 2017: 26).

Şekil 2: Dört Adımda Endüstri 4.0



Kaynak: Şener, Semih; Elevli, Birol “Endüstri 4.0’da Yeni İş Kolları ve Yüksek Öğrenim”, Mühendis Beyinler, 2017, s: 25-37

Yeryüzündeki tüm cihazların birbiriyle bilgi ve veri alışverişi için kullanıldığı, her türlü araca entegre edilmiş, sensör ve işlemcilerle donanmış, İnternet bağlantılı akıllı elektronik sisteme Siber-Fiziksel Sistemler de adı verilmektedir. Üretim sürecinde fabrikalardaki makinelerde siber-fiziksel sistemlerin kullanılması demek insanlardan neredeyse bağımsız olarak kendi kendilerini koordine ve optimize ederek üretim yapabilecek “akıllı fabrikalar” demektir. Eğer Endüstri 4.0 stratejisi gerçekleşirse üretim süresi, maliyetler ve üretim için ihtiyaç duyulan enerji miktarı azalacak, üretim miktarı ve kalitesi artacaktır (Koç, 2017: 2).

Endüstri 4.0 bir çok unsuru içerisinde barındırmaktadır. Nesnelerin İnterneti (Nİ), Büyük Veri (Big Data), Bulut Bilişim Sistemleri, Sistem Entegrasyonu, Akıllı Makineler, Karanlık Fabrikalar, Artırılmış Gerçeklik, Dijital İkizler, 3D Yazıcılar vb. gibi. Bu kavramlardan en önemlisi Nesnelerin İnterneti olarak karşımıza çıkmaktadır.

3.1. Nesnelerin İnterneti-İletişimi Kavramı ve İşletmelere Etkileri

“Nesnelerin İnterneti” ilk defa Ashton tarafından 1999 yılında kullanılan bir kavramdır. (Ashton, 2009) Ashton’a göre, günümüz internet kavramı, insanlar tarafından bilgisayarlara veri girişine bağımlı olduğunu belirtmekte, insanların zamanı, bilgisi ve veri girişinin doğruluğunun sınırlı olduğunu

belirtmektedir. İnternet dünya hakkında çok az bilgiye sahiptir. İnternet bilgiyi sadece insanlardan gelen veri girişi doğrultusunda elde etmemeli, nesnelere de toplaması gerektiğini vurgulamaktadır. Çok yakın zamanda internet nesnelere iletişime geçecek ve bu sayede insan faktörüne özgü olan hatalar azalacak, bilgi kirliliği ortadan kalkacaktır.

Chui vd.’lerinin tanımına göre (2010); Nesnelerin iletişimi, *fiziksel cisimlerin internete bağlanması* olarak tanımlanmakta iken; Atzori vd. göre ise (2010); *nesnelere, internet ve semantik boyutların kesişim alanı* olarak tanımlanmaktadır.

Yukarıda verilen tanımlardan sonra Nesnelerin İletişimi; *fiziki bir varlığı olan canlı cansız her nesnenin veri ağlarıyla bağlantılı olduğu bir iletişim ağı* olarak tanımlanabilir (Erturan ve Ergin, 2017: 15).

Birbiriyle bağlantılı makineler ürünün kalite kontrolünü yapıp, üretim sürecindeki hataları daha hızlı tespit etmeyi sağlayacaktır. Tüm bu sürecin yönetildiği akıllı fabrikalarda üretim büyük veri analiziyle daha verimli hale gelecektir. Endüstri 4.0 bir anlamda da iş gücü talebinin azalması, kurumlarda bulunan departmanlarda işgücü fazlalığı tehdidi oluşturmaktadır. Ayrıca Endüstri 4.0 ile, sanayide üretim miktarı ve kalite artarken hammadde atıkları azalacak, enerji ve su gibi kıt kaynaklar gereğinden fazla kullanılmayacak, çevre ve doğa daha az zarar verilecektir. (Ekonomik Forum :18)

Nİ sayesinde işgücüne bağlı hataların yok olması, kendi kendini yöneten makineler ve yine hataları kendi içlerinde yok edebilen sistemler oluşturmak hedeflenmektedir. Bu sayede kaynaklar daha etkin ve verimli kullanılacaktır. Siemens Almanya Amberg’de bulunan dijital fabrikası bahsedilen teknolojiye en yakın fabrikalardan birisi olarak kabul görmektedir. 1989 yılında kurulmuş fabrikada, üretim alanında değişiklik olmadan, üretim kapasite 8 kat artırılabilmiştir. Fabrikada yapılan işlerin ¾’lük kısmını akıllı makineler yürütmekte iken; ¼’lük kısmı emek yoğun olarak gerçekleştirilmektedir. Fabrikada mamul tamamlanma başarısı %99,99 seviyesinde olup bu rakam üretim hataları, fire gibi kavramların söz konusu olmadığına bir göstergesidir (Erturan ve Ergin, 2017: 17).

UPS kargo şirketi, internet veri ağı sistemi sayesinde ABD’deki 60 bin aracını anlık olarak izleyebilmektedir. Bu da Nİ iç denetimde ne derece etkin kullanılabileceğinin göstergesi olarak karşımıza çıkmaktadır (Muller, 2012).

2020 yılına kadar 20 milyardan fazla cihazın birbirine bağlı olacağı ve bunun sonucunda, 20 yıl içerisinde verimlilik artışının yanı sıra, maliyetlerin düşmesi sayesinde trilyonlarca dolar ekonomik katkı sağlanacağı tahmin edilmektedir (Eldem, 2017: 16).

Yakın gelecekte Nİ ile birlikte küresel bir nöro-ağ ile her şey birbirine bağlanacaktır. Bulut teknolojisi bu sürecin temellerindedir (Singh vd. 2016). Bu nöro-ağ ile gizliliklerin azalması hızlanmış şeffaflık çağına doğru yönelim başlamıştır (Erturan ve Ergin, 2017: 17). Bu şeffaflık big data kavramını doğurmuş bunun sonucunda da veri güvenliği önemli bir sorun haline gelmiştir. Başka bir ifadeyle, bilginin güvenliği ve denetimi sorunu ile karşı karşıya kalınmıştır. Bu konuda, Avrupa komisyonu 2012 yılında çalışmalarına başlayarak güvenlik önlemlerinin hayata geçirilmesi için çeşitli mekanizmalar oluşturulmasını önermiştir (Rifkin, 2015: 85). Türkiye’de de gerçek ve

tüzel kişilere ait verilen gizliliği 6698 sayılı Kişisel Verilerin Korunması Kanunu ile güvence altına alınmıştır (TBMM, 2016).

3.2. Büyük Veri (Big Data)

Endüstri 4.0 ve nesnelerin interneti kavramı ile birlikte mevcut veri miktarı çok ciddi boyutlara ulaşacaktır. Dijital dünyada 2016 yılında üretilen veri miktarının 16 zettabayt olduğu saptanmıştır. Artan veri üretimi sonucunda, 2025 yılına gelindiğinde dünyada 160 zettabayt veri üretileceği tahmin edilmektedir (Reinzel vd., 2017: 3). Bu gelişmeler paralelinde verilerin daha çok ve uzun süreli depolanmasına, dolayısıyla büyük kapasiteli veri tabanlarının oluşturulması söz konusu olmuş ve büyük veri kavramı doğmuştur. Konumuzu oluşturan muhasebe denetiminde kanıt niteliği taşıyan ve geçmişte fiziksel olarak saklanan muhasebe verilerinin, 2000’li yıllarda % 25’i digital ortamda tutulmaya başlanmış ve günümüzde ise verilerin % 98’den fazlası elektronik ortamda saklanmaktadır (Cukier ve Mayer Schoenberger, 2013).

Nİ kavramı ile birlikte veri üretimi hızla artmaktadır. Yığınlar halinde üretilen bu verinin tamamının kaydedilmesi, sürekli olarak saklanması ve analizi hem olanaklı hem de gerekli değildir. 2025 yılında, toplam üretilen verinin sadece % 15’lik kısmının önemli kabul edileceği ve bu verinin ise, sadece % 20 sinin analiz edileceği öngörülmektedir (Reinsel vd., 2017: 20)

Warren, Moffitt ve Byrnes (2015), büyük veri ile muhasebe bilgi kalitesinin artarak şeffaflığın ve paydaşların karar verme sürecinin gelişeceğini vurgulamıştır. Ayrıca, veriye ulaşımın kolaylaşmasıyla, bilanço kalemlerine ait gerçeğe uygun değer çalışmalarında küresel ölçekte bir çözüme ulaşılmasına katkı sağlayabileceği düşünülmektedir. Krahel ve Titera (2015), büyük verinin etkisinin muhasebe ve raporlama standartlarında değişikliğe neden olacağını iddia etmektedir. Günümüzde bağımsız denetimde maliyet azaltma isteği nedeniyle, şirkete özgü çalışmalar azaltılmakta ve ayrıntılara inilememektedir.

Ancak, büyük veri sayesinde, standartların sadece sunuma ağırlık vermek yerine, veriye ve analize önem vererek bilgi kullanıcılarına daha fazla yarar sunulacaktır.

4. ENDÜSTRİ 4.0 VE TÜRKİYE

TÜSİAD'ın 2016 Mart ayında Boston Consulting Group ile birlikte yayınladığı "Türkiye'nin Küresel Rekabetçiliği İçin Bir Gereklik Olarak Endüstri 4.0 : Gelişmekte Olan Ekonomi Perspektifi" isimli raporda (TÜSİAD, 2016: 2), dikkat çekici rakam ve tespitlere yer verilmiştir.

2018'de Sanayide kullanılacak robot sayısının yaklaşık 3 milyon, birbirine bağla cihaz sayısının Rakamlarda göstermektedir ki; Türkiye'nin ekonomik işgücü nedeniyle halen sahip olduğu rekabet avantajının, Endüstri 4.0 ile birlikte kaybolma tehlikesi vardır.

Dünyadaki ve gelişmiş ülkelerdeki bu gelişmeler ışığında, ülkemizin yeni sanayi devrimindeki konumunun güçlendirilmesi ve sanayide dijital dönüşümün hızlandırılması amacıyla, Şubat 2016'da gerçekleştirilen Bilim ve Teknoloji Yüksek Kurulu'nun 29. toplantısında bu konuya ilişkin aşağıdaki kararlar alınmıştır (TÜBİTAK, 2016: 3).

- Ülkemizin dinamiklerine uygun yürütme, uygulama ve izleme modelinin eğitim, istihdam ve sektörel politikalar ile ilgili analizleri de kapsayacak şekilde ilgili sektör paydaşları eşgüdümünde geliştirilmesi,
- Kritik ve öncü teknolojilerde (öncelikle siber fiziksel sistemler, yapay zeka, robot teknolojileri, nesnelerin interneti, büyük veri, siber güvenlik, bulut iletişim vb.) yetkinlik kazanılmasını sağlayacak hedef odaklı Ar-Ge çalışmalarının artırılması,
- Kritik ve öncü teknolojilerin yerli firmalarımızca üretilmelerini sağlayacak üretim altyapılarına yönelik, pilot üretim ve gösterim

ise 13 milyardan 29 milyara çıkması beklenmekte,

2020'de Nesnelerin interneti pazar büyüklüğünün, 656 Milyar \$'dan 1.7 Trilyon \$'a çıkması beklenmekte,

2025'de Gelişmiş ülkelerdeki imalat süreçlerinin %15-25 oranında otomasyona dayalı hale geleceği beklenmekte,

2030'da Dijital teknolojilerin verimlilik, gelir dağılımı ve çevre üzerine güçlü etkilerinin olacağı, küresel ticaret hacminin yarısında akıllı nesnelerin etkileşiminin kullanması beklenmektedir.

desteklerini de kapsayacak şekilde, gerekli teşvik ve destek mekanizmalarının gözden geçirilmesi ve geliştirilmesi kararları alınmıştır.

Yukarıdaki çalışmaların yanı sıra; Akıllı üretim sistemlerine yönelik, mevcut durumun ve ihtiyaçların saptanması amacıyla TÜBİTAK tarafından haziran 2016'da, ilgili teknolojik alanlarda TÜBİTAK'tan Ar-Ge desteği almış olan yaklaşık 1000 özel sektör kuruluşuna kapsamlı bir anket uygulanmıştır. Ankette kuruluşların Ar-Ge ve akıllı üretimle alakalı ilgi ve entegrasyon seviyelerini ölçmeye yönelik sorulardan oluşan bölümlerin yanı sıra; Ar-Ge ve uluslararası işbirliği ihtiyaçları, ilgili teknolojiler bazında ulusal yetkinlik, firma seviyesinde ve ulusal seviyesinde etki potansiyeli değerlendirmeleri de yer almıştır. Yapılan bu ankete yönelik analizin özet bulguları aşağıdaki gibidir (TÜBİTAK, 2016: 4).

- Araştırmaya katılan firmaların farkındalık düzeylerine bakıldığında; %22'si kapsamlı bilgiye sahipken, %19'nun konuyla ilgili hiçbir bilgisi yoktur. Katılımcı firmaların % 59'u ise konu hakkında genel bir bilgiye sahiptir,
- Konu hakkında kapsamlı bilgiye sahip başka bir ifadeyle farkındalık seviyesi

en yüksek olan üç sektör ise; % 39 ile Bilgisayar-Elektronik-Optik ürünler, % 36 ile Yazılım ve % 22 ile Malzeme (kauçuk-plastik) sektörü olarak karşımıza çıkmaktadır,

- Üretim hatlarına ilgili teknolojileri entegre etme durumları başka bir ifadeyle “Olgunluk Seviyesi” en yüksek olan 3 sektör ise; Malzeme (kauçuk-plastik), Bilgisayar-Elektronik-Optik ürünler, Otomotiv ve Beyaz Eşya Yan Sanayiidir olarak karşımıza çıkmaktadır,
- Araştırmaya göre “En Çok Katma Değer Sağlayacağı” değerlendirilen 3 teknoloji; Otomasyon ve kontrol sistemleri, İleri robotik sistemler ve Eklemeli imalat olarak karşımıza çıkmaktadır,
- Katma değer en yüksek olacağı değerlendirilen 3 sektör ise; Makine ve ekipman, Bilgisayar-Elektronik-Optik ürünler ve Otomotiv-Beyaz

Eşya yan sanayii olarak karşımıza çıkmaktadır.

Bunun yanında, haziran 2016 da, TÜBİTAK TÜSSİDE’de “Yeni Sanayi Devrimi: Akıllı Üretim Sistemleri’ne Yönelik Kritik ve Öncü Teknolojiler” çalıştayı düzenlenmiş, çalıştay 55 farklı firma, 83 özel sektör temsilcisi ve 17 akademisyen olmak üzere 100 kişinin katılımı ile gerçekleştirilmiştir (TÜBİTAK, 2016, s:14). Yukarıda bahsedilen anket çalışması ile yapılan mevcut durum değerlendirmesi ve paydaşlarla yapılan çalıştayın çıktıları bir arada değerlendirilerek akıllı üretim sistemlerine yönelik yol haritası hazırlanmıştır. Bu yol haritasına göre 3 teknoloji grubunda 8 kritik teknoloji belirlenmiştir (TÜBİTAK, 2016: 5).

Tablo 1: Yol haritası kapsamında yer alan 3 teknoloji grubu ve 8 kritik teknoloji

DİJİTALLEŞME	Büyük Veri ve Bulut Bilişim
	Sanallaştırma
	Siber Güvenlik
ETKİLEŞİM	Nesnelerin İnterneti
	Sensör Teknolojileri
	Eklemeli İmalat
GELECEĞİN FABRİKALARI	İleri Robotik Sistemler
	Otomasyon ve Kontrol Sistemleri

TÜBİTAK’ın yapmış olduğu çalışma, sanayimizin dijital olgunluk seviyesinin Endüstri 2.0 ile Endüstri 3.0 arasında olduğunu belirtilmektedir (Yıldız, 2018: 555).

5. ENDÜSTRİ 4.0 VE MUHASEBE

Geleneksel anlamdaki işleviyle muhasebe meslek mensubu, işletmenin üretim, satış ve diğer döngülerine yeterli zaman ayıramamaktadır. Vergi beyanı gibi yasal zorunluluktan doğan işlemlerin süresi içerisinde tamamlanması ile ilgilenmek

dışında, şirketin faaliyetlerine ayrıntılı bir inceleme süresi bulamamaktadır. Meslek mensubu, beyanname hazırlama süreçlerinden sıyrılıp yönetsel kararlar aşamasında sisteme dahil olamamaktadır. Endüstri 4.0 ile birlikte işletmelerin değişimi ve akıllı fabrikalar-akıllı sistemler kavramı ile birlikte muhasebenin kayıt tutma fonksiyonunun, akıllı yazılımlar tarafından planlanması ve gerçekleştirilecek olması; muhasebe meslek mensuplarının stratejik ve yönetsel kararlar üzerinde yoğunlaşabilmesine olanak sağlayacaktır. Endüstri 4.0, Muhasebe meslek mensuplarının, finansal analistlerin, yatırım

denetçilerinin, kredi denetçilerinin, mali denetçilerin, profesyonel yatırımcıların ve danışmanların fonksiyonlarını önemli ölçüde etkileyecek bir süreçtir (Slyozka ve Nataliya, 2016).

Muhasebe mesleğinin teknolojik gelişmelerden etkilenmesi kaçınılmaz bir gerçektir. ABD’de istihdam geleceği üzerine yapılan bir araştırmada 702 meslek grubu için gelecekte bu mesleklerin teknolojiye uygunluğu araştırılmıştır (Schwab ve Samans, 2016). Araştırmaya göre muhasebe mensupları teknolojik gelişmelerden en çok etkilenen meslek grupları arasında yer almıştır.

Türkiye’de, bilgi teknolojilerinin gelişmesiyle beraber muhasebe uygulamaları elektronik ortamda yapılmaya başlamıştır. Maliye bakanlığı düzenlemeleri doğrultusunda e-fatura, e-defter, e-beyanname, e-mutabakat uygulamaları yürürlüğe girmiş bulunmaktadır (Tektüfekci, 2012: 4). Ayrıca muhasebe paket programlarının sayısının ve içeriğinin genişlemesi meslek mensuplarının yoğunluğunu büyük ölçüde azaltmıştır.

Endüstri 4.0 süreci ile birlikte, muhasebenin; kaydetme, sınıflandırma, özetleme ve raporlama fonksiyonlarının akıllı makineler, akıllı üretim sistemleri, akıllı raflar, akıllı depolar, akıllı stok vb ile verilerin gerçek zamanlı olarak kaydedildiği bir muhasebe sistemi oluşacağı düşünülmektedir. Başka bir ifadeyle, Endüstri 4.0 ile birlikte muhasebe kayıt sistemi de akıllı kayıt sistemine dönüşecektir. Muhasebe meslek mensubunun bu akıllı muhasebe bilgi sistemi içerisinde sistemi tasarlayan, sistem tarafından hazırlanan raporların analiz ve yorumunu yapan kişi olarak yerini alacağını düşünülmektedir. Endüstri 4.0 ile birlikte muhasebe meslek mensubunun sahip olması gereken yeterlilikler de değişim gösterecektir. Muhasebe sisteminin geçireceği dönüşüm ile mali mühendisliğe geçiş sürecine doğru gidilmektedir.

Yukarıdaki açıklamalar doğrultusunda Endüstri 4.0 ile birlikte, geleneksel muhasebeden, “Yalın Muhasebe”

kavramına doğru bir geçiş söz konusu olmaktadır.

Yalın muhasebe, muhasebe sistemlerinin yalın yönetim ve üretim felsefesiyle bütünleşmesi, bu anlayışa katkı sağlayacak, hizmet edecek şekilde tasarlanması anlamına gelmektedir. Yalın muhasebenin en önemli amacı, yönetim performansını ve etkinliğini arttırmak, verimliliği ve kaliteyi yükseltmek, değer yaratmak ve adına yalınlaşmaktır. Geleneksel muhasebe sistemlerinin ürettiği evrak ve veri yığınlarının aksine, iş ve işlem yapmayı hızlandıran, karar vermeyi kolaylaştıran, hataları önleyen, süreçleri basitleştiren uygulama ve yöntemleri araştırmak ve benimsemektir. Yalından kasıt doğru güvenilir ve gerekli bilginin gereksinim duyulduğu anda en hızlı ancak en az maliyetle üretilmiş olmasıdır (Can ve Güneşlik, 2013: 1)

Başka bir ifadeyle Yalın Muhasebe; muhasebe organizasyonunda, ticari bilgi ve belgelerin düzenlenmesinde, arşivlenmesinde, mali olay veya işlemleri kayıt altına alınmasında, finansal raporların hazırlanmasında ve denetiminde, kısaca muhasebe ile ilgili tüm işlemlerde sıfır hata hedefine dönük, daha kolay, hızlı, yararlı, düşük maliyetli vb. yol ve yöntemlerin olup olmadığını araştırmak, bulmak ve uygulamaktır (Can ve Güneşlik, 2013: 19).

6. LİTERATÜR ÇALIŞMASI

Mark Nigrini’nin (1992) “Gelir Vergisi Kayıplarının Dijital Dağılım Yöntemi ile Analizi” konulu doktora tezi ve 1995’te yayınladığı ve 7 farklı şirketin muhasebe verilerindeki hilelerin dijital analiz kullanarak ortaya nasıl çıkartıldığını anlatan makalesi, bilgisayar teknolojilerinin hile denetiminde kullanımının uygulamasını literatürde gördüğümüz ilk çalışmalardır. Daha sonra dijital analizi kullanan çeşitli bilgisayar programları geliştirilmiş ve kullanılmaya başlanmıştır.

Türkiye’de, bilgisayar ortamında denetim teknikleri geniş bir şekilde çalışma konusu olarak ele alınmıştır.

Ay ve Yılmaz (2005), "Bilgisayar Destekli Denetim Tekniklerinin (BDDT) Bankacılık Sektörüne Etkileri" adlı çalışmada; BDDT'nin, Türkiye'de bağımsız denetim kuruluşlarınca, profesyonel işletmelerde oluşturulan iç denetim sistemlerinde ve bankacılık sektöründe yoğun bir şekilde kullanılmaya başlandığı tespit edilmiştir.

Turan (2006), "Vergi Denetiminde Bilgisayar Destekli Denetim Teknikleri ve Bir Uygulama" adlı yüksek lisans tezinde; Vergi Denetimi sürecinde; Bilgisayar Destekli Denetim Tekniklerinden nasıl yararlanılabileceği, bu alanda vergi mevzuatındaki düzenlemelerin tanıdığı imkanlar ve Bilgisayar Destekli Denetim Tekniklerinin Vergi Denetimi sürecine sağlayacağı faydaları incelemiştir.

Elitaş ve Karagül (2010), "Bilgisayar Destekli Denetim Teknikleri" adlı çalışmada; gelişen bilgi teknolojilerinin sağladığı imkânlarla denetim tekniklerindeki yeni uygulamaların açıklanmasını amaçlamıştır.

Çalış, Keleş ve Engin (2014), "Hilenin Ortaya Çıkarılmasında Bilgi Teknolojilerinin Önemi ve Bir Uygulama" adlı çalışmada; Değişen hile türleri ve sürekli genişleyen işletme veri tabanları nedeni ile klasik denetim teknikleri, hileleri ortaya çıkartılmasında yetersiz kaldığını savunmuşlar, Benford Kanunu uygulayarak sağlık sektöründe incelemeler yapmışlardır.

Teraman ve Şenççek (2014), "Elektronik Ortamda Denetim ve Yazılımların Kullanımına Yönelik Bir Uygulama" adlı çalışmada; Elektronik ortamda denetim uygulamaları inceleme konusu yapılmıştır.

Endüstri 4.0 kapsamında denetim üzerine yapılan çalışmaların sayısı çok az olmakla birlikte;

Öztürk ve Acar (2015), "Sürekli Kontrol ve Risk Değerlendirmesi Kapsamında Bir Sürekli Denetim Uygulaması" adlı çalışmada; Etkin ve verimli bir iç denetimin oluşmasını sağlayan sürekli denetim sayesinde işletmelerde şeffaflık ve hesap verilebilirlik düzeyinin artacağını ve aynı zamanda önemli ölçüde güvenilirlik

sağlanacağını belirtmiştir. Ayrıca otomasyona dayalı bir iç denetim sistemi sayesinde elektronik ortamda oluşturulan kontrol noktalarının etkisiyle meydana gelebilecek olası hata ve hilelerin önüne geçilebileceği tespit edilmiştir.

Erturan ve Ergin (2017), "Muhasebe Denetiminde Nesnelerin İnterneti: Stok Döngüsü" adlı çalışmada ise; nesnelerin interneti kavramının denetim alanına uygulanabilirliği stok döngüsü kapsamında açıklanmaktadır.

7. ENDÜSTRİ 4.0 - NESNELERİN İNTERNETİNE DAYALI MUHASEBE DENETİMİ YAKLAŞIMI

Denetim, şirketlerin gerçekleştirdikleri ekonomik faaliyetler ve olaylara ilişkin iddialarla, genel kabul görmüş ölçütler arasındaki uygunluğun derecesini araştırmak ve sonuçlarını ilgili kullanıcılara iletmek amacıyla nesnel biçimde kanıt toplama ve değerlendirme süreci olarak tanımlanmaktadır (AICPA). İşletmeler faaliyetlerini iç denetim ile takip etmekte ve bunun yanında bağımsız denetçilerden de hizmet olarak bağımsız dış denetim yaptırılmaktadırlar.

Bir önceki bölümde, Türkiye'de e-imza, e-fatura, e-defter, e-beyanname, e-mutabakat ve benzeri düzenlemelerle işlemleri tamamen elektronik ortama taşıyan yasal altyapı oluşturulduğundan bahsedilmiştir. Bu gelişmeleri takiben, muhasebe sisteminin elektronik ortamda olması, denetimin de aynı ortamda yapılmasını zorunlu kılmaktadır (Selvi vd., s:11).

Bilgisayar teknolojilerinin kullanımı sayesinde hem örnekleme yapmaya ihtiyaç olmaksızın verilerin tam sayımı yapılabilmekte, hem de klasik yöntemlere göre çok daha az zamanda analiz edilebilmektedir (Çalış vd., 2014: 97).

Bilgi teknolojilerinin muhasebe ve muhasebe denetimi üzerine etkileri kaçınılmazdır. Bu etkinin en basit örneği; bir zamanlar yevmiye defterine yapılan kayıtların, büyük defterlere aktarımının

denetlenmesi amaçlı kullanılan mizan kavramının artık bu amaç için kullanılmamasıdır. Artık bilgi teknolojisi ortamında gerçekleşen bu işlemin doğruluğunun kontrol edilmesine gereksinim duyulmamaktadır. Mizanlar bir kontrol aracı olarak görülmemekte, hesap bakiyelerinin görünmesini sağlayan bir çizelge olarak işlevini sürdürmektedir.

Nİ sayesinde tüm sistemlerin birbirine bağlı olması ile birlikte bilgiler görünür olacak ve süreçler şeffaflaşacaktır. Sistemlerin birbirine bağlı olması ile iç kontrollerin eş zamanlı olarak yapılması, hataların gerçekleşmeden saptanması sağlanabilmektedir. İşte bu noktada denetim kavramı karşımıza çıkmakta, geleneksel anlamda insan faktörünün denetimi, nesnelere ve akıllı makinelerin denetimi şekline bürünmektedir. Nİ ortamında denetim yaklaşımının da denetçi istediği her zaman işletmedeki faaliyetler hakkında gerçek zamanlı bilgi sahibi olabilecektir. Bu sayede eş zamanlı olarak aylık, yıllık raporlar beklenmeden, faaliyetler devam ederken süreçler denetime tabi tutulabilecektir.

Nİ ile birlikte geleceğin işletmelerinde envanter faaliyetleri kapsamında; stok siparişleri ve kontrolleri, depo sayımları ve kontrolleri, fiziki varlıkların tamlik ve doğruluğu, fiziki varlıklara ilişkin amortisman süre ve tutarları, alış ve satışların takipleri gibi bir çok faaliyetin denetimi insan faktörü olmaksızın yapılabilecektir. Ödeme şekilleri de değişime uğrayacak, nakit ödemesiz ve kasiyersiz yazar kasalar sonucunda nakit kavramı ortadan kalkacağı için kasa vb. parasal varlıkların denetim faaliyetlerine gerek kalmayacak, banka mutabakatları bilgi şeffaflığı ile kolayca aşılacak ve bir çok denetim döngüsü ortadan kalkacaktır. Bu sayede kayıt dışılığı önlemek için elektronik uygulamalara ağırlık verilecektir. Faturalar otomatik olarak müşterinin ve muhasebe sistemine düşecek ve eş güdümlü muhasebe kaydı yapılabilecektir. Geleneksel denetim sisteminde denetçiler denetlenen şirkete giderek çalışmakta iken; Endüstri 4.0 süreci gerçekleştiğinde bilgi

eşgüdümlü olarak denetçiye iletilebilecek denetçi kanıt toplamak yerine mevcut bilgilerin analizi ile ilgilenecektir.

Dijitalleşen dünyada denetçi bilgiye anlık ulaşabildiği için, denetim faaliyeti denetlenen işletmeye fiziksel olarak gidilmeden yapılacaktır. Nİ sistemi üzerinden sözleşme dahi elektronik ortamda imzalanacaktır. Denetimin yeni boyutunda, işletmelerden gelen veri denetim sözleşmesi imzalanan denetçi tarafından denetlenecek ve denetlenmiş veri sistemine yüklenecektir. Kayıtlar üzerinde inceleme yapan denetçi, ilgili işleme ait belgelere yine sistem üzerinden ulaşabilecektir. Süreçlere ait belgelendirme elektronik ortamda yapılacak manuel olarak düzenlenenler ise sisteme taranarak aktarılacaktır. Eşgüdümlü gerçekleşen anlık denetim sayesinde finansal tablolar her istenildiği zaman hazırlanabilecek ve sürekli denetim faaliyetine tabi tutulabilecektir. Finansal tabloların olmazsa olmazı dipnotlar ise Nİ sisteminde kendiliğinden üretilebilecektir.

Görsel olarak işletmeyi denetlemek isteyen denetçi, kameralar, Nİ ve robotlar sayesinde dijital ortamda denetim faaliyetini gerçekleştirebilecektir. İşletmenin stok, depo, üretim hattı, satış, sevkiyat gibi süreçleri görsel olarak istenildiği zaman, işletmeye haber verilmeden kontrol edilebilecektir. Denetçi şirketteki kamera sistemine erişim sağlayarak istediği zaman dilimlerinde, çalışanların denetlendiğini hissetmeyecek şekilde denetim yapabilecektir. Bu sistem bir çok ana okulunda veliler tarafından cep telefonu ile gerçekleşen bir sistem olarak uzun zamandan bu yana kullanılmaktadır. İşletmede çalışan personelin işe alımından fiziksel mevcudiyetine, fazla mesai ödemesinden devamsızlık ve raporlu iş günlerine araştırılırken, işçinin göz, parmak izi, yüz tanıma bilgileri ile gereken bilgi kanıt toplanabilecektir. Denetçi, görüntülü olarak personelle görüşebilecek ya da insansız hava araçları ile stok kontrolü yapma olanağına sahip olabilecektir (Erturan ve Ergin, 2017: 22). Nitekim şuan rehabilitasyon merkezlerinde eğitim-

öğretim gören öğrenciler için, devlet tarafından rehabilitasyon kurumlarına yapılacak ödemelerde, mevcut öğrencinin okulda bulunduğuna dair kamera kayıtlarının teslimi gerekmektedir.

Nİ ile tüm sistemler entegre hale geleceğinden, denetim sürecinde yer ve zaman önemli olmayacaktır. Nitekim son yıllarda kullanılan bulut muhasebe programları ile muhasebe ofislerine ihtiyaç kalmadan çalışan mali müşavirlerin ve benzer şekilde diğer meslek mensuplarının sayısının arttığı gibi denetim elemanları da internet olan her ortamda çalışabilme olanağına sahip olacaktır. Denetim maliyetlerinden seyahat, ulaşım, konaklama vb gibi tutarlar düşülecektir. Yakın bir gelecekte denetçi, kendi çalışma ortamında işletme içinde sanal turlar yaparak işletmenin içerisindeymiş gibi denetim yapma olanağına sahip olacaktır. Sanal asistanlar yardımıyla, artırılmış gerçeklik kullanarak işletmenin sorunlarını, işlemlerini, davalarını, stok sayımlarını, depo giriş çıkışlarını görüntüleyebilecektir. Şeffaf görünürlükte olunacak olan bu yapıda muhasebeci-denetçi erişim yetkisine gizlilik anlaşması yapılarak bir şifre yardımıyla sanal ortamda ulaşabilecektir. Bilgi teknolojileri yardımı ile oluşturulan dijital ikiz, işletmenin sanal ortamda var olmasını sağlayacak ve bu sanal ortamda oluşan işletmeyi muhasebe denetçisi-meslek mensubu teknolojik bilgiyle daha hızlı ve dışarıdan denetleyebilecektir (Erturan ve Emre, 2018: 196).

Endüstri 4.0 ile birlikte denetim süreci, yazılı dokümantasyona dayalı muhasebe

sistemlerinin manuel olarak denetlenmesinden, yazılı olmayan sistemlerin elektronik veri aktarımının çevrimiçi olarak sürekli elektronik olarak denetlenmesine doğru evrim geçirmektedir. (Rezaee vd., 2001: 151). İşte tam bu aşamada karşımıza "Sürekli Denetim" kavramları çıkmaktadır.

Kanada Yeminli Müşavirler Enstitüsü (CICA) ve Amerikan Yeminli Müşavirler Enstitüsü (AICPA) araştırma raporunda sürekli denetim, "*konu ile ilgili olaylar gerçekleşikten kısa bir süre sonra ya da eşzamanlı olarak yayınlanan denetçi raporlarının kullanılması ile bağımsız denetçilere yazılı bir güvence elde etmeyi imkan veren bir metodolojidir*" şeklinde tanımlanmıştır (Searcy vd., 2002:1).

Başka bir tanıma göre ise sürekli denetim; "*muhasebe sistemi altında oluşturulan finansal tabloların doğruluğu yansıtacak şekilde sunulup sunulmadığı konusunda fikir sahibi olabilmek için makul bir seviyede gerekli olan elektronik ortamdaki denetim kanutlarının bir araya getirilmesini ifade eden sistemli bir süreç olarak tanımlanmaktadır*". (Rezaee vd, 2001: 151)

Endüstri 4.0 ve muhasebe denetimi etkileşimi sonucunda; yeniden düzenlenmesi ve üzerinde düşünülmesi gereken denetim konu başlıkları aşağıdaki tabloda belirtilmiştir. Tabloda geleneksel denetim yaklaşımı ile Endüstri 4.0 ortamında denetim yaklaşımı karşılaştırmalı olarak incelenmiştir.

Tablo2: Geleneksel Denetim Yaklaşımı ile Endüstri 4.0 Ortamındaki Denetim Yaklaşımının Karşılaştırılması

Denetim Konuları	Geleneksel Denetim Yaklaşımı	Endüstri 4.0 Ortamında Denetim Yaklaşımı
Denetimin Konusu	Muhasebe faaliyetlerinin denetimidir. Geleneksel Denetimde, Kağıt esaslı muhasebe ve denetim bilgi sistemi kullanılmaktadır.	Nesnelerin ve akıllı makinelerin denetimidir. Sürekli Denetim, Yazılı olmayan bilgisayar ortamındaki denetim ve bilgi teknolojilerine dayanmaktadır. Kağıtsız, yazılı olmayan muhasebe sistemleri kullanılmaktadır.
Denetim Türleri	Finansal Tabloların Denetimi-Uygunluk Denetimi-Faaliyet Denetimi olarak üç farklı şekilde sınıflandırılmaktadır.	Nesnelerin ve akıllı makinelerin denetimi olarak karışımına çıkmaktadır.
Denetim Zamanı	Geleneksel denetim belirli dönemlerde ve genellikle yılda bir kez yapılır.	Sürekli denetim gerçekleşir. İstenildiğinde veya her zaman raporlama gerçekleşebilir. Gerçek zamanlı finansal bilgi gerçek zamanlı denetim mümkündür.
Denetim Yer ve Mekan	Meslek mensupları ve denetçiler, muhasebe büroları ve muhasebe departmanlarında çalışmaktadır. Denetim faaliyetlerinde fiziksel bağımlılıktan söz edilmektedir.	Meslek mensupları ve denetçiler sanal bürolardan, uzaktan erişim ile mesleki süreci gerçekleştirmektedir. Denetim çalışmalarında fiziksel bağımlılık söz konusu değildir.
Denetim Sürecinin İşleyişi	Denetçinin müşteri işletme ziyaretleri ve müşteri işletmede çalışma ortamı oluşturması ile gerçekleşmektedir.	Denetçinin müşteri işletme ziyaretlerinin azalması söz konusu, hatta denetim sözleşmesinin dahi dijital ortamda imzalanması sayesinde denetçi-işletme bağı tamamen ortadan kalkmaktadır.
Denetim standartları	Genel Kabul Görmüş Denetim Standartları kullanılmaktadır.	Bilanço kalemlerine ait gerçeğe uygun değer çalışmalarında büyük verinin etkisinin, muhasebe ve raporlama standartlarında değişikliğe neden olacağını iddia edilmektedir.
Denetim Kanıtları	Kanıtlar belge (kağıt) ortamında yer almaktadır.	Kanıtlar elektronik kanıt olarak dijital ortamda yer almakta, kağıtsız denetim "paperless audit" karşımıza çıkmaktadır.
Denetim Kanıtı Elde Etme Yordamları	Denetçi kanıt elde etme yordamları olarak; • Belgelerin ve Kayıtların Doğruluğu • Sabit Varlıkların Kontrolü • Gözlem • Doğrulama • Soruşturma • Yeniden Hesaplama-Yapma • Analitik Yordamları kullanılmaktadır.	Denetçi, akıllı makineler, akıllı raflar, akıllı depo, akıllı stok, akıllı kayıt vb. Endüstri 4.0 unsurlarından yararlanarak, işletmenin bilgi sisteminden istediği veriyi eşzamanlı olarak çekebilecektir. Sabit varlıkların kontrolüne fiziki olarak gerek kalmayacak, kayıtlar dijital ortamda kontrol edilecek, doğrulama ve soruşturma ise, uzaktan gözlem ve erişim ile gerçekleştirilecek faaliyetler olarak karşımıza çıkacaktır.
Kayıt ve Belgelerin İncelenmesi	Kayıt ve belgelerin incelenmesi matbu belge ortamında gerçekleşmektedir.	Kayıt ve belgelerin incelenmesi dijital ortamda gerçekleşecektir.

Denetim Konuları	Geleneksel Denetim Yaklaşımı	Endüstri 4.0 Ortamında Denetim Yaklaşımı
	Gereksiz iş yükü, kağıt faturalandırma, gereksiz posta ve kargo masrafları, belgelendirme ile ilgili sorunlar, arşivleme ve çoklu nüsha kullanımı, mutabakat zorluklarının yaşanması gibi sorunlara karşı karşıya kalınmaktadır.	Otomatik kayıt ile işleme hızı arttırılırken, hatalar azalacaktır. Evrak akısında ihmal, hata ve kayıp riskini minimuma indirilecektir.
Hata-Hile Eylemleri	İşlevsel süreçler insan faktörü ağırlıklı olduğu için hata ve hile tehlikesi her aşamada mevcuttur.	Akıllı sistemler ve Nesnelerin İnterneti faktörleri ile hata ortadan kalkacakken; hile kasıt eylemi içerdiğinden daha tehlikeli ve gizli olabilecektir.
Denetimde Örnekleme ve Örnekleme Riski	Denetçi, mevcut muhasebe sistemindeki verilerin tamamına ulaşamayacağı, tam sayım yapamayacağı için örnekleme seçme yoluyla denetim faaliyetlerini tamamlayacak ve örnekleme riski ile karşı karşıya kalacaktır.	Denetçi bilgi teknolojileri ortamında kısa sürede tam sayım gerçekleştirebilecek, tam sayım yapılması sonucunda örnekleme riski ile karşılaşmayacaktır.
Kontrol Testlerindeki Örnekleme Riskleri (Alfa/Beta)	Denetçi, müşteri işletmenin iç kontrol sistemi hakkında örneklemlerden yola çıkarak bir görüş elde etmesi durumunda, iç kontrol hakkında uygun olmayan sonuçlara ulaşabilecektir, Alfa ve Beta riskleri ile karşı karşıya kalacaktır.	Denetçinin müşteri işletmeyi gerçek zamanlı olarak her istediğinde gözlemleyebilmesi Alfa ve Beta risklerinin gerçekleşmesini önleyecektir.
Maddi Doğruluk Testlerindeki Örnekleme Riskleri (Yanlış Ret/ Yanlış Kabul)	Denetçi, hesap kalanları hakkında örneklemlerden yola çıkarak bir görüş elde etmesi durumunda, Yanlış Ret veya Yanlış Kabul riskleri ile karşı karşıya kalacaktır.	Denetçinin hesap kalanları üzerinde tam sayım yapabilmesi, Yanlış Ret ve Yanlış Kabul risklerinin, gerçekleşmesini önleyecektir.
Denetim Riski	Doğal Risk x Kontrol Riski x Bulma Riski bileşenlerinden oluşmaktadır.	Nesnelerin sürekli olarak birbiri ile iletişimi sonucunda, sürekli bir iç kontrol sistemi mevcut olup; doğal risk, kontrol riski ve bulma riski olasılıkları azalacaktır.
Çalışma Kağıtları	Çalışma kağıtları doküman-belge olarak mevcuttur.	Çalışma kağıtları dijital ortamda yer almaktadır.
Muhasebe Defterleri ve Finansal Raporlama	Geleneksel yöntemde, işletmelerin muhasebe kayıtlarının dönemsel olarak noter onaylı basılı defterlere aktarılması gerekmektedir. Ayrıca dönemsel raporlama söz konusu olmaktadır.	Ekonomik faaliyetler ile muhasebe işlemleri eş zamanlı olarak yapılması, e-defter sistemine uygun olarak yürütülmesi ve işletme raporlarının sistemden her an alınabilir güncel raporlar olması, muhasebe bilgi kullanıcıları açısından değer yaratacaktır.
Envanter	Envanter, fiilen işletme personeli ve denetim sürecinde denetçinin katılımı ile gerçekleşen bir süreçtir. Dönem sonu envanterinin çıkarılması zorunludur. Ürünlerin fiziki olarak yerinde	Akıllı raflar, giriş çıkış tarihleri ve stok miktarları anlık takip edebilen akıllı depolar yardımıyla, İnsansız Envanter gerçekleşmektedir. Gerçek zamanlı envanter mümkündür. İlgili stok ve ürünlerin kontrolü 3 boyutlu

Denetim Konuları	Geleneksel Denetim Yaklaşımı	Endüstri 4.0 Ortamında Denetim Yaklaşımı
	incelenmesi gerekmektedir.	yazıcılar aracılığıyla denetçi tarafından elde edilebilecek, ofis ortamında incelenebilecektir.
Sorgulama	İşletme personeli ile yüz yüze gerçekleşmesi gereken bir süreçtir.	Çalışanlar ve Nesnelerle birlikte gerçekleşen bir süreç olmakla birlikte, görüntülü olarak uzaktan erişim yolu ile gerçekleştirilebilecek bir süreçtir. Günümüzde hukuk davalarında bile internet üzerinden sorgulama yöntemi kullanılabilir iken; denetçi internet üzerinden sorgulama, doğrulama ve mutabakatlar yapabilecektir.
Doğrulama	İlgili kişi ve kurumlarla irtibata geçilerek gerçekleştirilmektedir. Gereksiz zaman kayıpları ile karşı karşıya kalınmaktadır.	Büyük veri sisteminden veriler çekilerek ilgili kurumlar ile iletişime geçilmesini gerektirmeyen bir süreç olarak gerçekleştirilmektedir.
Değerleme ve Dağıtım	Muhasebe meslek mensubu tarafından; Menkul Kıymet, Şüpheli Alacak ve Stok değerlemesi yapılmakta, fiziki değer kayıpları işletme tarafından belirlenerek gereken karşılıklar ayrılmaktadır. Aynı şekilde işletme yönetimi tarafından Duran varlıklara amortisman tutarı tespit edilmektedir. Denetçinin bu hesaplamaları tekrar hesaplama yolu ile kontrol etmesi gerekmektedir.	Nesnelerin iletişimi sayesinde akıllı kayıt sistemi, Menkul Kıymet, Şüpheli Alacaklar için büyük veriden bilgiyi alarak değerlemesini yapacak, ilgili karşılık tutarını ayıracaktır. Yine ilgili Stok ve Duran varlıklar üzerindeki sensörler sayesinde değer düşüklüğünü ve amortisman tutarlarını hesaplayabilecek, fiziki değer kayıpları için gerçeğe uygun değerlendirme sonucu karşılık ve amortisman ayrılabilir, denetçinin bu bağlamda tekrar hesap yapma gereksinimi ortadan kalkacaktır. Değerleme ve dağıtım nesnelere tarafından gerçek zamanlı olarak yapılabilir, amortisman, değer düşüklüğü karşılıkları vs. tutarlar otomatik olarak kayıtlara geçirilecektir.
Satışlar ve Tahsilat Döngüsü	Siparişin yüz yüze alınması, ödemenin nakit olarak yapılması, muhasebe kaydının meslek mensubu tarafından ilgili belgeye ulaşıldığı anda yapılması, kasa ve kasiyer kullanımı, kayıt dışı noksan ve fazlalık sorunları ile karşılaşılması söz konusudur.	Sanal ortamda ürün sipariş alınması ve satışı, eşgüdümlü ödemenin sanal ortamda gerçekleşmesi ve muhasebe kaydının otomatik olarak sistem tarafından yapılması, kasa, kasiyer vb. kullanılmaması, tutarın boyutu ne olursa olsun kayıt altına alınmış olması söz konusudur.
Satın Alma ve Ödemeler Döngüsü	Stok siparişlerinin personel tarafından verilmesi, meslek mensubu tarafından ilgili belgeye ulaşıldığında muhasebe kayıtlarının yapılması ile gerçekleşmektedir. Denetçinin bu sürecin tamamına ilişkin uygunluk ve maddi doğruluk testleri yapması gerekmektedir.	Stok siparişlerinin otomatik olarak verilmesi, otomatik olarak muhasebe kaydı ve stok kartının teslim anında eşgüdümlü olarak işlenmesi gerçekleştirilecektir. Denetçi sistem üzerinden bu faaliyetleri eşzamanlı olarak görebilecektir.

Denetim Konuları	Geleneksel Denetim Yaklaşımı	Endüstri 4.0 Ortamında Denetim Yaklaşımı
Ücretler ve Personel Döngüsü	Çalışma saatleri, fazla çalışma, sağlık raporları, tazminatlar vb. gibi bilgiler personel giriş çıkış kartı ve kağıt ortamındaki belgelendirme ile takip edilmektedir.	Parmak izi, Göz ve Yüz tanıma sistemleri gibi teknolojilerle personele dair çalışma saatleri, fazla çalışma, rapor, tazminat vb işlemler gerçekleştirilecektir.
Stoklar ve Maliyet Döngüsü	Siparişin alınmasıyla birlikte, üretim departmanının malzeme deposundan istek fişi düzenlenmesi yolu ile malzeme isteğinde bulunması, gerekli belgelerin hazırlanması ve meslek mensubu tarafından belgeye erişim sağlandığında muhasebeleştirilmesi, stok kartlarının depo sorumlusu tarafından işlenmesi ve dönemsel envanter çıkarılması şeklinde gerçekleşmektedir. Stok değerlendirme yöntemlerinin kullanılması gerekmektedir.	Siparişin alınmasıyla birlikte, akıllı üretim sisteminin gerekli olan malzeme isteğinde bulunması, bu istekle ilgili muhasebe kayıtlarının sistemde otomatik olarak yapılması ve eşzamanlı olarak istek fişi ve stok kartları gibi belgelendirme faaliyetlerinin sistem tarafından otomatik olarak hazırlanması şeklinde gerçekleşecektir. Stok değerlendirme; akıllı raflar, ağırlık sensörleri, kimyasal sensörler, biyolojik sensörler, dev ekranlar, ortak veri ağı vb. kullanımının yaygınlaşmasıyla stokların miktarı, değerlemesi ve denetimi anlık, kaliteli ve düşük maliyetli yapılabilecektir.
İşletmeye Kaynak Sağlanması ve Geri ödemeler Döngüsü	Denetçi ilgili finansal kuruluşlarından bilgi istemekte, olumlu veya olumsuz doğrulama talebinde bulunmaktadır.	Denetçi şeffaflaşan bilgi ortamında istediği veriye zaman kaybetmeden ulaşabilecek; kaynak, kaynak maliyeti ve geri ödenmesine ilişkin bilgileri eş zamanlı olarak takip edebilecektir.
Parasal Varlıkların denetimi	Nakit para, çek, senet ve kasiyer kullanımı kayıt dışı nakit hareketini gündeme getirmekle birlikte, sayım noksanları ve sayım fazlaları durumları ile sık sık karşılaşılmaktadır.	Sanal para kullanılması ve kasiyersiz akıllı yazarkasalar ile birlikte kayıt dışı hareketler, sayım noksan ve fazlaları önlenecektir. Denetçinin parasal varlıkları denetleme yükü ortadan kalkacaktır. Denetimde parasal varlıkların denetimi döngüsü varlığını yitirecektir.
Varlıkların Kötüye Kullanımı	Varlıkların kötüye kullanımı, sık karşılaşılan bir sorun olarak karşımıza çıkmaktadır.	Akıllı ve öğrenen makinelerin sayesinde bozulma, çalınma, kötüye kullanma gibi durumlarda sistem yöneticisine bilgi verilecek ve varlıkların korunmasındaki etkinlik artacaktır.
Denetim Raporları	Geleneksel denetimde, <ul style="list-style-type: none">• Olumlu görüş,• Olumsuz görüş,• Şartlı olumlu görüş ve• Görüş bildirmekten kaçınma olmak üzere 4 farklı rapor tipi mevcuttur.	Denetçinin müşteri işletmenin bilgi sistemine, yönetimin izni olmadan ulaşabilme imkanı olduğundan dolayı görüş bildirmekten kaçınma rapor türü anlamını yitirecektir.

8. SONUÇ

Endüstri 4.0 ile birlikte akıllı işletmelerde, elektronik belgelendirme, otomatik muhasebe kayıtları, insansız envanter sayımları ve daha bir çok muhasebe tabanlı faaliyetler yapılabilecektir. Öğrenen nesnelere her alanda olduğu gibi muhasebe sistemleri ve muhasebe denetimi üzerinde de etkili olacaktır.

Muhasebe mesleğinin Endüstri 4.0 ile uyum sağlaması ile birlikte, hata ve hile olasılığının azalması sağlanacak; daha kapsamlı, güvenilir, şeffaf ve gerçek zamanlı bilgi ihtiyacının karşılanması sonucunda finansal raporların daha sağlıklı olarak hazırlanması mümkün olacaktır.

Teknolojinin geldiği aşamada, işletme varlıklarının yönetimi ve denetimi kolaylaşacaktır. Akıllı fabrikalar, akıllı makineler, akıllı raflar, yapay zeka, bulut teknoloji, nesnelere iletişim vb. yaygınlaşması sonucu denetim faaliyeti daha kaliteli, ekonomik ve zamansal açıdan daha kısa bir sürede gerçekleştirilebilecektir. Denetçi, internet olan her ortamda çalışabilme olanağına sahip olacaktır. Denetim maliyetlerinden ulaşım, konaklama vb. gibi tutarlar düşülecektir. Yakın bir gelecekte denetçi, kendi çalışma ortamında işletme içinde sanal turlar yaparak işletmenin içerisindeymiş gibi denetim yapma olanağına sahip olacaktır. Sanal asistanlar yardımıyla, artırılmış gerçeklik kullanarak işletmenin sorunlarını, işlemlerini, davalarını, stok sayımlarını, depo giriş çıkışlarını görüntüleyebilecektir. Endüstri 4.0 ile birlikte; denetim çalışmalarındaki fiziksel bağımlılıktan kurtulabilmek, veriye ulaşmada yaşanan sorunların ortadan

kaldırılması, gerek müşteri işletme personeli ve gerekse denetçi yardımcılardan kaynaklı hataların minimum düzeye indirilmesi mümkün olmakla birlikte, denetim kalitesinin artması beklenmektedir.

Ayrıca elektronik bilgi ortamları denetim mesleği için bir fırsat veya tehdit oluşturabilir. Denetçi, bilgi teknolojilerindeki bu hızlı değişime uyum sağlayabilirse, finansal tabloların denetiminde, zamanını rutin işler yerine müşterilerine iyi iş planlarının geliştirilmesi, iş risklerinin değerlendirilmesi ve performans ölçümü gibi hizmetler sunarak değerlendirebilir. Ancak kendini güncelleyemez ve değişimin gerisinde kalırsa bu durum denetçi için bir tehdit unsuru olabilir. Denetçi, elektronik bilgi ortamlarında denetim yapabilmek için belli bir düzeyde bilgi ve deneyime sahip olmalıdır. Endüstri 4.0 ile birlikte muhasebe meslek mensuplarının ve denetçilerin sahip olması gereken yeterlilikler de değişim gösterecektir. Bu durum, yeni bir meslek olarak bilgi teknolojileri denetçiliğinin doğmasına sebep olacaktır (Pekdemir, Selvi, 2002: 200). Meslek mensubu eğitim programlarının, yeni gelişmeler doğrultusunda revize edilmesi, meslek mensubunun çağın gerektirdiği dijitalleşme eğitimlerini tamamlaması gerekmektedir. Bu konuda; kamu ve özel sektöre, üniversitelere ve akademisyenlere büyük bir sorumluluk düşmektedir.

Son olarak, Almanya gibi gelişmiş sanayiye sahip ve Endüstri 4.0 kavramının ilk olarak kullanıldığı bir ülkenin bile “Endüstri 4.0 sürecinde yan gelip yatamayız.” sözü, söz konusu olan yolun ne kadar uzun olduğunu ortaya koymaktadır.

KAYNAKÇA

1. ASHTON, K. (2009). "That Internet Of Things", RFID Journal, 22.06.2009 (<http://www.rfidjournal.com/articles/view?4986>, (27.06.2018),
2. ATZORİ, L.; IERA, A.; MORABİTO, G. (2010). "The Internet Of Things: A Survey", Computer Networks, 54, s: 2787-2805,
3. AY, M.; YILMAZ, B. (2005). "BDDT'nin Bankacılık Sektörüne Etkileri", Marmara Üniversitesi Uluslararası Finans Sempozyumu, s:51-67,
4. CAN, A. V.; GÜNEŞLİK, M. (2013). "Yalın Yönetim Felsefesinin Önemli Bir Boyutu Olarak Muhasebede Yalınlaşma Düşüncesi Ve Bir Yalın Muhasebe Uygulaması Örneği: "Kendine Faturalama", Muhasebe ve Finansman Dergisi, s:1-22,
5. CAN, V. A.; KIYMAZ, M. (2016). "Bilişim Teknolojilerinin Perakende Mağazacılık Sektörüne Yansımaları: Muhasebe Departmanlarında Endüstri 4.0 Etkisi", Süleyman Demirel Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, s:107-118,
6. CHUİ, M.; LOFFLER, M.; ROBERTS, R. (2010). "The Internet Of Things", McKinsey Quarterly, 2, s: 1-9,
7. CUKIER, K.; MAYER-SCHOENBERGER, V. (2013). "The Rise of Big Data", Foreign Affairs (May/June), s. 28-40,
8. ÇALIŞ, Y.E.; KELEŞ, E.; ENGİN, A. (2014). "Hilenin Ortaya Çıkarılmasında Bilgi Teknolojilerinin Önemi ve Bir Uygulama", Muhasebe ve Finansman Dergisi, Temmuz, 93-108,
9. EKONOMİK FORUM, TOBB Dergisi, 259. Sayı, Sanayi 4.0'a Ne Kadar Hazırız. <https://www.tobb.org.tr/ekonomikforum/Sayfalar/2016/259.php> (10/06/2018)
10. ELDEM, M. O. (2017). "Endüstri 4.0", TMMOB EMO Ankara Şubesi Haber Bülteni, s:10-16,
11. ELİTAŞ, C.; KARAGÜL, A.A. (2010). "Bilgisayar Destekli Denetim Teknikleri", Sosyal Bilimler Dergisi, Cilt XII, Sayı 2, s:145-160,
12. ERTURAN, İ. E.; EMRE, E. (2018). "Muhasebe Mesleğinde Dijitalleşme: Endüstri 4.0 Etkisi", Akademik Sosyal Araştırmalar Dergisi, Sayı 72, s:185-197,
13. ERTURAN, İ. E.; ERGİN, E., (2017). "Muhasebe Denetiminde Nesnelerin İnterneti: Stok Döngüsü", Muhasebe ve Finansman Dergisi, Temmuz, s: 13-30,
14. FIRAT, S. Ü., (2016). "Sanayi 4.0 Dönüşümü Nedir? Belirlemeler ve Beklentiler", Sanayiciler dergisi, (<http://www.sanayicidergisi.com/sanayi-40-donusumu-nedir-belirlemeler-ve-beklentiler-makale,585.html>) (25,07,2018)
15. KOÇ, V. (2017). "Endüstri 4.0 ve Muhasebe Mesleği Üzerine Etkileri", Erciyes Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi,
16. KRAHEL, J.P.; TITERA, W.R. (2015). "Consequences of Big Data and Formalization on Accounting and Auditing Standards", Accounting Horizons, 29/2, s. 409-422, doi: 10.2308/acch-51065,
17. MRUGALSKA, B.; WYRWICKA, M.K. (2017). "Towards lean production in industry 4.0.", Procedia Engineering, vol. 182, pp. 466- 473,
18. MULLER, J. (2012). "With Driverless Cars, Once Again It Is California Leading The Way", Forbes, (<http://www.forbes.com/sites/joannmuller/2012/09/26/with-driverless-cars-once-again-it-is-california-leading-the-way/#28b0f507aaca>, 24.06.2018),
19. NIGRINI, M. J. (1992). "The Detection of Income Tax Evasion Through an

- Analysis of Digital Distributions”, Doktora tezi, Cincinnati Üniversitesi,
20. ÖZTÜRK, M.S.; ACAR, D. (2015). “Sürekli Kontrol ve Risk Değerlendirmesi Kapsamında Bir Sürekli Denetim Uygulaması”, Süleyman Demirel Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, Cilt 20, Sayı 4, s:67-85
 21. PEKDEMİR, R., SELVİ, Y. (2002). “Teknolojik Gelişmelerin Denetimde Yarattığı Yeni Fırsatlar”, 17. Türkiye Muhasebe Kongresi, 10-12 Ekim, s.200,
 22. REİNSEL, D.; GANTZ, J.; RYDNING, J. (2017). “Data Age 2025: The Evolution of Data to Life-Critical”, IDC white paper. <https://www.seagate.com/files/www-content/our-story/trends/files/Seagate-WP-DataAge2025-March-2017.pdf> (22.05.2018),
 23. REZAEI, Z.; ELAM, R.; SHARBATOGHLIE, A. (2001). Continuous Auditing: The Audit of Future, Managerial Auditing Journal, p:150-158,
 24. RIFKIN, J. (2015). Nesnelerin İnterneti ve İşbirliği Çağı, İletişim Yayınları, İstanbul,
 25. SCHLECHTENDAHL, J.; KEİNER, M.; KRETSCHMER, F.; LECHLER, A.; VERL, A., (2015). “Making existing production systems Industry 4.0-ready”, Production Engineering, 9 (1), p. 143-148,
 26. SCHUH, G.; POTENTE, T.; WESCH, C.; WEBER, A.R.; PROTE, J.P. (2014). Collaboration Mechanisms to Increase Productivity in the Content of Industrie 4.0. Robust Manufacturing Conference, p: 51-56) Elsevier B:V.,
 27. SCHWAB, K.; SAMANS, R. (2016). World Economic Forum: The Future of Jobs Report. <http://reports.weforum.org/future-of-jobs-2016/> (12.06.2018),
 28. SEARCY D.W.; WOODROOF J.; BEHN B. (2002). Continuous Audit: The Motivations, Benefits, Problems and Challenges Identified by Partners of a Big 4 Accounting Firm, Proceedingis of the 36th Hawaii International Conference on System Sciences (HICSS’03),
 29. SELVİ, Y., TÜREL, A., ŞENYİĞİT, B. “Elektronik Bilgi Ortamlarında Muhasebe Denetimi”<https://docplayer.biz.tr/11617282-Elektronik-bilgi-ortamlarında-muhasebe-denetimi.html>
 30. ŞENER, S.; ELEVİLİ, B., (2017). “Endüstri 4.0’da Yeni İş Kolları ve Yüksek Öğrenim”, Mühendis Beyinler, s: 25-37,
 31. SINGH, J.; PASQUIER, T.; BACOM, J.; KO, H.; EYERS, D. (2016). “Twenty Security Considerations For Cloud-Supported Internet Of Things”, IEEE Internet Of Things Journal, 3(3), ss. 269-284,
 32. SLYYOZKA, T.; ZAHORODNYA, N., (2017). “The Fourth Industrial Revolution: The Present and Future of Accounting and Accounting Profession”, <http://polgariszemle.hu/aktualis-szam/136-nemzetkozi-kitekintes/868-the-fourthindustrial-revolution-the-present-and-future-of-accounting-and-the-accountingprofession> (Erişim Tarihi: 31.08.2018),
 33. TEKTÜFEKÇİ, F. (2012). “Bilgi Teknolojilerinin Muhasebe Uygulamalarına Entegrasyonu ve Bütünleşik Sistemlerle Olan Etkileşim” Organizasyon ve Yönetim Bilimleri Dergisi Cilt 4, Sayı 2, ISSN: 1309-8039, 51-59,
 34. TERAMAN, Ö.; ŞENÇİÇEK, F.T. (2014). “Elektronik Ortamda Denetim ve Yazılımların Kullanımına Yönelik Bir Uygulama”, Organizasyon ve Yönetim Bilimleri Dergisi, Cilt 6, Sayı 2, s: 117-136,

35. THAMES, L.; SCHAEFER, D., (2016). "Software-defined cloud manufacturing for Industry 4.0", *Procedia CIRP*, 52, p. 12-17,
36. TOKER, K. (2018). "Endüstri 4.0 ve Sürdürülebilirliğe Etkileri", *Istanbul Management Journal*, 29(84): 51-64,
37. TURAN, D. (2006). "Vergi Denetiminde Bilgisayar Destekli Denetim Teknikleri ve Bir Uygulama", Marmara Üniversitesi, Muhasebe Denetimi, Yüksek Lisans Tezi,
38. TÜBİTAK (2016). Yeni Sanayi Devrimi Akıllı Üretim Sistemleri Teknoloji Yol Haritası, <http://www.tubitak.gov.tr/> (10.05.2018)
39. TÜSİAD Sanayi 4.0, (2016). "Türkiye'nin Küresel Rekabetçiliği İçin Bir Gereklilik Olarak Sanayi 4.0", Mart, Yayın No: TÜSİAD-T/2016-03-576,
40. WARREN, J.D.; MOFFITT, K.C.; BYRNES, P. (2015). "How Big Data Will Change Accounting", *Accounting Horizons*, 29/2, s. 397-407, doi: 10.2308/acch-51069,
41. YILDIZ, AYTAÇ. (2018). "Endüstri 4.0 ve Akıllı Fabrikalar", *Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi* 22(2), 546-556.

TÜRKİYE'DE ENDÜSTRİ 4.0'IN İŞGÜCÜ PİYASASINA ETKİLERİ: FİRMA BEKLENTİLERİ¹

THE EFFECTS OF INDUSTRY 4.0 ON THE LABOR MARKET IN TURKEY: FIRM PREDICTIONS

Burcu Nazlıcan DOĞRU*, Oytun MEÇİK**

* Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, İktisat Bölümü, nazlicandogru441@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0001-7547-388X>

** Doç. Dr., Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, İktisat Bölümü, oytunm@ogu.edu.tr, <https://orcid.org/0000-0002-7409-6266>

ÖZ

Bu çalışmanın temel amacı, Endüstri 4.0 olarak adlandırılan dijital dönüşüm sürecinin işgücü piyasasındaki etkilerini tespit etmektir. İlgili güncel literatür, piyasa aktörlerinin istihdam kararlarının belirleyicilerini açıklamaktadır. Özellikle işgücü piyasasında iş-egitim uyumunun sağlanması ve etkinlik konusundaki kaygılar, ulusal düzeyde daha fazla araştırma yapılmasını gerektirmektedir. Her ne kadar Türkiye ekonomisi, teknolojik gelişme sürecine dair öngörüler geliştirmek için başarılı bir örnek olmasa da, işgücü piyasası koşullarını yönetebilmek için araştırma ve analizlere ihtiyaç duyulmaktadır. Bu nedenle çalışmada, Endüstri 4.0 döneminde karar almada işgücü piyasası profesyonellerinin istihdam kararını etkileyen faktörlerin belirlenmesi hedeflenmiştir. Sonuç olarak, Endüstri 4.0'a dair tespitlerden hareketle Türkiye işgücü piyasasındaki etkilere yönelik politika önerileri sunulmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Endüstri 4.0, İşgücü Piyasası, İstihdam, Firma Beklentileri, Türkiye.

Jel Kodları: J40, J44, J53.

ABSTRACT

The main aim of this study is to determine the effects of the digital transformation process, which is called as Industry 4.0, on the labor market. The recent literature describes the determinants of employment decisions of market actors. Especially, the management of job-education matching in the labor market and concerns about its efficiency requires further research at national level separately. Although Turkish economy hasn't been a successful case for the prediction of technological development process, research and analysis are needed to manage the labor market conditions. For this reason, it is aimed to determine the factors affecting the employment decision of labor market professionals in decision making process in Industry 4.0 period. As a result, the policy implications based on Industry 4.0 on the impact of the labor market in Turkey is presented.

Keywords: Industry4.0, Labor Market, Employment, Firm Predictions, Turkey.

Jel Codes: J40, J44, J53.

¹ Bu çalışma, Ege Üniversitesi 21. Uluslararası İktisat Öğrencileri Kongresi'nde sunulan "Endüstri 4.0'ın Türkiye'de İşgücü Piyasasına Etkisi ve Firma Beklentileri Üzerine Bir Araştırma" isimli tebliğin kapsamı genişletilmiş, geliştirilmiş ve düzenlenmiş halidir.

1. GİRİŞ

İnsanlığın ilerleyişi ile birlikte karşı karşıya kalınan endüstriyel devrimlerin, geleneksel iş koşullarında yol açtığı evrimlerle insanın kas gücünün yerini sermaye ile ikame etmeye doğru bir yol çizdiği görülür. Özellikle İngiltere’de gün ışığına çıkan sanayi devrimi sonrasında, insanoğlunun karşı karşıya kaldığı her teknolojik gelişmenin, farklı yeteneklere sahip insanlara duyulan ihtiyacı artırdığı bilinmektedir. Nitekim emek faktörüne talebin Birinci Sanayi Devriminde makine-yoğun üretimin başlamasıyla azalan bir eğilim gösterdiği, günümüzde ise sermayenin bu mücadeledeki ikame kabiliyetinin yükseldiği söylenebilir. Su ve buhar gücü ile çalışan makinelerin üzerine, seri üretimin, otomasyon çağının ve 2011 yılında Almanya’da düzenlenen Hannover Fuarı’ndaki “Endüstri 4.0” söylemi ile aleni hale gelen dijital dönüşümün, gerek yeni iş modellerini gerekse farklı yetkinliklere sahip işgücü arayışını gündeme oturttuğu ifade edilebilir.

Farklı disiplin ya da dünya algısına sahip bakış açılarının müşterek bir yorum getiremediği Dördüncü Sanayi Devriminin temel motivasyonunun ekonomik bir hadise olduğu düşünülmektedir. 21. yüzyılın temel aktörlerinden biri olan Çin’in ucuz insan gücüne dayalı üretimi ile küresel piyasada elde ettiği rekabet gücüne karşılık, Batılı ülkelerin yeni bir dönüşüm çabası ile bu mücadelede öne çıkma arayışı içerisinde olduğu öngörülmektedir. Sanayinin yeni teknolojik gelişmelerden yararlanarak; üretimdeki hızın artırılması, değişen müşteri taleplerinin mevcut üretim hattını verimli kılacak biçimde esnek bir üretimle sunulabilmesi ve Çin’den daha ucuza üretim yapabilecek verimliliğin sağlanmasına dayanan 3 madde ile Doğu’daki üretim gücü, Batı’ya kaydırılmaya çalışılmaktadır (Ersoy, 2016).

Geleneksel iş modellerinde insan faktörü üzerine kurulu bu sürecin, geleceğin sensörlü fabrikaları ve otomasyona dayalı robot kullanımı ile işgücü piyasası üzerindeki muhtemel etkileri, toplumda bu

sürece tehditkâr biçimde bakılmasının bir sebebi olarak değerlendirilebilir. Bunun temelinde, insanoğlunun geleceğin getireceklerini bilmemesi yatmaktadır. Gelecek Bilimci Roy Charles Amara’nın da ifade ettiği gibi, insanoğlu teknolojinin etkisini “kısa dönemde olduğundan fazla, uzun dönemde ise olduğundan az” tahmin etmeye meyillidir (Gürsakaç, 2017).

Önceden beri, üretim süreçlerinde insanın, tamamen insani özelliklerinden ötürü, pahalı ve hata yapmaya meyilli bir yapıya sahip olarak nitelendirilmesi, bu süreçte karşımıza çıkan emeğin sermaye ile ikame edilmesi yönündeki gelişmelere dinamizm kazandırmıştır. Üretim süreçlerindeki robotlaşma, emeğin sermaye ile ikame edilebilirliğinin bir göstergesi olarak kabul edilmektedir. Yine montaj hatlarında gerçekleştirilen, tekrara dayalı işlerin otomasyona devredilmesinin, niteliksiz işgücü istihdamını kısa dönemde azaltıcı bir etmen olarak düşünülmesi ve bunun yanı sıra, yüksek nitelikli işgücünün ise karar alma mekanizması olarak makine ile etkileşim halinde çalışmaya devam etmesi, yüksek nitelikli işgücüne olan ihtiyacı artırmaktadır.

Türkiye ekonomisi gelişmekte olan bir ülke olarak özellikle üretim süreçlerinde Dördüncü Sanayi Devrimine yön veren ülkelerin üretim koşullarına sahip durumda değildir. Nitekim TÜSİAD ve BCG’nin hazırladığı “Türkiye’nin Sanayide Dijital Dönüşüm Yetkinliği” raporunda, Türkiye’de dijital dönüşümün önündeki engeller olarak; yatırım finansmanının sağlanamaması ve yatırımların geri dönüşündeki belirsizlikler gibi unsurlar ön plana çıkmaktadır. Buna mukabil olarak, nitelikli işgücüne olan ihtiyaç, üçüncü önem sırasındaki bir yetersizlik olarak nitelendirilmektedir.

2023 hedefleri ile üretim üssü haline gelme ve gelişme ivmesini sürdürülebilir kılma arzusunda olan ve rekabetçiliğini artırmayı hedefleyen Türkiye’nin, bu sürecin neresinde olduğu ve daha da önemlisi işgücü piyasasını Dördüncü Sanayi Devrimi

koşullarına nasıl adapte edeceği ve nitelikli işgücü ihtiyacını nasıl karşılayacağı önemli bir araştırma konusunu oluşturmaktadır. Türkiye'de yeni teknolojik devrim ile birlikte büyüme ve istihdam arasındaki ilişkinin beklenenden daha hızlı gevşeme ihtimaline sahip olması bu konunun önemini artırmaktadır (Sak, 2018).

Bu çalışmada, Türkiye'de Endüstri 4.0 ile meydana gelen dönüşüm sürecinin işgücü piyasası üzerindeki muhtemel etkilerinin belirlenmesi amaçlanmaktadır. Bu doğrultuda bir nitel araştırma yöntemi izlenerek, firma beklentilerinin bu dönüşüm sürecindeki evriminin ortaya çıkarılması yoluyla özellikle araştırmacı ve politika yapımcıların odaklanması gereken, anahtar kavram niteliğindeki tespitlerin tanımlanması hedeflenmiştir.

Çalışmada öncelikle kavramsal çerçeve oluşturulmuş, tarihsel geri plan açıklanmış, bunu takiben dijital dönüşüm sürecinin işgücü piyasasına etkileri, ilgili araştırma ve literatürden hareketle detaylandırılmış ve Türkiye'de Endüstri 4.0 sürecinin değerlendirilmesinden hareketle politika önerileri geliştirilmiştir.

2. KAVRAMSAL ÇERÇEVE VE TARİHSEL GERİ PLAN

2.1. Tarihsel Süreç

İnsanlık tarihine bakıldığında, kırılma noktası olarak nitelendirilebilecek ilk gelişme; avcılık ve toplayıcılık yapan göçebe toplumların yerleşik düzene geçerek, tarım yapmaya başladığı Tarım Devrimi dönemidir. Bu döneme kadar, tüketici rolünde olan insanın toprakla ilgilenmesi, üretim kavramını ortaya çıkarmıştır. İnsan, böylece artık üretici konuma geçmiştir (Eğilmez, 2017). Bu gelişme sürecinin nüfus artışı, ekonomik büyümenin hızlanması, devlet mekanizmasının doğuşu, teknolojik gelişmeler, şehirleşme ve ticaretin gelişmesi gibi somut hareketleri ortaya çıkardığı ifade edilebilir (Güran, 2009).

İkinci kırılma noktası, işçi kavramının ortaya çıktığı Sanayi Devrimidir. Kas gücünün yerini makine gücüne bırakması, işçi sınıfının doğmasına sebep olmuştur. Daha ucuz ve kaliteli mallar, fabrika üretimi ile gerçekleştirilmeye başlanmıştır. Devrime nedensel olarak yaklaşıldığında ise üretim şeklindeki bu köklü değişikliğin nedeninin icatlar olduğu görülür (Küçükcalay, 1997). James Watt'ın aynı yakıtla dört kat daha az enerji kullanan ve hacim olarak son derece küçük olan buhar makinesi buluşu, Sanayi Devriminin başlangıcı olarak kabul edilmektedir (Süzal, 2017). Aynı zamanda, ilk dokuma tezgâhı bu dönemde icat edilmiştir. Fakat bu teknolojik ilerlemeler ve neticede makinelerin insanları ikame etmesi, insanlardaki işsizlik kaygısını tetiklemiş ve ilk işçi hareketi (Luddizm) ortaya çıkmıştır (Orhan ve Savuk, 2014). Bu süreçte aynı zamanda pek çok mucit işgücü kullanımını azaltacak, nitelikli işgücü gereksinimini azaltan icatlar geliştirmiştir (Heaton, 1985).

Ele alınan süreçteki bir diğer gelişme ise 2. Sanayi Devrimi olarak da adlandırılan Teknoloji Devrimidir. Bu dönemde, buhar gücü artık yerini elektriğe bırakmaya başlamıştır (Ersoy, 2017). Dönemin bir diğer özelliği ise elektriğin makinelere aktarılmasıyla başlayan seri üretimdir. Her ne kadar, seri üretimin ilk örneklerini taşımaya da, dönemin en karakteristik özelliği Henry Ford'un otomobil sanayisini, seri üretime yaklaştırması ile ortaya çıkan Fordizm'dir. Emeğin düzenlenme biçimi ile bant tipi üretim olarak anlamlandırılan Fordizm; standart mal üretimi, ayrıntılı işbölümü ile işçi başına üretimin daha fazla artması ve emeğin standardizasyonu hedeflerini barındırır. Fordizm sürecinde, nitelsiz işgücüne olan talep artmış ve deneyimli işçi ile deneyimsiz işçi arasındaki fark kapanmıştır (Selçuk, 2011). Esasen 2. Sanayi Devrimi, petrol kaynağı üzerine kurulu bir devrimdir. Dünya genelinde kişi başına düşen petrol tüketiminin üst sınıra ulaşması, insanın yeni bir sanayi devrimine geçmesini tetiklemiştir (Rifkin, 2014).

Kronolojik akıştaki yeni kırılma noktası3. Sanayi Devrimi ile üretim-işleme-aktarma

alanlarında gözlenen teknolojik dönüşümlerin gerçekleştiği döneme tekabül eder. Teknolojik yeniliklerle birlikte üretimde dijitalleşme; işçilerin daha az emekle, daha az kaynak kullanarak, daha çok üretim yapmasını ortaya çıkarmıştır. İşler ve işçiler bu dönemde; doğrudan üretimden dolayı üretime, fabrikasyon işlerden yönetsel işlere geçiş yaşamıştır (Castells, 2005). Aynı zamanda bu dönem, bilgi ve işlem teknolojilerinin(BİT) şekillenmeye başladığı dönemdir. BİT, bilgiye ulaşmayı iletişim araçları aracılığı ile gerçekleştirme anlamına gelmektedir. BİT'in üretim aşamasında kullanılması; düşük maliyet, hızlı üretim ve işgücü verimliliği sağlamaktadır (Türedi, 2013).

Dünya bugün yeni bir dönüşümden bahsetmektedir: 4. Sanayi Devrimi ya da diğer adıyla Endüstri 4.0. İlk olarak 2011 yılında Almanya'da düzenlenen Hannover Fuarı'nda kullanılan bu kavram, Alman Ulusal Bilim ve Mühendislik Akademisi (acatech) tarafından 2013 yılında yayınlanan "Endüstri 4.0 Manifestosu" ile dünyaya duyurulmuştur (Alçın, 2016). Endüstri 4.0, tüm fiziksel varlıkların uçtan uca sayısallaştırılmasına ve yatay-dikey değer zincirleriyle birlikte dijital ekosistemlere entegrasyonuna odaklanır (PWC, 2016). Daha basit bir ifadeyle enformasyon teknolojileri ile operasyonel teknolojileri birbirine yaklaştırmayı amaçlayan BİT'in üretim süreçlerini yoğun şekilde etkilemesi ve dönüştürmesi ile ortaya çıkan bir durumdur (Banger, 2017).

2.2. Endüstri 4.0

Endüstri 4.0; üretim hatlarının algılayıcı sistemlerdeki sensörler sayesinde birbiri ile bağlantılı halde olduğu, anlık veri alışverişinin gerçekleştiği ve bu sayede bütün bir sistemdeki yazılımların, algoritmaların anlık raporlara dönüşebildiği geleceğin fabrikalarını oluşturmaktadır. Bu bir döngü olarak kabul edildiğinde, yatay entegrasyon Endüstri 4.0'ın bir ya da birkaç fabrikada değil, bir ülkede işlenmesi gereken bir süreç halini alacaktır. Döngünün gerçekleştirilebilmesi ya da öncelikli olarak bir fabrikanın geleceğin

fabrikasına dönüşebilmesi için, 9 öne çıkan teknolojinin geleneksel fabrikalara entegre edilmesi gerekmektedir (Ersoy, 2016). Bunlar; Nesnelerin İnterneti, Siber Fiziksel Sistemler ve Simülasyon, Sistem Entegrasyonları, Büyük Veri, Bulut Bilişim, Siber Güvenlik, Otonom Robotlar, 3D Yazıcılar, Artırılmış Gerçeklikdir.

Endüstri 4.0'a neden gereksinim duyulduğu sorusunun karşılığı; Çin'in küresel piyasada elde ettiği rekabetçi konumu sebebiyle Batılı ülkelerce tehdit algısının oluşması ve Doğu'nun bir fabrika niteliğinde işleyen üretim tesisi özelliğinin, tekrar Batı'ya kaydırılması arzudur.

Endüstriyel devrimler üretim yapısını her aşamada değiştirmiştir. Kaynak optimizasyonu sorunları, ülkelerin yasal düzenlemeleri ve ham madde fiyatları artışı, bir süre sonra gelişmiş ülkelerde pazarın doygunluk noktasına ulaşmasına sebep olmuştur. Aynı dönemlerde gelişmekte olan ülkelerin pazarda sadece hammadde tedarikçisi olarak değil, aynı zamanda üretime geçebilme gayesi, gelişmiş ve gelişmekte olan ülkeleri işbirliğine sürüklemiştir. Bu işbirliği; gelişmiş ülkelerin hem bilgilerini hem de finansal kaynaklarını geliştirmekte olan ülkelere aktarması, gelişmekte olan ülkelerin de üretim tesislerini gelişmiş ülkelere açması şeklindeydi. Bu sayede, gelişmiş ülkeler; pazardaki doygunluk ve hammadde fiyatı yüksekliği problemlerinin önüne geçmiştir.

Gelişmekte olan ülkeler ise hem bilgi edinmeyi sağlamış hem de pazarda üretici konumunu almıştır (Siemens, 2016). Fakat sanayi üretiminde dengelerin değişmeye başlaması, Batılı ülkelerce Doğu'da özellikle Çin'in bir tehdit oluşturduğu düşüncesini geliştirmiştir. Avrupa'nın 27 ülkesi 2006 yılında 550 milyar € sanayi üretimi gerçekleştirirken, 2011 yılında bu rakam 620 milyar €'ya çıkmıştır. Çin ise tek başına 2006 yılında 170 milyar € sanayi üretimi gerçekleştirirken, 2011 yılında 580 milyar €'ya ulaşmıştır. Çin'in 2011 yılında tek başına 27 Avrupa ülkesinin üretimini yakalayabilmesi, Batılı ülkeler tarafından

yeni bir sanayi devriminin başlatılmasına sebep olmuştur (Ersoy, 2016).

Çin'in artan küresel gücüne karşı nasıl savaşılabileceği üç madde ile belirlenmiştir; pazara çıkış hızı, esneklik ve verimlilik. Ürünlerin pazara çıkış süresinin artırılmasıyla, ürünlerin benzer ürünler arasından daha hızlı sıyrılması ve bu sayede kâr oranlarının fazlaştırılması, üretim hatlarında esnekliğin sağlanması ile değişen müşteri taleplerine üretim hatlarını durdurmadan anlık olarak cevap vermek ve üretim hatlarını ucuzlaştırarak verimliliği yükseltmek amaçlanmıştır (Siemens, 2016).

Yeni teknolojiler, öncelikli olarak varlığını üretim yapısında göstermektedir. Fakat imalat sanayindeki dönüşüm, işgücü piyasaları ve tüketici davranışlarında arz ve talebin yönünü etkileyebilir. Firmaların işgücünden tasarruf etme, stok yönetimi sağlama, etkin süreç yönetimi, kalite yönetimi, ürün üretiminden başlayarak satış ve sonrası hizmetler sürecinde kontrol sağlayabilme etkinlikleri, verimliliklerini artırmada geniş bir yelpaze sunmaktadır (McKinsey ve Company, 2015).

Endüstri 4.0, beraberinde zorlukları ve fırsatları getiren bir süreçtir. Kişisel yaşamın verimliliğini artıran yeni ürün ve hizmetler, ulaştırma ve haberleşme maliyetlerinin azalması, lojistik ve küresel tedarik zincirlerinin daha etkin hale gelmesi bu fırsatlardan kimileri olabilir. Fakat işgücü piyasasındaki olası değişimler, Endüstri 4.0'ın beraberinde getirdiği ve sürece tehditkar yaklaşılmasına sebep olan zorluklar olarak değerlendirilebilir. İşgücünün makinelerle yer değiştirmesi, istihdam oranlarında azalma etkisi yaratabileceği gibi, üretimde hata oranlarının en aza indirilmesi de mümkün olabilir. İnsanların üretimde yer alabilmesi için kritik olan ise yetenek faktörüdür. Bu durum, düşük beceri/düşük ücret, yüksek beceri/yüksek ücret ayrımını derinleştirebilir (Schwab, 2016).

3. DİJİTALLEŞMENİN İŞGÜCÜ PİYASASINA ETKİLERİ

3.1. İnsan-Makine Etkileşimine Farklı Yaklaşımlar

Teknoloji ve işgücü piyasası üzerine iktisadi yaklaşımlar, klasik iktisat savunucularından Ricardo ile başlamıştır. Ricardo'nun, teknolojik gelişmeler üzerindeki çalışmalarının amacı; üretim sürecinde makine kullanımının toplumun farklı sınıfları üzerindeki etkilerini incelemektir. Ricardo, makine kullanımı sonucunda emek-sermaye arasında ikame etkisinin oluşacağını öne sürer. Kapitalist üretimin makineleşmeye yönelmesinin nedeni, sermayedarların daha fazla kar elde etme dürtüsünden kaynaklanır. Teknolojik gelişmenin olmadığı varsayıldığında, işçilerin geçimlik mallardaki bir artış sonucunda, kâr oranları azalma eğiliminde olacaktır. Sermaye birikimi ve nüfus artışına karşın, geçimlik malların fiyatlarının yükselişi, ücretleri düşürür. Sermayedar, kârı artırmak amacıyla işgücünden tasarruf edecek ve üretimi makineleştirecektir. Sonuç olarak, üretim sürecinde makinelerin kullanılıp işgücünün tasfiye edilmesi, sermayedarın kârını artırır. Ricardo, makine kullanımının, üretimdeki işçileri tamamen yok edeceğini öne sürmez. Ona göre, kullanılan makinelerin çalıştırılması ve bakımı gibi ihtiyaçları karşılayabilmek için, işgücü varlığını sürdürecektir (Ardor ve Varlık, 2009).

Marx ise çalışmalarını kapitalist sistemde emeğin sömürüsü temeline oturtur (Göktürk, 2015). Marx, teknolojik ilerlemelerin emeğin verimliliğini artıracaklarını ve bunun sonucunda; malların ucuzlayacağını, emeğin çalışma süresini azaltacağını ve sonuçta artı değer artacağını iddia etmiştir (Günaydın, 2009). Görelî artı değer ve sermaye bileşimlerinin teknolojiyi; emeğin sömürülmesi, kaynakların metalaştırılması ve piyasanın genişletilmesi amaçları ile oluşturduğunu öne sürmektedir. Artı değer ve görelî artı değer kavramları, Marx'ta teknoloji ve emek ilişkisi arasındaki temel noktadır. Sermaye birikimi, kaynağını üretilen

ürünün dolaşımından değil, ürünün üretilme sürecinden almaktadır. Daha fazla sermaye birikimi ve artı değer artırılarak çalışma süresinin azaltılması ise üretimin makineleşmesi ile mümkün olabilir (Narin, 2010). Bu noktada, teknolojiye Marx gözüyle baktığımızda, problem teknolojik ilerlemelerin iktisadi büyümeyi nasıl etkilediği değil, sermaye birikimini ve artı değeri artırarak kârı en çoklaştırmaya çalışan burjuvanın, emeği nasıl sömürdüğüdür. Makineleşme ile birlikte emeğin verimliliğini artırmanın yolu, artı değeri artırmaktır. Artı değeri artırmak ise emeğin sömürüsünün artması anlamına gelir (Alçın, 2006 aktaran Göktürk, 2015).

Emeğin sermaye ile ikamesinin yanı sıra Marx'a göre, teknolojik ilerlemelerin başka bir boyutu daha vardır. Üretim süreçlerinin makineleşmesi, işçi sınıfını işgücü piyasasından çekecek ve neticede yedek işsizler ordusunda artış meydana gelecektir (Bocutoğlu, 2012).

Artı değer konusunda İbn Haldun'un yaklaşımı ise işbölümünü gündeme getirmektedir. Buna göre, işbölümü; ilerlemenin temelini oluşturan bir tür dinamo olarak görülür. Bu sayede üretimde verimlilik artacaktır. Ancak İbn Haldun'un ekonomiyi yönetsel bakımdan bir sebep-sonuç mekanizması yerine karşılıklı bir ilişki ve etkileşimle ele alması sayesinde bu sürecin işsizlikle sonuçlanması beklenmez (Kozak, 1999).

Schumpeter, diğer iktisadi düşünürlerden farklı olarak, ekonomik kalkınmayı yenilikçilik ile bağdaştırmış ve kalkınmanın temelini girişimciyi oturtmuştur. Teknolojik yeniliklerin ekonomik durgunlukları önleyeceğini ileri süren Schumpeter, durgunluğun gerçekleşmesi halinde, bunun sebebinin girişimcinin yeniliklerden kopması olduğunu belirtir.

Schumpeter'in önemli teorilerinden biri de ekonomide dengeyi analiz eden yaratıcı yıkım teorisidir (Küçükkalay, 2015). Yaratıcı yıkım, teknolojik ilerlemelerin piyasadaki mevcut dengeyi bozarak, farklı bir denge noktasına başlayan yönelimi ifade eder. Teori, yaratım ve yıkım tarafları ile

firmaların piyasada var olabilme koşullarını nitelendirmektedir. Yıkım süreci, teknolojik ilerlemelerin gerisinde kalan, verimsiz üretim sergileyen firmaların piyasadan çekilmesini tanımlamaktadır. Yaratım süreci ise teknolojik yeniliklere adapte olabilen ve verimli üretimde bulunabilen yenilikçi firmaların piyasaya girişini temsil eder. Schumpeter, teknolojik gelişmeler ve inovasyonu kullanan firmaların piyasaya girişinin, ekonomik büyümeyi artıracığını ifade eder (Fikirli ve Çetin, 2017).

İktisadi düşünürler, teknolojik gelişmeler ve emek girdisine yönelik düşüncelerinde bir fikir birliğine ulaşamamıştır. Emek gücüne alternatif olarak, makine ve ekipman kullanımı, üretim faktörlerinden emek ve sermaye arasındaki ikame endişesini tetiklemekte ve fikir ayrılıkları doğmaktadır. Dijitalleşen üretim sürecinin, işgücü piyasasında yapısal dönüşümlere neden olabilirliliği, teknolojik işsizlik kavramını tekrar tartışmaya açmıştır. Teknolojik işsizliğin hacmi, makinenin işgücünü ikamesine olduğu kadar, işgücünün yeni üretim yöntemlerini bilmesine de bağlıdır (Bozdağlıoğlu, 2008).

Otomasyon sistemlerinin yaygınlaşması mal ve hizmet üretiminde insan gücünü zorunlu girdi olmaktan çıkartmaktadır. Firmanın karını en çoklaştırma ilkesi ile hareket ederek maliyet minimizasyonuna gitmesi, fabrikalarda insan gücü yerine makine kullanımını artırmaktadır. İnsanın daha maliyetli ve daha çok hata yapma ihtimaline sahip olması, istihdam edilebilirliğini kısıtlayıcı etmenlerdir. İşgücünün dışına itilmemek için insan, üretimde kullanılan bir makineden daha üstün vasıflara sahip olmalıdır.

Bir fabrikanın üretim bantları, her bir devrim gözetildiğinde yapısal dönüşümlere uğramıştır. Bant tipi üretim sistemi ile işgücünün niteliğine olan talep azalmış ve işgücü vasıfsızlaşma eğilimine girmiş, teknolojinin üretimde yoğun kullanımıyla gerçekleşen otomasyon döneminde ise işgücü yapısında uzmanlaşma ön plana çıkmıştır (Görçün, 2016).

Endüstri 4.0, üretim bandında maliyet minimizasyonu ve verimlilik artışını esas alan bir dönüşümdür. Üretim bantlarındaki dijitalleşmenin neticeleri henüz netleşmemekle birlikte, konvansiyonel fabrikalaşmanın yerini akıllı fabrikalara bırakması, işgücü piyasasındaki yapısal özelliklerin değişeceği yönünde bir algıyı kaçınılmaz kılmaktadır.

Teknolojik gelişmelerin istihdam üzerine etkisini ele alan uzmanlar, günümüzde iki farklı yaklaşımda ayrılmaktadır. İstihdam fırsatlarının artacağını ileri süren iyimserler, öngörülerini farklılaşan ürün ve hizmetlere olan talep artışına ve ortaya çıkacağı kabul görülen yeni iş modellerine dayandırır. İstihdam oranlarında azalış gerçekleşeceğini ileri süren kötümserler ise bu azalışı emek-sermaye ikamesine bağlamaktadır. İşgücünün hangi oranda ikame edilebileceği ve bu durumun ne kadar zaman alacağı yönündeki belirsizlikler kötümser yaklaşım sergileyenler için bir diğer tıkanıklık noktasıdır (Schwab, 2016).

İyimser yaklaşım, yüksek işgücü niteliğinin insan-makine etkileşimi içerisinde çalışma yaşamına devam edeceğini öne sürer. İşgücü piyasasındaki istihdam daralmasının geçici olduğunu ve kısa dönemde daralmanın gerçekleşeceğini, uzun dönemde ise istihdam oranlarında bir artış meydana geleceği nitelendirilmektedir. Bu nokta, kötümser yaklaşımca doğacağına inanılan, zaman belirsizliği problemini ortadan kaldırmaktadır. İyimser yaklaşımda, uzun dönemde piyasadaki nitelikli eleman sayısının artışına ilişkin bir beklenti hâkimdir. Bunun nedeni, bir politika tavsiyesi olarak da tasvir edilen mesleki eğitimlerdir (EBSO, 2015). İşgücü profilinin yükselmesi ve vasıfsız işgücünün piyasada var olabilme koşullarından bir diğeri, etkisini orta/uzun vadede göstermesi beklenen yeni iş modelleri üzerinedir. Kısa vadede ileri otomasyon ile istihdamda yaşanan kayıpların enformasyon ağırlıklı sektörlerde oluşacak yeni iş modelleri neticesinde telafi edilebileceğini ileri süren yaklaşım, eski iş modellerinin yerini alan yeni iş modellerinin zihinsel emek ile akıl

ve becerilere dayalı olacağını öngörmektedir. İnsanın akıl ve becerilerine dayalı vasıflaştırıldığı yeni süreç, aynı zamanda yönetim ve emek arasındaki ayrımı kaldırıcı bir rol üstlenecektir (Aydoğan, 2007).

Kötümser yaklaşıma göre ise dijital teknolojilerin kullanımının yaygınlaşması, bir fabrika için emek-sermaye ikamesinin doğmasına neden olmaktadır. Fabrikalarda kas gücünün yerini robotların alması, üretim sürecinde daha az emek ve daha fazla sermayenin ortaya çıkması ile sonuçlanır (Brynjolfsson ve McAfee, 2015). Mevcut işgücü yapısı, bir üretim hattında birbirleri ile entegre edilmiş olarak çalışan, makine ve ekipmanın bakım ve onarımını gerçekleştiren veya kurumsal alanda karar alıcı pozisyonda bulunan rollere yönelik talebi karşılamaktadır.

Üretim hatlarındaki bilgisayarlaşma; fabrika için üretim maliyetlerini azaltmakta, üretimde hata payını minimize etmekte, vardiya sistemini ortadan kaldırmakta, esneklik ilkesi doğrultusunda kişisel taleplere yanıt vermekte ve verimliliği artırmaktadır. Firma çıkarları gözetildiğinde bu durum, emek girdisinin üretim sürecindeki etkinliğini azaltmaktadır (Akın, 2017). Bir diğer eleştiri noktası ise esnek çalışma ilişkileri ve uzmanlaşan işgücü üzerinedir. İşgücü yapısında kalıcı olarak nitelikli hale gelen üretim işçileri ile geçici olarak çalışan işçiler arasında oluşan çekirdek ve çeper bölüşümünün irdelenmediği eleştirilmektedir. Piyasada yer edinmiş vasıflı işgücü “çekirdek”, daha yüksek ücret ve görece yüksek güvenceye sahiptir. Fakat geçici işgücü “çeper”, sözleşmeler eşliğinde çalışan ve yeterli ücret düzeyine ulaşamamış, görece düşük güvenceye sahiptir. Merkezde bulunan çekirdek işgücü, çeperdeki işçilerin sömürülmesi ile daha iyi koşullara sahip olmaktadır (Aydoğan, 2007).

İyimser ve kötümser yaklaşımlar incelendiğinde, ortak kanaat getirilen nokta; işgücünün nitelikli hale getirilmesinin mutlak olduğudur. Akıllı bir fabrikada bulunan; dinamik yönlendirme, otonom

organizasyon, kapsamlı bağlantılar, büyük veri ve derin yakınsaklık özelliklerinin, ileri otomasyon sürecinde istihdam fırsatlarını değerlendirebilen kesim yüksek vasıflı işgücü olurken, düşük vasıflı işgücünün istihdam edilebilirliği azalacağı yönünde bir beklenti ortaya çıkabilir (Wang vd., 2016). Bu noktada niteliksizleşme kavramı üzerine farklı eğilimler gözlemlenebilmektedir. Üretim süreçlerindeki iş akışının parçalanması, önceki devrimlerde niteliksiz hale gelme hadisesini beraberinde getirmiştir. Fakat yaşanan teknolojik ilerlemeler, yeniden vasıflaşmayı da doğurabilmektedir. Üretkenlik artışı için vasıflı işgücüne ihtiyaç duyulacağı ortadadır. Nitekim sermaye birikimini artırmayı hedefleyen bir firma, verimliliğe odaklanacak ve bunun içinde nitelikli işgücü talebini artıracaktır (Friedman, 1977 aktaran Buyruk, 2018).

3.2. Verimlilik, Ücretler ve Yeni İş Modelleri Faktörü

Teknolojik gelişmeler, üretim yöntemlerinin gelişmesini sağlayarak ve ürünlerin değerini artırarak, firmaların verimliliğini artırır. Üretim ve ürün üzerindeki değişiklikler tiplerine bağlı olarak farklı sonuçlar ortaya çıkartmaktadır. Ürün yenilikleri, piyasadaki mevcut ürünün yerini almayı sağlayarak talebi artırıcı bir etkiye sahiptir. Ürün yeniliğinin istihdam üzerindeki etkisi ise net biçimde ortaya konamamaktadır. Eğer ki yeni ürün piyasada yer edinebilirse, talepteki artış doğrudan üretim miktarını artıracaktır. Bu durumda, sektörel bazda bir istihdam artışından bahsedilebilir. Fakat makro ölçekte yaklaşıldığında, tam istihdam koşullarında işgücü talebindeki artış, ücret faktörünün artmasına sebep olacaktır. Sektördeki ücretlerin artışına bağlı olarak, diğer sektörlerde ücretlerin düşüşü, bu sektörlerde istihdamı azaltacaktır. Neticede ürün yeniliğinin istihdam oranları üzerinde iyileşmeye sebep olması, ücretlerdeki artış tarafından gerçekleştirilecektir.

Süreç yeniliği ise firmanın üretim şeklini teknolojik gelişmelere entegre etmesiyle, maliyet yapısıyla ilgilidir ve arzı

etkilemektedir. Süreç yeniliği, üretimde kullanılan emek faktörünün tasfiye edilmesiyle bağlantılıdır. Mikro ölçekte, bir firma için ilk olarak işgücü tasarrufu ve bağlantılı olarak maliyette azalmalara neden olabileceği gibi, tam rekabetçi koşullar kabul edildiğinde; ürün fiyatlarında düşüşe neden olacak, talepte ve istihdam oranlarında artış gözlemlenecektir. Sektörel düzeyde ise üretim artışı, işgücü ihtiyacındaki azalıştan fazla olduğu takdirde istihdam oranlarında artış gerçekleşecektir (Ekinci ve Gül, 2015). Makro ölçekte ise teknolojik yeniliklerin işgücü yapısındaki değişimleri ne yönde etkileyeceğine dair beş adet telafi edici mekanizma mevcuttur (Vivarelli, 1995 aktaran Taymaz, 1997):

1. Süreç yenilikleri ürün fiyatlarında azalmaya sebep olur. Ürün fiyatlarının düşmesi sonucunda üretim miktarı artar. Üretim miktarındaki artış istihdam oranlarının artmasını tetikler.
2. Süreç yenilikleri beraberinde yeni makine ve ekipmana talebi getirir. Makine ve ekipmanı üreten sektörlerde talep ve istihdam artar.
3. Ürün fiyatlarındaki düşüş ve ücretlerdeki artış ile birlikte tüketim malına olan talepte ve tüketim malını üreten sektörün istihdam ihtiyacında artış olur.
4. Olası bir işsizlik durumunda ücretlerdeki düşüş, firmanın karını artırır ve firmayı üretime teşvik eder. Sonuçta firma işgücü talebini artırır.
5. Süreç yeniliği ile birlikte ücretlerdeki düşüş para talebini azaltır. Bu durumda, faiz oranları düşer ve yatırımlar ve istihdamda artış gözlemlenir (Pigou etkisi).

Teknolojik gelişmelerin, üretim sürecinde çözüm aracı olarak kullanılmaya başlanması fabrika ortamında köklü değişiklikleri beraberinde getirmiştir. Konvansiyonel fabrikalarda gerçekleştirilen üretim tekniklerinin bireysel tüketim talebini karşılayamaması, üretim hatlarının tam zamanlı çalıştırılmaması, yöneticilerin stok taleplerinde kontrolü sağlayamaması

neticesinde envanter maliyetlerinin artması ve üretim çözümlerinde insan faktörünün maliyetli yapısı, bugün karşımıza geleceğin fabrikaları ismiyle nitelenen dijital sistem bileşenlerini çıkartmıştır (Görçün, 2016). Geleceğin fabrikaları, üretim sistemlerinde kas gücünü izole etmekte ve üretimin; sürekli çalışan, hata payı düşük, yüksek hızda ve tam esnek, eş zamanlı veri akışı sağlayan makine ve ekipmanlar tarafından organize edilmesidir. Geleneksel üretim modellerinin yerini almakta olan yeni ekonomik üretim modelinin, fabrikalarda vücut bulmasında etkili olan faktörlerden biri, üretimde verimlilik artışı sağlamaktır.

Kas gücü ve verimlilik kavramları teknolojik devinimlerin çıkış noktası olarak kabul görebilir. Bu çıkış noktası ile insanın daha maliyetli bir yapıya sahip olması ve her zaman aynı verimli üretimi gerçekleştirememesi, üretim tesislerinin dijitalleşmesini beraberinde getirmektedir. Teknoloji üreticiye maliyetlerini düşürebilme imkânı sağlamaktadır. Bir fabrika için insan; işçilik maliyeti ve insan odaklı hata payının yüksek olması, üretim aşamasında hız kaybı yaşanması demektir.

Almanya'nın Amberg şehrinde bulunan Siemens'in bir dijital fabrikası, geleceğin fabrikalarına örnek olma özelliğine sahiptir. Çalışanlarının %75'lik kesimini robotlar oluştururken geri kalan %25'lik kesimi kurumsal alanda çalışan insanlar oluşturur. Binin üzerinde ürün çeşidi bulunan fabrikada 1 milyon ürün üretilebilmekte ve üretilen ürünlerin hata oranı 12/1.000.000 olarak saptanmaktadır. Aynı üretim hattından kişiselleştirilmiş ürünlerin üretildiği, elektrik enerjisi kullanımının azaltılmasıyla verimliliğin yükseltildiği, emeğin yerini, ağırlıklı olarak robotların aldığı bu dijital fabrika, düşük maliyetli ürün üretebilmektedir (Siemens, 2016). Benzer şekilde, Çin'in Dongguan şehrinde telefon imalatı üzerine bir fabrika, dünyanın ilk insansız robot fabrikası olarak anılmaktadır. Fabrikanın %80'ini robotlar oluştururken %20'sini teknik ekip oluşturmaktadır. Bir robot kolu, ortalama 6-8 işçinin üstlendiği işi yapabilmektedir. Robotlarla üretimden önce her bantta

yaklaşık 650 işçi çalışırken, şuan otomatik kayışa bağlı her bantta 3 işçi çalışmaktadır. Robot kollar, mesleki eğitimi yeterli olan insanlardan daha fazla ve kaliteli ürünler üretebilirken %25 olan hata payını %5'e kadar düşürmektedir. 24 saat aralıksız üretim yapan fabrikanın, üretim kapasitesi ayda kişi başı 8 bin parçadan 21 bin parçaya yükselmiştir (The Economic Times, 2015).

Yukarıda verilen iki örnekte görüldüğü gibi, imalat sektöründe kullanılan bir endüstriyel robot üretici için hız, verimlilik ve esneklik avantajları sağlamaktadır. Ürünün üretim sürecinin hızlanması ile pazara çıkış hızının artışı, rakip benzer ürünler için üreticiye küresel ölçekte yüksek rekabet gücü fırsatı taşıyabilir. Otomasyonun esnek üretim hatlarına entegre edilerek uygulandığı dijital dönüşümün, teknolojik işsizliği tekrar gün yüzüne çıkarttığı düşünülse de, bu sürecin istihdam üzerinde olumlu etkileri de söz konusudur (Topkaya, 2016).

Endüstriyel robotların ekonomik sonuçlara etkisini Graetz ve Michaels (2015) endüstriyel robotların işgücü verimliliğini ve üretimin katma değerini artırdıklarını belirtmiştir. Araştırmaya göre, artan robot kullanımı toplam büyümenin onda birini oluşturmaktadır. Yoğun robot kullanımının ise toplam faktör verimliliğini ve ücretleri artırdığı nitelenmiştir. Endüstri robotlarının genel istihdam düzeyi üzerinde belirgin bir etkisi olmadığı, fakat düşük vasıflı ve az ölçüde orta vasıflı işgücünün istihdam edilebilirliğinin azaldığına yönelik kanıtlar ileri sürülmüştür.

Üretim proseslerindeki değişim farklı uzmanlık alanlarının doğmasına neden olmuştur. Teknolojik değişimin yansımaları, fabrikalarda yapay zekânın kullanılması ve dijital ağlardaki gelişmeler işgücünün niteliğini ve iş yapış şekillerini değiştiren gelişmelerdir (Öztuna, 2017). İş yapış şekillerinin değişimi, işgücünde aranan kabiliyetleri değiştiren bir etmendir.

Tablo 1: 2015-2020 Yılları Aranan Yetenek, Beceri ve Sektör Bazında Beceri Alanları

<ul style="list-style-type: none"> ➤ Bilişsel Yetenekler <ul style="list-style-type: none"> • Yaratıcılık • Mantıksal Akıl Yürütme • Problem Çözebilme • Matematiksel Akıl Yürütme • Görsellik ➤ Fiziksel Yetenekler <ul style="list-style-type: none"> • Fiziksel Güç • El Becerisi ve Hassaslık 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ İçerik Becerileri <ul style="list-style-type: none"> • Aktif Öğrenme • Sözlü Anlatım • Okuduğunu Anlama • Yazılı İfade • BİT Okuryazarlığı ➤ Süreç Becerileri <ul style="list-style-type: none"> • Aktif Dinleme • Eleştirel Düşünme • Kendini ve diğerlerini Gözleme
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Bozulma Göstermesi Beklenen Becerileri Alanları <ul style="list-style-type: none"> • İmalat ve Üretim Roller • Büro ve İdari Görevler • Kurulum ve Bakım • Medya, Eğlence ve Bilgi • Finansal Hizmetler ve Yatırımcılar • Altyapı • Sağlık • Enerji 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Talep Artışı Beklenen Beceri Alanları <ul style="list-style-type: none"> • Veri Analizi • Bilgisayar ve Matematik • Mimarlık ve Mühendislik • Uzmanlaşmış Satış Danışmanlığı • Üst Düzey Yönetici • Ürün Tasarımı • İnsan Kaynakları ve Organizasyonel Gelişim Uzmanlığı

Kaynak: Yazarlar tarafından, WEF'in "The Future of Jobs" raporu veri alınarak hazırlanmıştır.

World Economic Forum'un "The Future of Jobs" raporuna göre, ilköğretim düzeyindeki öğrencilerin gelecekteki mesleklerinin %65'inin henüz isimlendirilmemiş meslekler olduğu ve bu mesleklerde istihdam edilecek; yaratıcılık özelliği yüksek, problem çözme odaklı, mantıksal ve matematiksel olarak akıl yürütebilen ve görsel kabiliyeti mevcut, bilişsel yeteneğe sahip çalışanlar olacaktır. Bu değişimler göz önüne alındığında fiziksel yetenekler grubunun sektörde 20 işte 1 iş yapma eğilimi içinde olabileceği düşünülmektedir. Fiziksel yeteneklerden ziyade, bilişsel yetenekler ve süreç becerileri genel olarak sektörlerde daha fazla talep edilen yetenek alanlarını oluşturacaktır. Rapor yıl tabanlı incelendiğinde, aranan niteliklerin hızla değiştiği gözlemlenir. 2015 yılında, geleceğin mesleklerinde aranan yetkinlikler sıralamasında; ikinci sırayı takım çalışması alırken, 2020 yılına gelindiğinde takım çalışması beşinci sıradadır. 2015 yılında görülmeyen, fakat 2020 yılında beklenen yeni yetkinlikler; yaratıcılık, duygusal zekâ ve bilişsel esnekliktir.

Raporda büyümesi beklenen iş modelleri 8 madde ile sıralanmış ve birinci sırada veri analistliğinin tüm sektörlerde daha fazla talep edileceği öngörülmüştür. İkinci sırada bir bütün olarak bilgisayar ve matematik alanında bilgisayar programcılığı, yazılım geliştiricileri ve bilgi güvenliği analistleri bulunmaktadır. Üçüncü sırada mimarlık ve mühendislik alanlarına olan talebin artacağı, 2020 yılına gelindiğinde bu alanlarda dünya çapında 2 milyon iş yaratılacağı öngörülmüştür. Sıralamanın geri kalanında; uzmanlaşmış satış elemanları, üst düzey yöneticiler, ürün tasarımcıları, insan kaynakları ve organizasyonel gelişim uzmanları ve devlet ilişkileri uzmanları bulunmaktadır.

Rapora göre, katılımcılar; işgücü piyasasındaki olumsuz değişimin sebebinin yapay zekâ olarak göstermektedir. İmalat ve üretim rollerinde düşük düzeyde bir azalış beklenirken büro ve idari işlerde azalış yönünde yüksek bir beklenti söz konusudur. İmalat sanayinde ve üretim yapısındaki olumsuz beklentiler emek girdisinin anlam değişimine uğramasından kaynaklanabilir.

İş yapış şekillerindeki değişim endüstriyel sektörlerde olumsuz etkiler doğurabileceği gibi küresel rekabeti artırıcı yeni iş alanları veya mevcut iş modellerine olan talep artışını da beraberinde getirebilir. Büyük veri, nesnelerin interneti ve 3D baskı cihazlarının imalat sanayi ve üretim şekillerinde kullanılması bilgisayar ve matematik, mimarlık ve mühendislik alanlarında işgücü talebini artırıcı gelişmelerdir.

Katılımcılar özellikle uzmanlaşma alanında yeni iş modellerine örnek olarak; insan kaynakları, organizasyonel gelişim uzmanları, nanoteknoloji, malzeme ve mühendislik uzmanları, bilgi sistemleri uzmanları ve endüstriyel tasarımcıları göstermektedir. Tabloda değişim beklenen beceri alanları grubunda yer alan sektörler, kısa dönemde işgücü talebinin azalması beklenen sektörlerdir. Bilgisayar ve mühendislik alanlarındaki talep artışı bu sektörlerde istihdamın daralmasına sebep olabilir. Enerji, sağlık, finansal hizmetler ve bilgi ve iletişim sektörlerinde göreceli olarak daha az değişim beklenmektedir. Yüksek düzeyde bozulmaya maruz kalacak sektörlerden BİT'te ise problem çözebilme ve analitik düşünebilme yeteneğine sahip, kodlama ve programlama alanlarında etkin işgücüne kayma olacağı düşünülmektedir.

Burada bir diğer unsur ise ücret faktörüdür. İşçinin yaptığı iş, bir robot ile ikame edilebilir iş ise ücretler, azalan bir trend izleyecektir. Fakat işçinin yaptığı iş, teknolojik dönüşüme uygun bir iş ise işçinin verdiği hizmete olan talep artacağı için ücretler, artan bir trend izleyecektir (Brynjolfsson ve McAfee, 2015).

3.3. Endüstri 4.0, İşsizlik ve Gelir Dağılımı İlişkisi

Toplumsal ve bireysel gelir farklılıkları hemen her dönemde var olmakla birlikte 1. Sanayi Devrimi ile birlikte derinleşen bir uçurum halini almıştır. Kapitalist üretim sermayedarın daha fazla zenginleşmesine imkân tanımaktadır. Hâlbuki geleneksel üretim dönemlerinde sermaye yalnızca topraktır ve sınırlı sermaye, sermayedarın yüksek oranda zenginleşmesini

önlemektedir (Çelik, 2004). Sanayi devrimi sonrası üretim tesislerini ellerinde bulunduran kesim zenginleşirken, ücretlerin düşmesi, gelir dağılımındaki dengesizliği beraberinde getirmiştir. Gelirin adaletsiz dağılımı ise endüstrileşen toplumlarda ideolojik çatışmalara sebep olmuştur (Aksu, 1993 aktaran Çalışkan, 2010).

1970'lerden itibaren kapitalist üretim tarzında yaşanan bant tipi değişiklikler işgücü piyasasının yapısal özelliklerini değiştirmiştir. Fordist dönemde bant tipi üretim tarzı, üretim bölüşümünü ortaya çıkartmış ve üretim bandında en küçük birime kadar işlemler bölümlendirilerek çıktı üretilmiştir. Bu dönem, vasıflı-vasıfsız işçi kavramlarının birbirine geçtiği ve uzmanlaşma kavramının geçerliliğini yitirdiği bir süreçtir. Bir diğer etkisi ise vasıfsız işgücünün kısa dönemde eğitilebilmesidir. 1970'lere kadar olan bu süreçte, istihdam oranlarında ciddi bir değişiklik yaşanmamış ve gelir dağılımı da farklı bir ivme edinmemiştir. Fakat 1970'lerden sonra üretim yapısı yalınlaşmaya başlamıştır. Yalın üretimde firmalar üretim maliyetlerini azaltmak için emek girdisini tasfiye etmekte ve istihdam ettiği emeği ise yüksek vasıflı üretim işçilerinden oluşturmaktadır. Üretim tarzındaki bu değişim, istihdam, ücretler ve gelir dağılımı üzerinde ise bozulmalara sebep olmaktadır (Baş, 2009). Bunun sebebi, vasıfsız işgücünden vasıflı işgücüne emek talebinde artışlar yaşanmasıdır. Piyasada vasıflı işgücü arzı artmakta fakat teknolojik gelişmelerin hızla ilerlemesi, artan talebe cevap vermeyi engellemektedir. Neticede arz edilen emek girdisinin ücretlerinde artış yaşanması, ücret farklılaşmasını doğurmaktadır (Alkın, 2000).

Endüstri 4.0'ın işgücü piyasasında vasıflı işgücü arzını artırıcı bir eğilim içinde olacağı öngörülebilir. Fordist dönemde vasıflaşmanın kısa dönemde gerçekleştirilebilmesi, bu dönemde işgücü piyasası göstergelerinde pek değişiklik olmaması ile sonuçlanmıştır. Endüstri 4.0 sürecinde işgücünün mesleki ve teknik eğitimle vasıf kazanımı, kısa vadede

öngörülemez bir telafi politikasıdır. Bu durumda, işgücü piyasasında kısa dönemde oluşacak işsizlik, daha çok vasıfsız üretim işçileri üzerinde yoğunlaşabilir ve vasıflı işgücünün de yine kısa dönemde arz artışına yeterli cevap veremeyecek olması, az miktardaki vasıflı işgücünün ücretini artırırken, vasıfsız işgücünde ücretler azalan bir trend izleyebilir.

Sonuç olarak, işgücünün önemli bir kısmının üretimden çekilmesi her ne kadar sermayedarların kârını en çoklaştırmalarını sağlasa da, işgücü tasarrufu, işçilerin ücretten yoksun kalmasına sebep olabilir. Yalın üretim döneminin başlangıcıyla kendini gösteren gelir dağılımındaki bozulma, Endüstri 4.0 döneminde kısa vadede devam edebilir. Uzun vadede ise politik tavsiyelerin ışığında gelir daha adil bir dağılım seyri izleyebilir.

4. ENDÜSTRİ 4.0 VE TÜRKİYE DENEYİMİ

4.1. Türkiye Endüstri 4.0'ın Neresinde?

T.C. Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı tarafından hazırlanan Sanayi Stratejisi Belgesi'nde Türkiye'nin sanayi stratejisinin vizyonu "Orta-yüksek ve yüksek teknoloji ürünlerde Afro-Avrasya'nın tasarım ve üretim üssü olmak" olarak tanımlanmıştır (T.C. Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı, 2015) Bu vizyona göre yüksek teknoloji ürünlerin üretimi, imalat sanayindeki dijital dönüşümle sanayinin yüksek teknoloji ürün üretebilen bir yapıya geçmesi ile mümkün olabilecektir.

2023 Hedeflerinden olan yüksek gelir grubuna ulaşma hedefi göz önüne alındığında; Türkiye'nin, orta gelirden üst-orta gelire çıkması düşük teknoloji ürün üretiminden orta teknoloji ürün üretimine geçilmesi sayesinde (T.C. Kalkınma Bakanlığı, 2014). Türkiye'nin coğrafi konumunun kendisine lojistik avantajı ve düşük maliyetli işgücünün sağladığı düşük maliyetli üretim yapabilmeye avantajlarını kullanarak, küresel değer zincirinde rekabetçi bir konumdadır (TÜSİAD ve BCG, 2016). Küresel çapta rekabetçi bir konum elde edebilmek için küresel pazarda

yüksek katma değerli ürünlere olan talep artışı, Türkiye'nin ileri teknoloji üretimi ile bu rekabetçi konumunu koruyabileceğinin göstergesidir. Türkiye'nin dış ticaret performansını ve ekonomik büyümesini artırabilmesi için yüksek teknoloji ürün üretim ve ihracında gerekli olan; yatırım ortamının iyileştirilmesi, ürün ve hizmet kalitesinin artırılması, ar-ge ve yenilik çalışmaları, ekonomik büyümeyi artırma ve yüksek gelirli ülkeler grubuna girebilmesi için gerekli etmenlerdir (EKOIQ, 2014).

TÜSİAD ve BCG'nin "Türkiye'nin Sanayide Dijital Dönüşüm Yetkinliği" adlı raporuna göre, Türkiye'deki şirket çalışanlarının %61'i dijital dönüşümüne hazır olduğunu belirtmektedir. Fakat şirketlerin dijital dönüşüm yetkinliklerinin düşük olduğu saptanmış, bu şirketlerin sadece %2'sinin yapay zekâ ve akıllı sistemler teknolojilerini başarıyla kullandıkları sonucuna ulaşılmıştır.

Aynı raporda, dijital dönüşümün gerçekleştirilmesinde karşılaşılan sorunlar; yatırım maliyetlerinin yüksekliği, yatırım geri dönüşünün belirsizliği, teknoloji kullanıcısı şirketlerin dijital teknolojilere talebinin az oluşu yer almaktadır. Teknoloji kullanıcısı şirketlerin karşılaştığı güçlüklerin en başında ise farkındalık seviyesinin düşük oluşu ve nitelikli işgücü varlığının yetersiz oluşu gelmektedir.

Dördüncü Sanayi Devrimi'nin en riskli konularından olan veri güvenliği ise karşılaşılan güçlükler listesinde daha alt konumdadır. Yatırımların en büyük engelleri oluşturduğu düşüncesi, göstermektedir ki; Türkiye'de dönüşüm henüz ilk evrelerindedir.

GSYH'nin %17,5'ini imalat sanayinin oluşturduğu Türkiye, firma bazında orta-düşük teknoloji yoğunluklu üretim gerçekleştirmektedir. Yüksek teknoloji yoğunluklu üretimde ise bu oran %3,6 olup yüksek katma değerli üretim anlayışının henüz imalat sanayinde yerini alamadığını kanıksar niteliktedir (ISO, 2018). Bu kapsamda, T.C. Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı, "İmalat Sanayinin Dijital Dönüşümü Raporu ve Yol Haritası"

C.23,
Endüstri 4.0 ve Örgütsel Değişim Özel Sayısı

çalışmasında 10.000 firma ile gerçekleşen araştırmayı ve Türkiye'nin dijital dönüşüm politikalarını sunmuştur.

Çalışmada öncelikli olarak firmaların imalat sanayinin dijital dönüşümü hakkında farkındalık seviyeleri tespit edilmiştir. Firmaların, ağırlıklı olarak eklemeli imalat alanında dijital dönüşümün farkında olduğu ve eklemeli imalatın firmaları için gerekli olduğu düşüncesinde iken, nesnelerin interneti ve büyük veri alanlarında farkındalık seviyesinin düşük ve gelecek için göreceli olarak daha az önem arz eden bir oranda olduğu belirlenmiştir. Tedarikçi konumunda bulunan firmaların, dijital dönüşüm yolunda finansman ihtiyaçlarını karşılama yöntemlerinde ise birinci sırayı öz sermaye alırken, ikinci sırada devlet destekleri bulunmaktadır. Tedarikçi firmaların ağırlıklı olarak devlet desteklerinden faydalanmasının yanı sıra, finansman eksiklikleri temel sorunlardan biri olarak nitelendirilmiş ve devlet politikalarının artırılması yönünde beklentiler tespit edilmiştir.

Araştırmaya göre, finansman ihtiyacı temel sorunlardan biri olarak değerlendirilebilir. İmalat sanayi sektöründeki firmaların %81'i ve tedarikçi firmaların %57'si devletin dijital dönüşüm yolunda finansal desteklerinin artırılması gerektiğini öne sürmektedir. Bu noktada, firmaların devletten beklentileri; yatırımların desteklenmesi, devletin bizzat talep oluşturması, farkındalığı artırmaya yönelik çalışmalar gerçekleştirmesi ve eğitim sisteminin dijital dönüşüme adapte edilmesi olarak sıralanabilir. Bu noktada, Türkiye'nin dijital dönüşümü finansal olarak desteklediği, fakat uygulanan destek programlarının yeterli düzeye ulaşamadığı yorumu yapılmaktadır. İmalat sanayinde dijitalleşmenin ön koşullarından olan nitelikli işgücü istihdamına yönelik firmalar karşılaştıkları güçlükleri belirtmişlerdir. Türkiye'de dijitalleşme ile birlikte artan rekabet koşullarının insan kaynakları departmanlarına etkisini izlenebileceği firmalardan biri Assessment Systems'dır. Psikolojik ölçme ve değerlendirme alanında faaliyet gösteren Assessment Systems,

Türkiye'de Endüstri 4.0'ın İşgücü Piyasasına Etkileri:

Buna göre, firmaların işgücüne ilişkin problemleri;

- Nitelikli işgücü istihdamı için finansal cazibe yaratma zorluğu,
- Nitelikli işgücü arzının yetersiz oluşu,
- Nitelikli işgücünün imalat sanayinde çalışmak istememesi,
- Mevcut işgücünün dijital çözüm geliştirme konusunda nitelik eksikliği,
- Mevcut işgücünün dijital teknoloji kullanımı konusunda nitelik eksikliği,
- Mevcut işgücüne dijital teknolojilerin kullanımı ve dijital çözüm geliştirme nitelikleri kazandıracak eğitimlerin bulunmaması,
- Mevcut işgücüne dijital teknolojilerin kullanımı ve dijital çözüm geliştirme nitelikleri kazandıracak eğitimlerin kalitesiz olması olarak sıralanmıştır.

Çalışma altı bileşime ayrılmış ve birinci sırada insan faktörü yer almıştır. Bu sorunlar ışığında, devlet tarafından kısa, orta ve uzun vadede uygulanması planlanan çözüm yolları şu şekildedir:

- Sürekli eğitim merkezlerinde teknoloji kullanıcıları yetiştirilmesi,
- Üniversitelerde dijital teknoloji geliştiricileri yetiştiren programların artırılması,
- Eğitimcilere dijital yetkinlik kazandırılması,
- Dijital teknoloji alanında doktora öğreniminin desteklenmesi,
- Dijital yetkinliklere sahip işgücü ile sanayinin buluşturulması,
- Dijital dönüşüm farkındalığının ve kullanımının artırılması,
- Dijital dönüşüm paydaşları arasında işbirliğinin artırılması.

Türkiye'deki üniversitelerden mezun olan gençlerin yeni mezun profilini değerlendirmiştir. Çalışma, yeni mezun 3.228 öğrenciyi kapsamakta ve VUCA koşullarında gençlerin iş dünyasına ne derecede adapte olduğunu belirlemek üzere

gerçekleştirilmiştir. Assessment Systems tarafından geliştirilen “Yeni Mezun Grubuna Özgü Durumsal Yargı Testi” kullanılan çalışma, etkileme ve ikna, analiz yeteneği, öğrenme çevikliği, başarı odaklılık ve ilişki yönetimi olarak farklı alanlarda veriler sunmaktadır. Her alanda ortalama 5 puan başarı göstergesi sayılırken, çalışmanın bulguların göre, yeni mezunlar 10 puan üzerinden en yüksek puanı etkileme ve ikna alanında 7.69 ile en düşük puanı ise analiz yeteneği alanında 5.48 ile testi tamamlamışlardır. Diğer alanlarda ise; başarı odaklılık 6.31, öğrenme çevikliği 6.27 ve ilişki yönetiminde 6.18 puan şeklindedir. Yeni mezunlar tüm alanlarda ortalama puanın üzerindeyken en güçlü oldukları alan etkileme ve ikna kabiliyeti ve en zayıf oldukları alan ise analiz kabiliyetidir (Türksen, 2018).

Gelişmekte olan bir ülke statüsünde bulunan Türkiye için, yatırım eksiklikleri ve işgücü piyasasındaki uzun soluklu problemler, dijital dönüşüm yolunda yavaş ilerlemelere sebep olabilir. Nitekim gelişmekte olan ülkelerde emeğin ucuz, fiziki sermaye maliyetinin nispeten pahalı yapıda olması, teknolojik yeniliklerin imalat sanayine hızlı entegre olmasını kısıtlayan temel sorunlardan bir diğeridir.

Türkiye, İkinci ve Üçüncü Sanayi Devrimleri arasında kalan bir oluşuma sahiptir (TÜBİTAK, 2017). 1980’lerde ve 1990’larda telekomünikasyon sektöründeki teknolojik gelişmelerin özelleştirme süreci etkisiyle etkinliğini kaybetmesi, Türkiye’nin Dördüncü Sanayi Devrimini yakalamasını daha da güçleştirmektedir. Telekomünikasyon sektöründeki gelişmelerin yanlış yönlendirilmesi, Türkiye’nin Üçüncü Sanayi Devrimini kaçırma nedeni olarak gösterilmektedir (Soyak, 2017). Aynı zamanda, sermaye-yoğun sistemlere yatırımlar ve her devrimin getirisi olan nitelikleri sınırlı sayıda taşıyan işgücü, Türkiye’nin endüstri devrimlerini geriden takip etmesine sebep olan başlıca etmenlerdir. Türkiye’nin Dördüncü Sanayi Devrimini yakalayabilmesi, makine ve BİT altyapısı oluşturulması ve nitelikli işgücü

istihdamının gerçekleştirilmesi ile mümkün olabilir (Yazıcı ve Düzkaça, 2016).

4.2. Araştırma Sorusu ve Yöntem

Çalışmanın araştırma sorusu Türkiye’nin, mevcut koşullarının Endüstri 4.0 süreci bakımından hangi konumda olduğu ve işgücü piyasasının bu kapsamda ne tür gelişmelerle karşı karşıya kalma ihtimali içerisinde olduğudur.

Gelecekle ilgili bu soruya yanıt ararken başvurulabilecek en iyi bilgi kaynağı, ekonomik birimlerin birçoğu henüz bu kavramla tanışmamışken, bu kavramın öncül etkilerini hisseden ve geleceğe, verdikleri kararlarla, yön veren kişiler olacaktır. Nitekim genel olarak insanların bu tür süreçleri anlamakta büyük güçlük çektiği, bazı araştırmaların bulgularına yansımaktadır. Örneğin ABD’de insanların üçte ikisinin, insanların yaptığı işlerin çoğunun robotlar tarafından yapılacağına inandığı, ancak bu insanların %80’inin kendi işlerinin bu süreçten etkilenmeyeceği yönünde bir öngörü sahibi olduğu görülmektedir (Gürsakaç, 2017).

Araştırmada bu kapsamda işgücü piyasasının işleyişine kararları ile yön veren profesyonellerin karar süreçlerinin analiz edilmesi hedeflenmiştir. Böylece yakın geçmişte, bugün ve gelecekte verilen kararların daha uzun bir zaman diliminde karşımıza çıkaracağı gelişmelere dair kestirimler yapılabilmesi mümkün olacaktır.

4.2.1. Derinlemesine Mülakat

Çalışmada dijital dönüşüm sürecinde karar/yön verici konumda bulunan katılımcıların derinlemesine mülakat yöntemi ile bu çalışmada irdelenen konu ya da başlıklara dair öngörülerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Ancak bu konunun çok boyutlu olması ve iş, üretim süreçlerine farklı şekillerde yansımaları ya da etki etmesi nedeniyle araştırma yönteminde kategorik bir yaklaşımın sergilenmesine imkân bulunmamaktadır. Bu doğrultuda, derinlemesine mülakat uygulaması ile katılımcıların dinamik biçimde araştırmaya dâhil edilmesi sağlanmış ve böylece

araştırmanın tasarlanan çerçevede eksik boyutlarının giderilmesi hedeflenmiştir. Bir diğer deyişle katılımcılar konunun derinleştirilerek incelenmesini sağlamıştır. Bu da karar verici konumdaki profesyonellerin gözünden işgücü piyasasının röntgeninin çekilebilmesi imkanını yaratmıştır. Araştırmanın bu boyutunun çalışmanın özgün değerini kuvvetlendirdiğini ve literatüre önemli bir katkı sunduğunu söylemek mümkündür.

4.2.2.Soru Tasarımı

Araştırmada başvuru derinlemesine mülakat yönteminde kullanılan soru tasarımının oluşturulmasında ilgili literatürden yararlanılmıştır. Buna ek olarak, konu üzerine araştırmalar yürüten bilim insanlarının görüş ve önerilerinin de ilk soru tasarımının oluşturulmasında kullanıldığı ifade edilmelidir. Bunu takip eden süreçte, soru tasarımı; katılımcıların geri bildirimleri ve araştırmacıların yaptıkları çıkarımlar çerçevesinde dinamik olarak geliştirilmiştir. Dolayısıyla araştırma soruları çalışmanın gelişme süreci ile paralel biçimde gelişmiş ve kör noktalarının azaltılması sağlanmıştır.

4.3. Araştırmaya Dair Betimleyici Bilgiler

Araştırmaya dâhil edilen katılımcıların seçilmesinde, Endüstri 4.0 dijital dönüşüm sürecinin muhtemel etkileri ve ilişkili kavramlar hakkındaki farkındalığı yüksek olma özelliği arayışı söz konusu olmuştur. Bu kapsamda, araştırmanın güvenilirliğini sağladığı kararlaştırılan katılımcıların geri bildirimleri kullanılarak çalışmada ortaya konulan bulgulara ulaşılmıştır. Araştırmada izlenen bu yöntem aynı zamanda bulguların akran denetiminden geçirilmesini de sağlamıştır.

4.4. Bulgular

Çalışmada başvuru derinlemesine mülakat kapsamında elde edilen geri bildirimler Tablo 2'de verilmiştir. Araştırma kapsamında görüşlerine başvuru katılımcıların Endüstri 4.0 dijital dönüşüm sürecine ilişkin herhangi bir güçlü yöne ilişkin tespitte bulunmamış olması nedeniyle geri bildirim tasnifinde bu tür bir kategoriye yer verilmemiştir. Bu bölümde elde edilen geri bildirimler ışığında derinlemesine mülakat soruları alt problemlere ayrılmış ve ilerleyen kısımda bulgular sunulmuştur.

Tablo 2: Katılımcıların Derinlemesine Mülakat Kapsamındaki Geri Bildirimleri

Katılımcı	Güçsüz Yön	Kısa Vadeli Beklenti	Uzun Vadeli Beklenti	İş Modelleri Hakkında Öngörü	Geleceğe İlişkin Tavsiye
K1	Asimetrik bilgi Yatırımcı finansman çekimserliği	Nitelikli işgücü ihtiyacı artışı	Yatırım artışı	IT ihtiyacı artışı	Nitelikli işgücü profili artmalı
K2	Asimetrik bilgi Teknoloji yetersizliği	Mesleki ve teknik eğitim	Üretim maliyetinin azalması	Mevcut kabiliyetlerin yetersiz kalması	Danışmanlık hizmetleri artırılmalı
K3	Asimetrik bilgi	Müşteri memnuniyetinde artış	Yeni iş modellerinin oluşumu Firmalar arası rekabette artış	Problem çözme, duygusal zekâ ve yaratıcılık kabiliyeti talebi artışı Siber güvenlik ve veri analitiği	

Katılımcı	Güçsüz Yön	Kısa Vadeli Beklenti	Uzun Vadeli Beklenti	İş Modelleri Hakkında Öngörü	Geleceğe İlişkin Tavsiye
K4	Asimetrik Bilgi	Nitelikli işgücü ihtiyacında artış		İş yapış şekli ve iş modellerinde değişim beklentisi	Nitelikli işgücü profili artmalı Mesleki ve teknik eğitime önem verilmeli
K5	Yetenek yönetimi Müşteri profili Asimetrik bilgi	Mesleki yeterlilik ihtiyacında artış	Müşteri profilinin gelişmesi Gelir dağılımında bozulma	Multi disiplin ve sanatsal yeteneklere olan talep artışı	İnsan odaklı bir ilerleme kaydedilmeli
K6	Asimetrik bilgi Teknoloji yetersizliği Nitelikli işgücü profili kısıtı	İşgücü piyasasında daralma		Yenilikçi yetkinliğe talep artışı Veri analitiği ve robot programlama	Nitelikli işgücü profili artmalı Mesleki ve teknik eğitime önem verilmeli
K7	KOBİ'lerin yatırım maliyetini karşılama güçlüğü Büyük çaplı şirketlerin tazminat maliyetini göz önüne alması İşverenlerin niteliksiz işgücünü istihdam dışı bırakmama isteği	İş kayıplarının yaşanması Ücret farklılaşması Gelir dağılımında bozulmalar	Günlük çalışma saatlerinde kısalma Yeni iş modellerinin oluşumu Turizm endüstrisine talep artışı Göreceli daha adil gelir dağılımı	Sağlık profesyonelleri, yönetici ve akademisyen gruplarının değişimden etkilenmemesi beklentisi Yaratıcılık yetkinliğine olan talepte artış	Meslek liselerinin üniversite eğitimi için önü açılmalı Vergilendirme sisteminde yapısal değişiklikler yapılmalı
K8	Asimetrik bilgi Finansman eksikliği Firma liderlerinin karar alma süreçlerinde yetersiz kalması	Asimetrik bilgi probleminin çözülmesi Sürekli eğitim merkezlerinin teknoloji yerlerine yetenek kazandırması	Sürekli eğitim merkezlerinin teknoloji göçmenlerinin yeteneğini değiştirmesi İhtiyaç duyulan nitelikli işgücünün karşılanabilir duruma gelmesi	İş yapış şekillerinde değişiklik Yetenek sahibi işgücüne olan talepte artış Nitelikli ve niteliksiz işgücünde fiyat farklılaşmalarının artışı	Değişikliklere hızlı tepkiler verilmeli Kaliteli üretim Vergilendirme sisteminde yapısal değişiklik İşsizlik fonu oluşturulmalı Milli yapay zekâ ve siber güvenlik önemsenmeli

Katılımcı	Güçsüz Yön	Kısa Vadeli Beklenti	Uzun Vadeli Beklenti	İş Modelleri Hakkında Öngörü	Geleceğe İlişkin Tavsiye
K9	Değişime olan direnç	Mavi yakalı işgücünün robotlar ile ikame edilebilmesi	Mavi yakalı işgücünün beyaz yakalı işgücüne dönüşmesi	Yeni iş modellerinin kısmi olarak işsizliği önlemesi	Nitelikli işgücü ihtiyacı
	Finansman eksikliği	Beyaz yakalı işgücünde ücret artışları	Firmaların mesleki ve teknik eğitimler eşliğinde dijital dönüşüm	İş yapış şekillerinin değişmesi	Eğitim sisteminde yapısal değişiklikler izlenmeli
	Yeteneklerin kazandırılması ve elde tutulması		Garantili gelir finansmanının robot kullanan firmalardan elde edilecek vergilerle karşılanması	Mavi yakalı işgücünden beyaz yakalı işgücüne yeteneklerin kayması Ücret faktöründe değişim	

•Dijital Dönüşüme Fabrikadan Değil İnsandan Başlanmalıdır.

“Endüstri 4.0’ın Firmanızda Uygularken Karşılaştığımız Güçlükler Nelerdir?” sorusuna yanıtlar; görel olarak asimetrik bilgi problemi üzerine yoğunlaşmış durumdadır. Bunun insan odaklı bir dönüşüm olduğu gözetildiğinde; insanların Endüstri 4.0’ı tanımlayamaması, çekimser bir tutum sergilenmesine ve geleceğe yönelik işgücü piyasalarında kaygı bozukluğuna sebep olabilmektedir.

•Eğitim Sisteminde Yapısal Reformlar Gerçekleştirilmelidir.

İşgücü profilinin Endüstri 4.0 sürecine uyum sağlaması yolunda en etkin görülen alan eğitim sistemidir. Ağırlıklı olarak mesleki ve teknik eğitimin önem kazandığı bu süreçte, kısa ve uzun vadeli beklentiler; gerçekleştirilmesi planlanan mesleki eğitim eşliğinde işgücünün sürece adapte olabileceği yönündedir. Mevcut işgücü haricinde gelecekte işgücüne dâhil olacak sınıflar için ise ilk ve orta derecedeki okullardan başlanarak yazılım, robotik, veri analizi ve türevi alanların ders formatında sunulması işgücü piyasasını rahatlatılabilir.

•Endüstri 4.0 Danışmanlarının Etkinliği Artırılmalıdır.

Yatırımcıların sürece çekimser yaklaştığı, firmaların dijital dönüşüme hangi aşamadan

başlanması gerektiğini saptayamadığı yönündeki yanıtlar, Türkiye’de Endüstri 4.0 yolunda firmaların en çok ihtiyaç duyduğu yeni iş modelinin Endüstri 4.0 danışmanlığı olduğunu ortaya koymuştur.

•Değişen İşgücü Niteliklerinin Farkındalığı Artırılmalıdır.

“Endüstri 4.0’ı uygularken karşılaştığımız güçlükler nelerdir?” sorusuna verilen asimetrik bilgi, sürecin tanımlanamaması yanıtı ve katılımcıların iş modelleri hakkında öngörülerinin ağırlıklı olarak yeni iş modellerinin ortaya çıkması, iş yapış şekillerinin değişmesi yanıtları ile bağdaştırıldığında, mevcut işgücünün niteliklerini artırma konusunda henüz yeterli farkındalığın oluşmadığını gösterir. Bu bağlamda süreç işgücü üzerinde işsizlik algısı oluşturmaktadır. İş yapma eyleminin ortadan kalkmayacağı, fakat iş yapış şekillerinin değişeceği beklentisinin mevcut işgücüne aktarılamadığı görülmektedir.

•İnsanların Mevcut Yetenekleri Endüstri 4.0 İçin Yeterli Değildir.

Kısa ve uzun vadede beklentiler, iş modelleri hakkında öngörülerden hareketle dijital dönüşümün nitelikli işgücü ihtiyacını artırması beklenmektedir. Firma yöneticilerinin nitelikli işgücüne ihtiyaç duyması, nitelsiz işgücünün doğrudan otomasyon sürecinde kaldığı ve nitelikli işgücünün piyasada sınırlı sayıda olduğuna

ilişkin cevaplar mevcut işgücü profilinin Endüstri 4.0 süreci için yeterli olmadığını kanıksar niteliktedir. Nitelikli işgücü ihtiyacının kazanımı ise eğitim sistemindeki reformlar ve özellikle mesleki ve teknik eğitimlerin gerçekleştirilmesi ile uzun vadede çözüme kavuşabilecek bir sorundur.

•İşgücü Piyasasında Öngörülen Yapısal Değişimlerin Olumsuz Etkilerini Hafifletecek Politikalar İzlenmelidir.

“İşgücü piyasasında ücret farklılaşmalarına yönelik düşünceleriniz nelerdir?” sorusuna yanıt olarak; dijital dönüşüm ile birlikte robotların gerçekleştirebildiği iş modellerinde çalışan kesimin ücretlerinde azalış ve birbirini tekrar etmeyen ve karar alıcı pozisyonlardaki iş modellerinde çalışan kesimin ise ücretlerinde artış cevabı alınmıştır. Ücret faktöründeki değişimlerin ise kısa vadede etkisini göstereceği öngörülmektedir. Ücret farklılaşmalarından yola çıkılarak yöneltilen “Dijital dönüşüm, gelir dağılımı üzerinde bir adaletsizlik doğuracak mıdır?” sorusuna yanıtlar kısa ve uzun vadede farklılaşmaktadır. Kısa vadede ücret farklılaşmalarından doğan uçurumun gelirin daha adaletsiz dağılmasına sebep olacakken, uzun vadede görece olarak daha adil bir gelir dağılımı beklentisi hâkimdir.

İşgücü piyasalarında nitelikli işgücü ihtiyacının ve değişen iş modellerinin varlığı durumunda sayısal veriler henüz telaffuz edilemese de, ortaya çıkabilecek işsizlik oranlarında artış olasılığı “Garantili gelir yönteminin finansal kaynağı nasıl sağlanabilir?” sorusu ile ele alınmıştır. Yanıtlar genel itibarıyla vergilendirmeye dayalı olup, verginin gelire oranla alınması gerektiğine ilişkin görüş, bu süreçte ön plandadır. Üretimde robot kullanmayı tercih eden firmalardan yüksek oranda vergi alınması ve geliri asgari düzeyin altında olan kesimden vergi alınmaması/sosyal yardım politikalarının izlenmesi bu yöntemin finansal ayağını oluşturabilir.

•Türkiye Dijital Dönüşümde Henüz Yolum Başındadır.

“Mesleğinizde/sektörünüzde nasıl bir gelecek bekliyorsunuz?” ve “Türkiye için

Endüstri 4.0’a ilişkin tavsiyeleriniz nelerdir?” sorularına verilen; nitelikli işgücü profilinin artırılması, yatırımcıların çekimserliğinin son bulması ve danışmanlık hizmetlerinin artırılmasına yönelik cevaplar ile dijital dönüşüm için gerekli olan finansal kaynakların henüz sağlanamamış olması dijital dönüşümü öteleyen etmenler olarak değerlendirilmiştir.

5. POLİTİKA ÖNERİLERİ

5.1. Eğitim 4.0

Son dönemlerde vasıflanma eğilimindeki artış, eğitimin kavramsal olarak değişimine sebep olabilmektedir. Teknolojik ilerlemelerin etkisiyle piyasada “daha fazla ücret kazanabilmek için daha vasıflı olunmalı” yönündeki yaygın düşünce, eğitimin kültürel sürecini körelterek çevresel faktörlerle etkileşim halinde yaşam boyu öğrenme sürecini değiştirebilmektedir. Daha geniş bir yelpazede eğitim; piyasaların ihtiyaç duyduğu nitelikli işgücünü arz eden aracı kurum olarak tasvir edilebilir (Buyruk, 2018). Nitekim bu durum, işçilerin okullaşma süreçlerini doğrudan etkilememektedir. İşveren kesimin nitelik olarak tasvir ettiği özellikleri taşıyan işgücü, eğitim sürecinin herhangi bir aşamasında bu nitelikleri taşıyor ise nitelikli işgücü olarak istihdam edilebilir. İş modellerindeki değişmeye paralel biçimde, insanların “diplomaların o kadar da önemli olmadığı ve deneyimin önemli olduğu” yönündeki kanaati giderek karar süreçlerine yerleşmektedir (Gürsakaal, 2017).

Eğitim 4.0 ele alındığında, sürece sadece ilköğretim çağından başlayarak eğitim müfredatlarına eklenen kodlama, yazılım, robotik öğrenen yeni nesil dâhil edilmemektedir. İlkokuldan başlayarak meslek liseleri, üniversiteler ve mevcutta çalışan işgücün dijital dönüşüme adapte olabilmek adına aldığı mesleki ve teknik kurslar Eğitim 4.0’ı kapsamaktadır.

Teknolojik ilerlemeleri eğitim alanında ele alırken, gelişmiş ve gelişmekte olan ülkeler ayırımına gidilebilir. Gelişmiş ekonomilerde

işgücü maliyetlerinin yüksek olması, ülkelerin dijital dönüşüme ve nihayetinde mesleki ve teknik eğitime adaptasyonunu hızlandıran etmenler olabilir. Zira işgücünün fiziki sermayeye oranla daha pahalı olması, bu ülkeleri hızlı bir dönüşüme itebilecektir. Gelişmekte olan ekonomiler için işgücü maliyetlerinin düşük ve fiziki sermayenin pahalı olması, dijital dönüşümü yavaşlatan bir etmendir. Dijital dönüşümün yavaş gerçekleşmesi ülkeler için eğitimde dönüşümü geri planda bırakabilir. Aynı zamanda, vasıfsız işgücünün ağırlıklı olarak bulunduğu bu ülkelerde eğitim sistemi içeriğinde nispeten uyumsuzlukları barındırabilir veya eğitim alan kitle için yeterince güvence temin edemeyebilir. Gelişmekte olan ülkeler grubuna dâhil olan Türkiye’de de Eğitim 4.0 için saha çalışmaları yapılmaktadır.

TEPAV ve JP Morgan Chase Vakfı işbirliğinde (2015-2016)gerçekleştirilen “*Mesleki Eğitimde Probleme Dayalı Eğitim Modeli: İhtiyaç Analizi ve Pilot Uygulama Sonuçları*”, Türkiye’nin Eğitim 4.0 yolunda işverenler ve potansiyel işgücü sahiplerinin uyumu üzerine gerçekleştirilmiş bir çalışmadır. Çalışmanın işveren anketinde gerekli becerilere sahip personel bulma konusunda karşılaşılan güçlükler; mesleki ve teknik bilgi eksikliği, yeterli tecrübeye sahip personel eksikliği, konu olan sektörde iş başvurularının az olması, iş başvurusunda bulunan kesimin iş koşullarını beğenmiyor olması ve iş başvurusunda bulunan kişilerin ücretleri yetersiz buluyor olması olarak belirlenmiştir. İşverenlerin beceri talepleri ağırlıklı olarak; takım çalışmasına yatkın olmak, uzun süre firmada çalışmaya istekli olmak, sosyal becerilerin pozisyonla örtüşmesi ve kariyer hedefi olarak sıralanmıştır. Öte yandan beceriler grubunda öğrencilerin çoğunluğunda mesleki açıdan pratik bilgilerin yetersiz olması, takım çalışmasına yatkınlık ve çabuk öğrenme kabiliyetlerinin daha yeterli seviyelerde olması gözlemlenmiştir. Öğrencilerin mezun olduktan sonra kendi alanlarında iş yapma arzusu içinde olmadıkları veya eğitim yaşamlarını devam ettirmek amacı içinde olarak çalışma

sürecine dâhil olmayacakları yönündeki kanaatleri, aynı zamanda çalışmada işverenlerin beceri taleplerinin karşılanamamasının nedenlerinden biri olarak gösterilmiştir. İşveren ile iş arayışında olan kesim arasındaki sorunlar; iş arayan kesimin kas gücünden ziyade teknoloji kullanımı ağırlıklı olan işlerde çalışma beklentisi, kariyer hedeflerindeki uyumsuzluk ve beceri talebi-mevcut beceri arasındaki uyumsuzluk olarak sıralanabilir.

Teknolojik ilerlemelerin doğurduğu ihtiyaçlara bağlı olarak, eğitim alanında da köklü değişiklikler her endüstriyel devrimde gerçekleşmiştir. Üretim yapısındaki köklü değişiklikler, talep edilen işgücü niteliklerini etkilemiş ve ihtiyaç duyulan niteliklerin kazandırılmasında eğitim etkin olarak kullanılmıştır. Yeni sanayi devriminde mavi yakalı birimlere olan ihtiyacın azaldığı, yeni bir beyaz yaka sınıfının doğması beklenmektedir. Yaratıcı, problem çözme kabiliyeti yüksek, liderlik vasfına sahip ve mantıksal çıkarımlarda bulunabilmesi beklenen yeni sınıfın, bu becerileri edinebilmesinde, yine eğitim faktörü etkin rol oynayacaktır (Yazıcı ve Düzkaya, 2016). Makine ve ekipman bakım, onarım ve kullanımı için gerekli düzeyde mesleki ve teknik eğitim almış kesime ihtiyaç devam edecektir. Bu süreçte robotlar ya da makinelerle büyük veri kolaylıkla elde edilebilse de, bunun akıllı veriye dönüşebilmesinin insan beynine muhtaç olduğu vurgulanmalıdır (Gürsakar, 2017). Bununla birlikte, verilerin politika önerilerinin geliştirilmesinde kullanılabilir hale getirilmesi ise eğitim sürecinin de dışında, kapsayıcı nitelikte önemli bir gerekliliktir (Çalışkan vd., 2018).

5.2. Garantili Gelir Yöntemi

Garantili gelir yöntemi veya diğer adı ile evrensel maaş, kişinin bir işe sahip olmasına bakılmaksızın, temel ihtiyaçlarını karşılayabileceği düzeyde ve koşulsuz olarak ödenen paradır. Tarihsel olarak ele alındığında gerek yoksullukla gerek ise işsizlik ile mücadelede az tercih edilen bir politika olmuştur (BIEN, 2018).

Günümüzde insan emeğinin makineler ile ikame edilmesi ve gelecekte aradaki farkın uçurumlara sebep olabileceği beklentisi garantili gelir yönteminin tartışılmasını bir kere daha gün yüzüne çıkartmıştır (Tarhan, 2017). Fakat evrensel maaş politikasının doğurabileceği sonuçlar hakkında henüz bir fikir birliği sağlanamamıştır. Garantili gelir yönteminin savunucusu olan politika yapımcılar ve ekonomistler daha adil bir gelir dağılımı ve daha yüksek bir refah seviyesinin sağlanabileceğini öne sürmektedir (Servantie, 2017). Aynı zamanda, kişi temel bir gelir sahibi olduğu takdirde, iş bulsa dahi, maaş kesintisi yaşamayacak olması, işgücüne katılımı artırıcı bir etmendir (Evrensel, 2017). Garantili gelire olumsuz yönde yaklaşan kesimler için ise çalışma motivasyonunun düşebileceği, insanların tembelleğe alışabileceği ve hak edilmeyen bir geliri ortaya çıkartabileceği yönünde eleştiriler yapılmaktadır (Servantie, 2017).

Garantili gelir yöntemi için dünya genelinde hükümetler tarafından deneyler gerçekleştirilmektedir. Henüz oldukça az sayısal verinin elde edilebildiği deneylerden olan Namibya’da, deney daha çok süreci sosyal alanlarda etkilemiş ve suç oranlarında yarı yarıya azalma, sosyal aktivitelere katılım oranlarında yükselme ve sağlık alanında iyileşmelere sebep olmuştur (Servantie, 2017). Finlandiya, Kanada, Hollanda gibi ülkelerde temel gelir deneyleri ise bir sonuca bağlanamamıştır.

Bu noktada esas tartışmaya açık alan ise insanlara ödenecek garanti edilmiş gelirin hangi kaynaklara dayandırılacağı yönündedir. Yaşam standartlarını yükseltme ve sosyal sonuçlar bir kenara bırakıldığında, bu sürecin en gerçekçi yaklaşımı ekonomik sonuçları üzerinden olacaktır. Deneyler ağırlıklı olarak yatırımcıların destekleriyle devam ettirilirken, vergilendirme yöntemlerindeki adaletsiz tutuma karşın uygulanacak iyileştirici vergi politikaları, garantili gelir yöntemi için kaynak durumunda olabilir. Her ne kadar üretimde insan emeği yerine, fiziki sermaye kullanan firmaların vergi ödemelerinin artırılması yönündeki görüşler

varlığını korusa da, bu durum mevcut dijital dönüşüm aşamaları için henüz yeterli değildir. Friedman’ın negatif gelir vergisi bu aşamada iyileştirici bir yaptırım olabilir. Negatif gelir vergisi, belli bir düzeyin altına kazanan kesimin temel gelir ile desteklenmesi, belli bir düzeyin üstünde kazanan kesimin ek vergilere bağlanması gerektiğini öne sürer (Santens, 2017).

5.3. Akıllı Toplum Çağı: Toplum 5.0

Endüstriyel devrimlere toplumsal evrimler olarak yaklaşıldığında 5 ayrı toplumdan söz edilmektedir. Sırası ile bunlar; avlanma toplumu, tarım toplumu, sanayi toplumu, bilgi toplumu ve Endüstri 4.0 ile birlikte söz konusu olan süper-akıllı (Toplum 5.0) toplumdur (Keidanren, 2016). Dijital dönüşüm öncelikli olarak üretimde makineleşme olarak kendini gösterse de; sosyal yaşamı, beşeri sistemleri ve demografik yapıyı da etkilemektedir. Ayrıca insan-makine etkileşiminin yoğun olarak gerçekleştirildiği üretim sistemlerinde, bağlantıyı sağlayabilmek ve en üst verimi alabilmek, toplumsal değişimleri beraberinde getirecektir.

Almanya tarafından Endüstri 4.0’ın duyurulması ile birlikte Japonya, 5. Bilim ve Teknoloji Temel Planı çerçevesinde Toplum 5.0 kavramını duyurmuştur. Japonya, hızla yaşlanan nüfus yapısı, hava kirliliği ve doğal afetler gibi çeşitli güçlükler karşısında süper akıllı toplum vizyonunu benimsemiştir (Bulut, 2017). İnsan odaklılık esas alınarak belirlenen vizyon, insanların ihtiyaçlarını, ihtiyaç duydukları ürün ve hizmetlerin yeterli miktarda karşılandığı ve yüksek kaliteli hizmet edinebildikleri bir yaşam hedeflemektedir (Harayama, 2017). Keidanren (Japonya İş Federasyonu) 2016 yılında yayımladığı bir yazıda Japonya’nın dijitalleşme ve toplumsal yapısında ilerleme kaydetmesine dair problemleri sıralamıştır:

1. Yönetim duvarı
2. Hukuk sisteminin duvarı
3. Teknoloji duvarı
4. İnsan kaynakları duvarı
5. Toplumsal kabul duvarı

Gelişmiş ülkelerde bile makine öğrenmesi yaklaşımlarına dair üstünlük ve sakıncaları değerlendirebilecek yeterlikte bir işgücü profilinin söz konusu olmaması, toplumsal yapının topyekûn dönüşümü için gereksinim teşkil etmektedir (Gürsakal, 2017). Toplum 5.0 içerik itibariyle ilerleyen teknolojik gelişmelerin insanlar üzerindeki etkilerini ele alan, makineleşen toplumlarda sosyal yaşam şartlarının iyileştirilmesini amaçlayan ve teknolojik gelişmelerin sadece sanayi sektöründe değil, insan yapısında da olumlu gelişmeler aşılması için uygulanan bir politikadır.

SONUÇ

Bu çalışma Dördüncü Sanayi Devrimi koşullarının Türkiye’de işgücü piyasasına muhtemel etkilerini araştırmayı amaçlamaktadır. Bu amaç doğrultusunda, ekonomik aktörler arasındaki asimetrik bilgi ve bu tür çalışmalar için işbirliğine pek de açık olmayan karar birimlerine rağmen çalışmanın gerçekleştirilmesinde, her toplumsal dinamikte farklı tezahür eden bu tür teknolojik gelişme süreçlerinin, ülke özelinde öngörülen etkilerinin tanımlanabilmesine yönelik arayış rol oynamaktadır. Kısacası araştırmanın temel motivasyonu yakın geçmiş, bugün ve gelecekteki gelişmelerin ekonomik koşulları nasıl biçimlendireceğini anlayabilme yönündeki arayışa yöneliktir.

Türkiye ekonomisi mevcut iktisadi kaynaklar göz önünde bulundurulduğunda, ciddi bir büyüme potansiyeline sahip olmakla birlikte, büyümenin yanına nitelik artışını ekleyebilecek türdeki yapısal değişmeyi arzu edilir biçimde sağlayacak yaklaşımların egemen olması bakımından yoksunluklarla karşı karşıyadır. Nitekim yıllardır genç ve dinamik nüfusu ile bir fırsat penceresi ile karşı karşıya olan Türkiye’de firma beklentileri sorgulandığında, özellikle nitelikli insan kaynağına erişim konusunda ciddi yetersizliklerin söz konusu olduğu dikkat çekmektedir. Yine mevcut insan profili gerçeği yüzünden, içi boşalmış bilim ve teknoloji ya da yenilikçilik kavramları ile

eldeki imkânların etkin kılınmadığı bir realite olarak karşımızdaki yerini almaktadır.

Dijital dönüşüm süreci ve insan sermayesi konusu ya da ilişkisi ele alındığında Türkiye’nin mevcut işgücü profilinin ve diğer ekonomik aktörlerinin ya da karar vericilerin beklentilerinin örtüşmediği bir pratiği yaşadığı görülmektedir. Bu kapsamda, karşılaşılan kavram karmaşaları; gerek işgücünü geleceğe yönelik kaygılı bir bakış açısına sürüklemekte, gerek yatırımcıları sürecin dışında tutarak finansman ihtiyaçlarında açıklıklar oluşturmakta, gerekse firmaların mikro ölçekte karar alma mekanizmalarını olumsuz yönde etkileyen sonuçlar doğurmaktadır.

Küresel alanda hızlı bir ivme kazanan dönüşüm süreci, Türkiye’de yapısal bazı bileşenlerden kaynaklanan aksamalarla, işgücü piyasasındaki değişimin ağır işlemesine sebep olmaktadır. İşte bu noktada, geleneksel bir bakış açısı ile üretim süreçlerindeki değişime olan direnç, alanın uzmanlarına ve danışmanlarına görev atfetmektedir.

Araştırma bulguları göstermektedir ki, işgücü piyasasında kısa ve uzun vadede beklentilerin karşılanması, mevcut işgücü yeteneklerinin geliştirilmesine bağlanmış durumdadır. Nitelikli işgücü profilinin geliştirilmesi dijital dönüşüm sürecinin hızlı bir ivme kazanması için ön koşul olarak sunulmaktadır.

Paradigma değişimlerinin teknolojik işsizlik algısını artıracak yönündeki beklentilere istinaden, makroekonomik olumsuz etkilerin hafifletilmesi, sürecin insan sermayesi üzerindeki negatif etkilerini azaltıcı bir önlem olarak karşılanabilmektedir. Ücret farklılaşması ve gelir dağılımında adil bir sistemin kazanımları üzerine geliştirilen öngörüler, vergilendirme ilkelerinin yeniden düzenlenmesi ile çerçevelenebilecektir. Bu hususta gerek kamu sektörü gerek ise özel sektör dijital dönüşüm sürecinin işgücü piyasasındaki kötümser izlenimlerine karşı işbirlikçi bir çizgi izlemelidir. Nitekim

işgücü piyasasında güven ortamının sağlanamaması hem sürecin yavaş işlemesine hem de sosyal, ekonomik ve siyasal istikrarsızlıkların doğmasına sebep olabilmektedir.

Sonuç olarak, özetlenen bu çerçevede politika yapıcılara dönük bir takım önerilerin tasarlanması mümkündür. Burada bahse konu olan devrim süreci, insan odaklı bir yapıya sahiptir. Bu nedenle, yapısal bir dönüşümün ilk ayağını eğitim sistemi oluşturmalı ve öğrenme eylemini ezberciliğe sürükleyen koşullardan ziyade uygulama ve analiz etme yetkinliklerinin tanındığı bir eğitim sistemi olgunlaştırılmalıdır. Geleceğin potansiyel işgücünü yine geleceğin muhtemel iş dünyasına hazırlamak, eğitim ve bilimi yakinen öğretim hizmetlerinde sunmak, mesleki ve teknik liselerin müfredatlarını geleceğe ilişkin yeniden tasarlamak ve yetkinliklerini artırmak, bu önerilere dâhil edilebilmektedir.

Eğitim sisteminde bir diğer odak nokta, piyasadaki mevcut işgücü ve yeteneklerinin yön değiştirmesi üzerinedir. Mesleki ve teknik eğitim alanında uygulanacak kamu-özel sektör işbirliğine dönük çalışmalar, mevcut işgücünün piyasadan silinmemesi ve farklı bölümler veya sektörlerde iş yapabilirliğin destekçisi olacak niteliktedir.

Uzun vadede işgücü piyasasına yönelik beklentilerin olumlu eğilimde olmasına rağmen, iş modellerinde olumlu veya olumsuz bir yıkım kısa vadede kaçınılmazdır ve buna ilave olarak, gerçekleşmesi muhtemel işsizlik olgusunun göğüslenmesi ihtiyacı da göz ardı

edilemeyecek bir husustur. Bu kapsamda işsizlik ödenekleri, garantili gelir yöntemi çerçevesinde tartışılrsa da, makroekonomik bir finansal çözümlenme olarak politika yapıcılar adil bir vergileme sistemi oluşumuna katkıda bulunmalıdır. Sürecin farklı bir ilişki ise büyüme oranları üzerinedir. Tüketim odaklı büyümeden üretim odaklı büyümeye evrilmenin sağlanması ve üretim şekillerinin yüksek katma değerli bir hal alması, küresel boyutta rekabet edebilmenin ön adımlarıdır.

Sanayideki paradigma değişimine uyum sağlamakta uzun yıllardır sorun yaşayan Türkiye, saplandığı orta gelir tuzağından çıkış yolunu da Dördüncü Sanayi Devrimi ile özdeşleştirmektedir. Nitekim kişi başına düşen gelirin yüksek ivmeli bir düşüş ile karşılaştığı ortamda ileri teknoloji kullanımı ile üretim süreçlerinin desteklenmesi, orta gelir tuzağından sıyrılma gücünü de teşkil etmektedir.

Son tahlilde, Dördüncü Sanayi Devriminin beraberinde birçok yapısal çözümlenmeyi gerektiren, uzun vadeli bir süreç olduğu anlaşılmaktadır. Teknolojik ilerlemelere adapte olmakta zorlanan bir ülke olarak Türkiye'nin, gerek özel sektörün gerek ise kamu sektörünün son yıllarda sürece dair besleyici adımları ile yeni sanayi devrimini yakalama çabasını sürdürdüğü gözlenmektedir. Bu çalışmada ortaya konulan tespit ve çözüm önerileri doğrultusundaki politikaların, Türkiye ekonomisi için belirtilen çerçevede önemli bir fırsat potansiyeli oluşturduğu ifade edilebilir.

KAYNAKÇA

1. AKIN, Ö. (2017). “Hızla Artan Endüstriyel Robotların Üretim Süreçlerinde Yarattığı Değişmeler ve Türkiye İşgücü Piyasasında Yaratacağı Olası Etkilerin Değerlendirmesi”, İş ve Hayat, 3(6), 42-71.
2. ALÇIN, S. (2016). “Üretim İçin Yeni Bir İzlek: Sanayi 4.0”, Journal of Life Economics, (3): 19-30.
3. ALKIN, E. (2000). “Hızlı Nüfus Artışı, İşsizlik ve Gelir Dağılımı”, Türk Ağır Sanayi ve Hizmet Sektörü Kamu İşverenleri Sendikası Yayını, Yayın No: 38: 285-290.

4. ARDOR, N. H. ve VARLIK, S. (2009). "David Ricardo İle Joseph Alois Schumpeter'in Teknolojik Gelişme Kuramlarının Karşılaştırılması", Hitit Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 2(1): 15-40.
5. AYDOĞAN, A. (2007). "Teknoloji ve Emek: Yeni İletişim Teknolojileri ve Emek İlişkinin Analizi İçin Kuramsal Bir Çerçeve", <https://yenimedya.wordpress.com/2010/03/08/teknoloji-ve-emek-yeni-iletisim-teknolojileri-ve-emek-iliskisinin-analizi-icin-kuramsal-bir-cerceve/>, 05.07.2018.
6. BAŞ, K. (2009). "Küreselleşme ve Gelir Dağılımı İlişkisi", Ç.Ü. Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 18(1):49-70.
7. BANGER, G. (2017). Endüstri 4.0 Ekstra, Dorlion Yayınları, Ankara.
8. BCG ve TÜSİAD (2016). Türkiye'nin Küresel Rekabetçiliği İçin Bir Gereklilik Olarak Sanayi 4.0 (2016),Yayın No: TÜSİAD-T 576, İstanbul.
9. BCG ve TÜSİAD (2017). Türkiye'nin Sanayide Dijital Dönüşüm Yetkinliği (2017),Yayın No: TÜSİAD-T 589, İstanbul.
10. BIEN (2018). "About Basic Income", <https://basicincome.org/basic-income/>, 30.08.2018.
11. BOCUTOĞLU, E. (2012). "İktisat Teorisinde Emegin Öyküsü: Değerin Kaynağı Olan Emekten Marjinal Faydanın Türevi Olan Emeye Yolculuk", HAK-İŞ Uluslararası Emek ve Toplum Dergisi, 1(1): 127-150.
12. BOZDAĞLIOĞLU, U. Y. (2008), "Türkiye'de İşsizliğin Özellikleri ve İşsizlikle Mücadele Politikaları", Kırgızistan-Türkiye Manas Üniversitesi, Sosyal Bilimler Dergisi, Sayı: 20.
13. BRYNJOLFSSON, E. ve MCAFEE A. (2014). The Second Machine Age. Türk Havayolları Yayınları, İstanbul.
14. BULUT, T. (2017). "Sanayi 4.0 mı yoksa Toplum 5.0 mi?", <http://www.sanayigazetesi.com.tr/sanayi-40-mi-yoksa-toplum-50-mi-makale,1307.html>, 25.02.2018.
15. BUYRUK, H. (2018). "Gelişen Teknolojiler, Değişen İşgücü Nitelikleri ve Eğitim", OPUS - Uluslararası Toplum Araştırmaları Dergisi, 8(14): 599-632.
16. CASTELLS, M. (2005). Ağ Toplumunun Yükselişi, İstanbul Bilgi Üniversitesi Yayınları, İstanbul.
17. ÇALIŞKAN, Ş. (2010). "Türkiye'de Gelir Eşitsizliği ve Yoksulluk", Sosyal Siyaset Konferansları, Sayı 59: 89-132.
18. ÇALIŞKAN, Ş., KARABACAK, M. ve MEÇİK, O. (2018). "Türkiye'de Uzun Dönemde Eğitim ve Sağlık Harcamaları ile Ekonomik Büyüme İlişkisi", Dokuz Eylül Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 33(1): 75-96.
19. ÇELİK, A. (2004). "AB Ülkelerinde ve Türkiye'de Gelir Eşitsizliği: Piyasa Dağılımı-Yeniden Dağılım", Çalışma ve Toplum Dergisi, Sayı: 3.
20. EBSO. (2015). Sanayi 4.0: Uyum Sağlayamayan Kaybedecek, Ege Bölgesi Sanayi Odası, İzmir.
21. EĞİLMEZ, M. (2017). "Endüstri 4.0", <http://www.mahfiegilmez.com/2017/05/endustri-40.html>,18.07.2017.
22. EKİNCİ A. ve GÜL E. (2015). Ekonominin Güncel Sorunları, Anadolu Üniversitesi Yayınları,
23. EKOIQ (2014). "Akıllı" Yeni Dünya: Dördüncü Sanayi Devrimi",EKOIQ, 12-13.
24. ERSOY, A. R. (2016). "Ali Rıza Ersoy - Endüstri 4.0 Forum", <https://www.youtube.com/watch?v=csNw1NNZx0g>, 27.09.2017

25. ERSOY, A. R. (2017). “Birinci, İkinci ve Üçüncü Sanayi Devrimi ve Ardından Endüstri 4.0”, Makine Magazin, 14.12.2017.
26. EVRENSEL (2017). “Finlandiya ‘Vatandaşlık Maaşı’ Uygulamasını Başlattı”, <https://www.evrensel.net/haber/302409/finlandiya-vatandaslik-maasi-uygulamasini-baslatti>, 30.08.2018.
27. FİKİRLİ, Ö. ve ÇETİN, A. (2017). “İktisadi Doktrinde Schumpeteryan Yaratıcı Yıkımdan Yaratıcı Birikime”, Girişimcilik ve İnovasyon Yönetimi Dergisi, 6(1): 27-64.
28. HARAYAMA, Y. (2017). “Society 5.0: Aiming for a New Human-centered Society”, Trends, 26.08.2018.
29. HEATON, H. (1985). Avrupa İktisat Tarihi Cilt II, Teori Yayınları, Ankara.
30. GÖKTÜRK, G. M. (2015). Teknolojinin İşsizlik ve İstihdam Üzerine Etkileri: Türkiye Örneği, Yüksek Lisans Tezi, Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Nevşehir.
31. GÖRÇÜN, F. Ö. (2016). Dördüncü Sanayi Devrimi Endüstri 4.0, Beta Basım Yayın, İstanbul.
32. GRAETZ, G. ve MICHAELS, G. (2015). “Robots At Work”, CEP Discussion Paper No: 1335, London School of Economics and Political Science, pp.1-56.
33. GÜNAYDIN, G. (2009). “Smith, Ricardo ve Marx İktisadında Tarım (Emek Değer ve Rant Teorisi Yaklaşımları Bağlamında)”, Mülkiye Dergisi, 33 (262): 345-362.
34. GÜRAN, T. (2009). İktisat Tarihi. Der Yayınları, İstanbul.
35. GÜRSAKAL, N. (2017). Makine Öğrenmesi ve Derin Öğrenme, Dora Basım Yayın Dağıtım, Bursa.
36. İSO (2018), “Türkiye’nin 500 Büyük Sanayi Kuruluşu”, <http://www.iso500.org.tr/sunum-ve-konusma-metni/iso-500/>, 11.08.2018.
37. KEIDANREN (2016). “Toward realization of the new economy and society – Reform of the economy and society by the deepning of “Society 5.0””, http://www.keidanren.or.jp/en/policy/2016/029_outline.pdf, 25.08.2018.
38. KOZAK, İ. E. (1999). İnsan, Toplum, İktisat: İbn Haldun’dan Yola Çıkararak Çok Yönlü Bir Tahlil Deneme, Değişim Yayınları, Adapazarı.
39. KÜÇÜKKALAY, A. M. (1997). “Endüstri Devrimi ve Ekonomik Sonuçlarının Analizi”, Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi, (2): 51-68.
40. KÜÇÜKKALAY, M. A. (2015). İktisadi Düşünce Tarihi, Beta Basım Yayın, İstanbul.
41. MCKINSEYveCOMPANY (2015). “Industry 4.0 How to navigate digitization of the manufacturing sector”, <https://www.mckinsey.com/~media/McKinsey/Business%20Functions/Operations/Our%20Insights/Industry%2040%20How%20to%20navigate%20digitization%20of%20the%20manufacturing%20sector/Industry-40-How-to-navigate-digitization-of-the-manufacturing-sector.ashx>, 04.08.2018.
42. NARİN, Ö. (2010). “Technology and the Division of Labour in Smith and Marx: A Comparative Analysis” in the book Politik İktisat ve Adam Smith, Proceedings of the International Conference on Political Economy (ICOPEC); Eds: A. Ümit Çetin, Farhang Morady, Hakan Kapucu, İsmail Şiriner, Murat Aydın; Haziran 2010, Yön Yayınları, İstanbul.
43. ORHAN, S. ve SAVUK, F. (2014). “Emek-Teknoloji-İşsizlik İlişkisi”, Çalışma Dünyası Dergisi, 2 (2): 19-24.
44. ÖZTUNA, B. (2017). Endüstri 4.0 (Dördüncü Sanayi Devrimi) İle

- Çalışma Yaşamının Geleceği, Gece Kitaplığı Yayınları, Ankara.
45. PWC (2015). “Industry 4.0: Building The Digital Enterprise”, <https://www.pwc.com/gx/en/industries/industry-4.0.html>,18.04.2017.
46. RIFKIN, J. (2014). Üçüncü Sanayi Devrimi: Yanal Güç, Enerjiyi, Ekonomiyi ve Dünyayı Nasıl Dönüştürüyor, (Çev.) SİRAL, P., BAŞEKİM, M., İletişim Yayınları, İstanbul.
47. SAK, G. (2018). “Türkiye'nin, İlgi Alanını Bir An Önce Para Politikasından Eğitim Politikasına Kaydırması Gerekliyor”, İktisat ve Toplum, (94): 34-39.
48. SANTENS, S. (2017). “Why we should all have a basic income”, <https://www.weforum.org/agenda/2017/01/why-we-should-all-have-a-basic-income/>, 30.08.2018.
49. SCHWAB, K. (2016). The Fourth Industrial Revolution, World Economic Forum.
50. SELÇUK, G. (2011). “Fordist Birikim Rejimi ve Kitle Kültürü”, Journal of Yasar University, 24 (6): 4130-4152.
51. SERVANTIE, D. (2017). “AB ve Dünyadaki Temel Gelir Tartışmaları”, <https://www.ikv.org.tr/images/files/temelgelir.pdf>, 30.08.2018.
52. SIEMENS. (25.03.2016). Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanı Fikri Işık, Siemens'in Amberg'deki Dijital Fabrikasını Ziyaret Etti, http://www.siemens.com.tr/web/1199-18813-1-1/siemens_turkiye_-_tr/siemens_turkiye/basin_bultenleri/bilim_sanayi_ve_teknoloji_bakani_fikri_isik_siemensin_ambergdeki_dijital_fabrikasini_ziyaret_etti, 21.12.2017.
53. SIEMENS (2016). “Endüstri 4.0 Yolunda”, <http://cdn.endustri40.com/file/ab05aaa7695b45c5a6477b6fc06f3645/End%C3>
- %BCstri_4.0_Yolunda.pdf, 18.11.2017.
54. SOYAK, A. (2017). “Teknolojiye Dayalı Sanayileşme: Sanayi 4.0 ve Türkiye Üzerine Düşünceler”, The Journal of Marmara Social Research, S:11: 68-83.
55. SÜZAL, M. (2017). “Dijital Dönüşümde Değişen Üretim Süreçleri ve Yeni İş Modelleri”, Orta Karadeniz Kalkınma Ajansı, Samsun.
56. TARHAN, U. (2017). “Çalışmadan Para Kazanmak; Evrensel Gelir. Vatandaşlık Maaşı – UBI”, <http://www.ufuktarhan.com/makale/calismadan-para-kazanmak-evrensel-gelir-vatandaslik-maasi-ubi>, 30.08.2018.
57. TAYMAZ, E. (1997). “Türkiye İmalat Sanayi'nde Teknolojik Değişme ve İstihdam”, Teknoloji ve İstihdam, DİE, Ankara.
58. T.C. BİLİM, SANAYİ VE TEKNOLOJİ BAKANLIĞI (2015). Türkiye Sanayi Stratejisi Belgesi 2015-2018 (2015),Ankara.
59. T.C. BİLİM, SANAYİ VE TEKNOLOJİ BAKANLIĞI (2018), İmalat Sanayinin Dijital Dönüşümü Raporu ve Yol Haritası (2018), Ankara.
60. T.C. KALKINMA BAKANLIĞI (2014). İmalat Sanayinde Dönüşüm Özel İhtisas Komisyonu Raporu (2014), Yayın No: KB: 2913 – ÖİK: 750, Ankara.
61. TEPAV ve JPMCF. (2017). “Mesleki Eğitimde Probleme Dayalı Eğitim Modeli: İhtiyaç Analizi ve Pilot Uygulama Sonuçları”, Ankara.
62. THE ECONOMIC TIMES. (27.01.2015). *China Sets Up First Unmanned Factory; All Processes Are Operated By Robots.* [Available online at: <https://economictimes.indiatimes.com/news/international/business/china-sets-up-first-unmanned-factory-all->

- processes-are-operated-by-robots/articleshow/48238331.cms?utm_campaign=DonanimHaber&utm_medium=referral&utm_source, 07.01.2018.
63. TOPKAYA, Ö. (2016). “Dünyada Endüstriyel Robot Sektörü ve Çalışma Hayatına Etkileri”, Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi, 30(5): 1129-1144.
64. TÜBİTAK (2017). Yeni Sanayi Devrimi: Akıllı Üretim Sistemleri Teknoloji Yol Haritası (2016),Ankara.
65. TÜREDİ, S. (2013). “Bilgi ve İşlem Teknolojilerinin Ekonomik Büyümeye Etkisi: Gelişmiş ve Gelişmekte Olan Ülkeler İçin Panel Veri Analizi”, Gümüşhane Üniversitesi Sosyal Bilimler Elektronik Dergisi, 4(7): 322-325.
66. TÜRKSEN, E. (2018). “İşverenler yeni mezunlarda ne arıyor?”, Hürriyet, 19 Ağustos.
67. WANG, S., WAN, J., LI, D. ve ZHANG, C. (2016, Jan 19). Implementing Smart Factory of Industrie 4.0: An Outlook, <http://journals.sagepub.com/doi/full/10.1155/2016/3159805>, 05.01.2018.
68. WEF (2016). Future of Jobs Report: Employment, Skills and Workforce Strategy for the Fourth Industrial Revolution, Global Challenge Insight Report.
69. YAZICI, E. ve DÜZKAYA, H. (2016). “Endüstri Devriminde Dördüncü Dalga ve Eğitim: Türkiye Dördüncü Dalga Endüstri Devrimine Hazır mı?”, Eğitim ve İnsani Bilimler Dergisi: Teori ve Uygulama,7(13): 49-88.

ENDÜSTRİ 4.0'IN ÖZEL, KAMU VE KOOPERATİF SEKTÖRLERİNE ETKİSİ

THE IMPACT OF INDUSTRY 4.0 ON PRIVATE, PUBLIC AND COOPERATIVE SECTORS

Nilüfer SERİNİKLİ*

* Dr. Öğr. Üyesi, Trakya Üniversitesi, Uzunköprü Uygulamalı Bilimler Yüksekokulu, İşletme Bilgi Yönetimi,
nserinikli@hotmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-1075-2252>

ÖZ

Endüstri 4.0 birden bire ortaya çıkan bir süreç olmayıp, Endüstri 3.0'daki gelişmeler ve ilerlemeler sonucunda ortaya çıkmıştır. Endüstri 4.0 insan gücüne gereksinim duymayan, kendi başına faaliyette bulunan, kendi kendini denetleyen, kendi kendini iyileştiren ve birbirleriyle sürekli iletişim ve koordinasyon halinde olan makine ve üretim sistemlerinin üretim ve dağıtım faaliyetlerini gerçekleştirmesine dayanmaktadır. Bu sistemin bileşenleri olan bulut teknolojileri, nesnelerin interneti, yapay zeka, siber –fiziksel sistemler ve akıllı fabrikaların üretime sokulması ile işletmeler (kamu, özel ve kooperatif işletmeleri) bir çok avantaj elde edeceklerdir. Bu avantajlar; işletmelerin maliyetlerinin azalması ve bunun sonucunda ürünlerin ve hizmetlerin fiyatlarının düşmesi, her defasında hatasız üretim, kıt kaynakların etkin ve verimli kullanılması, daha kaliteli, daha hızlı ve çevre dostu üretim, ürün hayat evrelerinin kısılması gibi avantajlardır. Böylece işletmelerin karlılık oranlarında artış sağlanacak ve küresel rekabette bir adım öne geçeceklerdir. Ayrıca, kamu sektörü açısından topluma verilen hizmet kalitesinin artması ile toplum memnuniyetinin artması, devlet harcamalarının azalması, gereksiz personel alımlarının önüne geçilmesi gibi imkanlar da sağlanabilecektir.

Anahtar Kelime: Endüstri 4.0, özel sektör işletmeleri, kamu sektör işletmeleri ve kooperatif sektör işletmeleri.

Jel Kodlar: O14, L20, H00, Q13

ABSTRACT

Industry 4.0 is not a process that emerged suddenly, contrariwise, it has emerged as a result of developments and progress in Industry 3.0. Industry 4.0 is based on the production and distribution of machinery and production systems that do not need manpower, operate on its own, has self-control, has the ability of self-development and continuously communicating and coordinating with each other. Businesses (public, private and cooperative enterprises) will gain numerous advantages after cloud technologies, the internet of objects, artificial intelligence, cyber-physical systems, and smart factories, which are the components of this system, are started to be produced. These are advantages such as the reduction of the costs in the enterprises, and consequently the decrease of the prices of the products and services, the error-free production, efficient and effective use of scarce resources, better quality, faster and environment-friendly production and shortening of the product life cycles. Thus, the profitability of enterprises will be increased and they will take a step forward in the global competition. In addition, with the increase in the quality of service provided to the public in terms of public sector, it will be possible to increase the satisfaction in the society, to decrease the state expenditures and to prevent unnecessary personnel employment.

Keywords: Industry 4.0, private sector enterprises, public sector enterprises and cooperative sector enterprises.

Jel Codes: O14, L20, H00, Q13.

1. GİRİŞ

Küreselleşme sonucunda yaşanan teknolojik, ekonomik ve çevresel gelişmeler kamu, özel ve kooperatif sektörlerin bu gelişmelere uyum sağlamasını zorunlu kılmıştır (Aydemir, 2018: 254). İşletmelerin (kamu, özel ve kooperatif işletmeler) küresel rekabette ayakta kalabilmeleri ve varlıklarını uzun süre sürdürebilmeleri için, yeni gelişmelere uyum sağlamları gerekmektedir. Bu yeni gelişmelerden en önemlisi Dördüncü Sanayi Devrimi olarak adlandırılan “Endüstri 4.0”dır.

Endüstri 4.0 süreci, üretim ve tüketim ilişkilerini tümüyle değiştirecek bir yapıyı ifade etmektedir. Bir yandan tüketicinin değişen ihtiyaçlarına anlık olarak cevap verebilen üretim sistemleri, diğer taraftan ise birbirleriyle sürekli iletişim ve koordinasyon halinde olan otomasyon sistemleri yeni dönemin karakteristik yapısını oluşturmaktadır (Alçın, 2016: 20). Dolayısıyla, Endüstri 4.0 süreci kendi ekonomisini yaratan ve yerleşmiş değer zincirlerini temelden değiştiren bir süreci ifade etmektedir. Bu yeni süreçte verimlilik artışı, daha yüksek katma değer, sıfır stoklu üretim, maliyetlerin azalması, daha kaliteli, daha hızlı ve çevre dostu üretim, bireysel üretim ve müşteri memnuniyeti ve nitelikli insan gücüne olan ihtiyacın artması gerçekleşecektir (Tüsiad Raporu, 2016: 13).

Endüstri 4.0’ın amacı, üretim süreçlerindeki tüm birimlerin birbirleriyle iletişim kurabilmesini, büyük verilere gerçek zamanlı olarak ulaşılabilmesini ve beklentileri en iyi karşılayacak çıktılarını elde edilmesini sağlamaktır (Soylu, 2018: 44).

Endüstri 4.0 sürecinde yaşanan gelişmeler, daha çok imalat sanayinde önemli bir etkiye sahiptir (Stock ve Seliger, 2016: 537). Süreç, her ne kadar üretim odaklı olarak ortaya çıkmışsa da, muhtemel etkileri sadece bu alanda değil, dijitalleşme ve onun desteklediği sistemler sayesinde üretimden pazarlamaya kadar tüm işletme fonksiyonlarını etkileyeceği beklenmektedir. Ayrıca, bu süreç sadece işletmeleri değil, bunun dışında büyüme,

istihdam, eğitim, yatırım ortamı gibi çok daha geniş bir alanı etkileyeceği gözükmektedir (Soylu, 2018: 44).

Bu araştırmanın amacı, Endüstri 4.0’ın Türkiye’deki sektörler (kamu, özel ve kooperatif sektörleri) etkisinin ve bu süreçte girmeleri ile elde edebilecekleri fırsat ve tehditlerin neler olabileceğini ortaya koymaktır. Literatürde, Endüstri 4.0’ın özel sektöre etkilerini inceleyen çalışmalara (Banger, 2018; Davutoğlu, Akgül ve Yıldız, 2017; Öztürk ve Koç, 2017; Slusarczyk, 2018; Soylu, 2018; Toker, 2018) rastlanmıştır. Ancak, Endüstri 4.0’ın kamu sektörüne etkisini inceleyen sadece bir çalışmaya (Sayar ve Yüksel, 2018) rastlanırken, kooperatif sektörü üzerine etkisini araştıran bir çalışmaya rastlanmamıştır. Ayrıca, Endüstri 4.0’ın üç sektör üzerine etkisini ve bu süreçte karşılaşacakları fırsat ve tehditlerin neler olabileceğini inceleyen bir çalışmaya rastlanmamıştır. Bu nedenlerden dolayı bu çalışma özgün bir çalışmadır. Bu çalışmadan elde edilen sonuçların gelecek çalışmalara katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

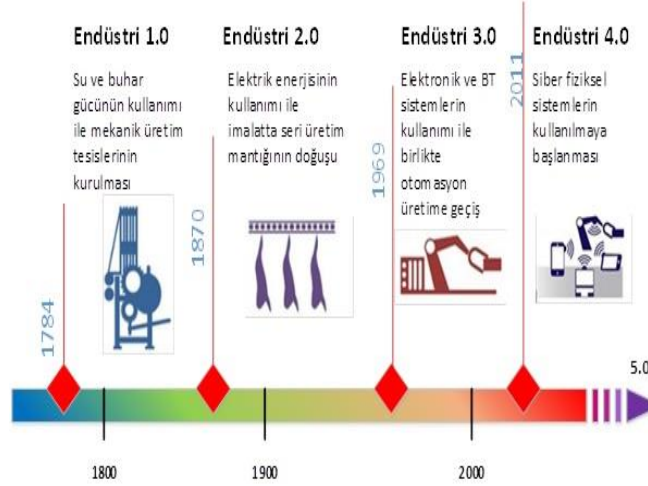
2. ENDÜSTRİ 4.0 DEVRİMİNİN TARİHİ GELİŞİMİ

Milattan önce 10.000 yılına kadar insanlar hayatlarını sürdürebilmek için avcılık ve toplayıcılık yapmışlardır. Bu dönemden sonra yerleşik hayata geçerek tarım ve hayvancılıkla uğraşmaya başlamışlardır. Bu durum “Tarım Devriminin” başlamasına neden olmuştur (Özkan, Al ve Yavuz, 2018: 4). Tarım devrimi ile tüketen toplumlar üreten toplumlar haline dönüşmüş, nüfus artışı hızlanmış, şehir hayatına geçilmiş, sanat ve mimari alanlarında gelişmeler yaşanmış, özel mülkiyet anlayışı ortaya çıkmış ve yönetim biçimleri gelişmiştir (Özsoylu, 2017: 42). Tarım devrimini “Sanayi Devrimi” takip etmiştir.

Önemli teknolojik gelişmeler Sanayi Devrimlerini tetiklemiştir. Sanayi

devrimleri, hem örgütün hem de üretimin gelmesine neden olmuştur (Slusarczyk, 2018: 235).

Şekil 1: Sanayi Devriminin Aşamaları



18. Yüzyılın ortalarından sonra buhar makinesinin keşfi ile “Birinci Sanayi Devrimi” başlamıştır. İlk olarak, İngiltere’de ortaya çıkan devrim daha sonra batı Avrupa’ya, Kuzey Amerika’ya ve ardından tüm dünyaya yayılmıştır (Davutoğlu vd., 2017: 544). İngiltere’de başlayan bu büyük devrim bir yandan buhar ve su gücü ile çalışan makinaların dokuma tezgâhlarında kullanılması, diğer yandan da demiryollarının inşası ile birlikte ülkeler için mekanik üretim başlamıştır. Böylece, hem küçük atölyelerin yerini fabrikaların alması hem de üretimin makinalar sayesinde daha kolay ve seri hale gelmesine neden olmuştur (Özkan vd., 2018: 5). Birinci sanayi devrimi olarak adlandırılan Endüstri 1.0 ile insan emeğinin yerine makinalar geçmiş, madenlerin ve metallerin kullanımı artmış ve ulaştırma alanında gelişmeler yaşanmıştır (Davutoğlu vd., 2017: 547).

Endüstri 1.0 süreci, bir sonraki süreç olan Endüstri 2.0 sürecinin temelini oluşturmuştur. İkinci sanayi devrimi olarak adlandırılan, Endüstri 2.0 sürecinde gerçekleştirilen her biri keşif veya icatların kaynağını Endüstri 1.0 sürecinde yapılan

çalışmalardan almaktadır (Görçün, 2017: 35).

19. yüzyılın ortalarında üretimde elektriğin kullanılması ve elektrik gücünün montaj hatlarını yönlendirmesi ile “İkinci Sanayi Devrimi” başlamıştır. Üretimde elektrik enerjisinin kullanılmasıyla ilk kez Henry Ford’un geliştirdiği ve otomotiv sektöründe uyguladığı bant tipi üretim tarzına geçilmiştir. Böylece üretim hacmi artmış ve üretimin artması ile maliyetler ve fiyatlar düşmeye başlamıştır (Özkan vd., 2018: 5).

İkinci sanayi devriminde elektrik enerjisinin kullanımının yanı sıra telgraf, telefon, radyo, daktilo gibi iletişim araçlarının gelişmesi iletişimin daha hızlı ve etkin bir şekilde gerçekleşmesine neden olmuştur. Böylece insanlar arasındaki uzak mesafeler azalmıştır (Pamuk ve Soysal, 2018: 42).

İkinci sanayi devrimini “Üçüncü Sanayi Devrimi” takip etmiştir. Üçüncü sanayi devrimi olarak adlandırılan Endüstri 3.0 süreci, üretimde programlanabilir makinelerin kullanılmasıyla ortaya çıkmıştır (Davutoğlu vd., 2017: 547).

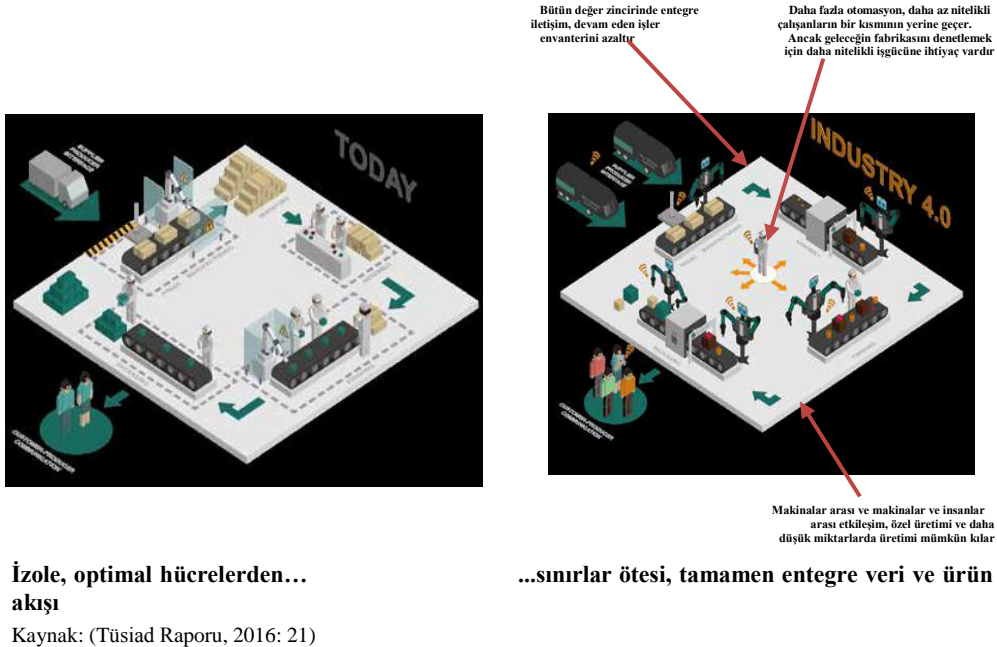
Endüstri 3.0 sürecinde bilgisayar kullanımı, internetin yaygınlaşması ile iletişim alanında yaşanan gelişmeler ve ulaşım alanında yaşanan teknolojik gelişmeler üretiminde olumlu sonuçlara neden olmuştur. Üretim süreçlerinde bilgisayar ve iletişim teknolojilerinin kullanılması çok daha küçük, mekanik ve pratik ürünlerin gündelik yaşama girmesine neden olmuştur. Böylece beden gücüne duyulan gereksinim ortadan kalkmış ve tüketicilerin memnuniyetine önem veren işletmecilik anlayışı ortaya çıkmıştır. Endüstri 3.0 sürecinde yaşanan gelişmeler ve ilerlemeler “Dördüncü Sanayi Devrimi” olarak adlandırılan, Endüstri 4.0 sürecine temel teşkil etmiştir (Görçün, 2017: 141).

21. yüzyılın başlarında bir yandan bilişim ve iletişim alanındaki teknolojik gelişmeler internetin yaygın kullanımını sağlarken, diğer yandan da yazılım alanındaki gelişmeler akıllı sistemlerin gelişmesini sağlamıştır. Bu yeni süreçte ortaya çıkan fiziksel ve dijital sistemlerin aralarında bağlantı kurarak üretim süreçlerini insansız biçimde gerçekleştirebilen yeni üretim

sistemlerinin ortaya çıkması Dördüncü Sanayi Devriminin başlamasına neden olmuştur (Soylu, 2018: 45).

Şekil 2’de geleneksel üretim modellerinin Endüstri 4.0 ile değişimini göstermektedir. Şekilden de görüldüğü gibi, bugünün çoğu fabrikasında üretimin her aşamasında çalışan personelin yerini, Endüstri 4.0 sürecinde akıllı makinelerin alacağını göstermektedir. Yapısal değişiklikler sayesinde, üretimde verimliliğin artmasına, maliyetlerin düşmesine, üretim hızının artmasına neden olurken, beraberinde işgücü profillerinde değişim yaşanacaktır. Daha fazla otomasyon ile daha az niteliklere sahip çalışanlar işsiz kalırken, geleceğin fabrikalarını yöneten ve denetleyen nitelikli işgücüne ihtiyaç duyulacaktır (Tüsiad Raporu, 2016: 21).

Şekil 2: Geleneksel Üretim Modellerinin Sanayi 4.0 ile Değişimi



3. ENDÜSTRİ 4.0 SÜRECİ

Endüstri 4.0 tedarik, üretim ve tüketim süreçlerini büyük ölçüde dönüştüren bir süreçtir. Bu süreç kendisinden önce yaşanmış üç süreç gibi ekonomik, siyasi ya da sosyal bir patlama sonucu ortaya çıkmamış, Endüstri 3.0 sürecinde elde edilen gelişmeler ve ilerlemeler sonucunda ortaya çıkmıştır. Endüstri 4.0 süreci, ilk olarak 2011 yılında düzenlenen Hannover fuarında ortaya atılan bir yaklaşım olarak doğmuştur. Bu fuar, Endüstri 4.0 sürecinin başlangıcı olarak kabul edilebilir. Bu süreç, özünde insan gücüne gereksinim duymayan, kendi kendine otonom olarak faaliyet gösteren makineler ve üretim sistemlerine odaklanmaktadır (Görçün, 2017: 141).

Endüstri 4.0 süreci, mühendislik, planlama, üretim, operasyonel ve lojistik süreçlerinde yüksek kalite standartları ile daha fazla esneklik ve sağlamlık sağlayan ve maliyet, kullanılabilirlik ve kaynak tüketimini optimize edilebilen dinamik, gerçek zamanlı, kendi kendini organize eden değer zincirlerinin oluşmasını ifade etmektedir (Acatech, 2013: 21).

Endüstri 4.0, fiziksel ve sanal dünyayı birleştirmeyi amaçlamaktadır. Bu süreçte insan faktörü hala önemini korunmakta olup, katı ve merkezi fabrika kontrol sistemlerinden akılcı sistemlere doğru bir geçiş ifade etmektedir (Ramanathan, 2014: 28). Bunun yanı sıra, bugünün ürünlerini ortaya çıkaran makineler yerine Endüstri 4.0'da üreticiler tüketicilerin istek ve ihtiyaçlarına hızlı bir şekilde yanıt verebilmek için, fabrikaların ve makinelerin otomasyonuna yönelmektedirler. Günümüzde Çin ve Japonya'da üretim, robotlar ile gerçekleştirilmektedir. Ancak, Endüstri 4.0 sürecinde daha ileri düzey robot teknolojilerinden yararlanılacak ve robotlar sensörleri aracılığıyla kablosuz ağlar üzerinden birbirleriyle iletişime geçebileceklerdir (Alçın, 2016: 22).

Endüstri 4.0 sadece üretim alanında değil, genetik alanından bilgi işlem teknolojilerine kadar her türlü bilimsel alanı

etkileyebilecek ve tüm alanlarda aynı anda ilerlemeler gösterebilecek bir süreci ifade etmektedir (Bulut ve Akçacı, 2017: 54). Endüstri 4.0'da işletmelerin maliyetleri azalacak ve bu durum bir yandan Uzak Doğu Asya ülkeleri ile gelişmekte olan piyasalar açısından kayba yol açarken, diğer yandan rekabet avantajını yitirmiş gelişmiş piyasa ekonomilerinin (ABD, Almanya, Japonya gibi ülkeler) yeniden ön plana çıkmasını sağlayabilecektir (Alçın, 2016: 22). Maliyetlerin azaltılmasının yanı sıra, üretim süreçlerinde insan faktörünün olabildiğince dışında kalması ile insan kaynakları ile yapılan hataların azalmasına, ürünlerde standardizasyonun ve müşteri memnuniyetinin sağlanmasına ve enerji kaynaklarının verimli bir şekilde kullanılmasına neden olabilecektir (Görçün, 2017: 142). Ayrıca, insan faktörünün yerine robot işçilerin kullanılması özellikle petrol, enerji, atık su, madencilik ve metal gibi zorlu çalışma koşulları olan endüstrilerde, istikrarlı bir üretim ve insan işçiler için daha güvenli bir çalışma ortamı yaratılabilecektir (Ramanathan, 2014: 26).

Sonuç olarak, küreselleşen dünyada üretim maliyetlerinin azalması, piyasalarda rekabet üstünlüğünün sağlanması, kalifiye olmayan işgücüne olan bağımlılığın azalması, piyasaya hızlı ve hatasız ürünlerin arz edilebilmesi, kıt kaynakların daha verimli bir şekilde kullanılabilmesi Endüstri 4.0 sürecinin temel çıkış noktalarını oluşturmaktadır (Pamuk ve Soysal, 2018: 5).

3.1. Endüstri 4.0 Sürecinin Bileşenleri

Siber-fiziksel sistemler, akıllı robotlar, büyük veri, nesnelerin interneti, bulut teknolojileri, siber güvenlik, akıllı fabrikalar, 3D yazılım teknolojileri gibi bileşenler Endüstri 4.0 sürecinin başlamasını ve yükselişini sağlamaktadır (Bettiol, Capestro ve Maria, 2017: 2). Endüstri 4.0 sürecinden beklentinin en üst düzeyde karşılanması için, bu bileşenlerin birbirleriyle uyumlarının ve aralarındaki entegrasyonun en üst düzeyde olması gerekmektedir (Görçün, 2017: 146). Endüstri 4.0 sürecinin ana amacı, kendi

kendini yönetebilen üretim süreçlerinin olduğu akıllı fabrikaların hayata geçirilmesidir. Akıllı fabrikaların hayata geçirilmesi ise “siber-fiziksel sistem” ve “nesnelerin interneti” ile mümkün olabilmektedir. Ayrıca, Endüstri 4.0 bünyesinde bulunan 3D yazılım teknolojileri, bilgisayar ortamında üretilen ürünleri elle tutulabilir gerçek nesnelere dönüştürmektedir (Soylu, 2018: 46). Endüstri 4.0’da kullanılan yazılım ve dijital teknolojiler yeni üretilmiş teknolojiler değildir. Bu teknolojiler, sanayi toplumundan bilgi toplumuna geçiş süreci olan Endüstri 3.0’ın ürünüdürler. Ancak, yazılım ve dijital teknolojiler Endüstri 3.0 dönemine göre daha fazla gelişmiştir (Aydemir, 2018: 254). Bu nedenle, Endüstri 4.0’ı anlayabilmek için onu oluşturan bileşenlerin ne olduğunu bilmek gerekmektedir. Bu bileşenleri şöyle sıralayabiliriz;

Siber-Fiziksel Sistemler; Siber-fiziksel sistemler sensörler ve aktüatörler yardımıyla fiziksel dünyayı sanal bilgi işlem dünyasına bağlayan sistemler olarak tanımlanmaktadır (www.endustri40.com/siber-fiziksel-sistemler, 28-09-2018). Bu sistemler iletişimi, fiziksel süreçleri ve sistemleri yönetmek ve izlemek için enformasyon teknolojileri olan bilgisayar, yazılım ve ağlardan yararlanmaktadır. Siber-fiziksel sistemler internet ile bağlantılı bir sistem olduğundan, fiziksel dünyadaki verileri internet yoluyla toplamakta ve küresel olarak nesnelerin etkileşimini içermektedir (Alçın, 2016: 23). Siber-fiziksel sistemler iki önemli bileşenden oluşmaktadır. Birincisi birbirleriyle internet üzerinden, belirli olan internet adresleri ile iletişim kuran nesne ve sistemlerin olduğu ağdır. Örneğin, akıllı telefonlardaki internet bağlantısı ile çeşitli içeriklere ulaşılması veya başka akıllı telefonlarla ilgili farklı platformlar üzerinden iletişim kurulması gibi. İkincisi gerçek dünyadaki nesnelerin ve davranışlarının bilgisayar ortamında simülasyonu ile oluşturulmuş sanal ortamdır (Demirkaya, 2017). Birincisi gerçek dünyada fiziksel sistemi, ikincisi

bilgisayar ortamındaki siber sistemi ifade etmekte olup, her iki sistemde birbirleriyle paralel ve uyumlu olarak işlemektedir. Fiziksel sistem, gerçek ortamda çalışmasını sürdürürken sürecin bir sanal kopyası da bilişim ortamında gerçekleşmektedir. Fiziksel sistem daha kurulmadan üretim hattı simülasyonu bilgisayar ortamında kurulup işletilebilir (Banger, 2017: 47). Örneğin bir fabrika fiziksel olarak kurulmadan önce fabrika simülasyon yoluyla kuruluşun fizibilite çalışması bir simülasyon üzerinden gerçekleştirilebilir (www.endustri40.com/siber-fiziksel-sistemler, 28-09-2018)

Bu sistemlerin işlevsel olabilmesi, gerçek zamanlı verilerin elde edilmesine bağlıdır. Gerçek zamanlı veriler siber-fiziksel sistemlerde işlenerek gereksinimlerle anlık olarak eşleştirilmektedir. Ayrıca optimizasyon ilkeleri çerçevesinde en yüksek faydayı sağlayan makro ve mikro ölçekli çözümler belirlenip uygulanabilmektedir. Bu yönüyle bu sistemler sayesinde bir yandan endüstrilerin esneklik düzeyleri artırılabilen, diğer yandan da değişken müşteri istek ve beklentilerine en iyi şekilde cevap verilebilmektedir (Görçün, 2017: 141).

Siber-fiziksel sistemler hızla büyüyen bir alan olup, havacılık, otomotiv mühendisliği, sivil altyapı, enerji, sağlık hizmetleri, üretim, ulaşım, eğlence ve tüketici cihazları ve cihazlarındaki uygulamalarla birlikte çok sayıda uygulamalı mühendislik alanlarında kullanılmaktadır. Bunun yanında akıllı evlerde, akıllı şehirlerde ve akıllı ofisler gibi alanlarda da kullanılmaktadır (Stojmenovic ve Zhang, 2015: 1). Dolayısıyla, siber fiziksel sistemler sadece üretimde değil, bunun yanı sıra ar-ge, tasarım ve pazarlama süreçlerinde de rol oynamaktadır (www.endustri40.com/siber-fiziksel-sistemler, 28-09-2018).

Bulut Teknolojileri; Bulut Bilişim, “bilgisayarlar ve diğer benzeri cihazlar için istendiği zaman kullanılabilen ve kullanıcılar arasında paylaşılan bilgisayar kaynakları sağlayan, internet tabanlı bilişim hizmetlerine verilen genel isimdir” (Banger,

2017: 43). Bulut bilişim donanım kaynaklı problemlerin bulunmaması, gelişmiş hesaplama gücüne sahip olması, yüksek erişilebilirlik imkanı sunması, bellek ve disk değişikliği gerektirmeyen geniş depolama alanlarına sahip olması ve doğa dostu (elektrik ve tasarrufu) olması gibi özelliklere sahiptir (Henkoğlu ve Külcü, 2103: 64).

Bulut teknolojileri sayesinde, kullanıcılar işletmenin büyük veri yığınlarını ve analiz yazılımlarını tesis içindeki bilgisayarlarda ya da veri merkezlerinde tutmak yerine, bilgisayarlar aracılığıyla internet üzerinden istedikleri anda kullanabilme imkânına sahiptirler. Böylece, kullanıcılar istenilen her türlü bilgiye her yerden ve her türlü bilgi iletişim cihazlarını kullanarak ulaşılabilirler (Siemens, 2014: 12). İşletmeler açısından doğru verilerin tutulması oldukça önemli olup, bu verilerin bulut bilişim teknolojileri sayesinde istenilen anda ve istenilen yerde internet üzerinden ulaşılabilir olması özel, kamu ve kooperatif işletmeleri açısından oldukça önemlidir.

Nesnelerin İnterneti; Nesnelerin interneti “benzersiz bir şekilde adreslenebilir nesnelerin kendi aralarında oluşturduğu dünya çapında yaygın bir ağ ve bu ağdaki nesnelerin belirli bir protokol ile birbirleriyle iletişim içinde olmalarıdır” olarak tanımlanmaktadır (Görçün, 2017: 147). Nesnelerin interneti, akıllı nesnelere birbirine bağlayarak, veri üretimi ve paylaşımı yapan bir sistemdir (Doysuk ve Tiftik, 2017: 139). Nesnelerin interneti bir hareket veya bir sürecin meydana gelmesi ile başlar. Dolayısıyla, nesnelerin interneti sistemde tanımlanmış bir durumun meydana gelmesi ile bu duruma ilişkin verilerin bir hareketi başlatmasıdır. Akıllı nesnelerin duyarlılık gösterdiği bu hareketler sensörler ve akıllı etiketler vasıtasıyla sisteme iletilmekte, sistem bu durumlara ilişkin tanımlanmış davranış göstermeleri için makine ve ekipmanlara çeşitli komutlar göndermektedir (Görçün, 2017: 148). Buna göre, akıllı fabrikada makine ve robotlar üretim sürecini anlık olarak yönetebilecekler ve üretim sürecinde

yaşanan herhangi bir olumsuzluk durumunda yine makineler ve robotlar tarafından üretim otomatik olarak durdurabilecektir. Böylece, akıllı fabrikalarda üretim ve üretim süreci yönetimi pratik hale gelebilecektir (EBSO, 2015: 19). Nesnelerin interneti sayesinde, işletmelerin daha ürünü piyasaya arz etmeden önce tüketicilerin talep, beklenti ve tutumlarına ilişkin veriler elde edebilecek ve üretim buna göre gerçekleşebilecektir. Böylece üretimde meydana gelebilecek hata olasılıkları düşmüş olabilecektir (Görçün, 2017: 150). Ayrıca, nesnelerin interneti sayesinde, ürünler de kendileri hakkında ki verileri sisteme gönderebilecektir. Örneğin bir ürün kendine ait verileri internet üzerinden üretimde bulunan makinelere doğrudan göndererek, makinelerin otonom olarak üretime geçmesini sağlayabilecektir. Ayrıca, nesnelerin interneti işletme içerisindeki enerji kullanımı ve enerji maliyetlerinin azalmasını (Görçün, 2017: 157), tedarik zincirinin daha akıllı hale gelebilmesini, daha az insan unsuruna ihtiyacın olmasını sağlayacaktır. Böylece işletmelerin gelir ve kârlarında artış yaşanabilecektir (EBSO, 2015: 19).

Akıllı Fabrikalar; Küresel rekabetin hızla arttığı günümüzde akıllı fabrikalarla üretim yapmak bir zorunluk haline gelmiştir (Doysuk ve Tiftik, 2017: 131). Siber-fiziksel sistemlerin üretim sistemlerine yerleştirilmesi ile “akıllı fabrikanın” doğmasına neden olmuştur (Soylu, 2018: 46). Akıllı fabrika, karmaşık üretim süreçlerini hızlı ve sorunsuz bir şekilde yöneten, otonom robotlarla üretimi gerçekleştiren, hatasız ve kişiye özel ürünlerin üretimini gerçekleştiren, ileri teknolojiyi kullanan fabrikalar olarak tanımlanmaktadır. Akıllı fabrikalarda insanlar, kaynaklar, otonom robotlar, basit sensörler ile donatılmış makineler internet üzerinden birbirleriyle etkileşim ve iletişim içerisinde dirler (Davutoğlu vd., 2017: 554). Akıllı fabrikalar sayesinde önemli oranda kalite artışları, maliyetlerin azalması, insan gücünden kaynaklanan hatalı imalatın azalması, nitelikli insan kaynaklarının verimliliğinin artması, zaman

ve kaynak tasarrufu, yeni pazar fırsatları gibi işletmelere büyük avantajlar sağlayacaktır. Ancak, robotlarla üretime geçilmesiyle özellikle niteliksiz çalışanlarda işsizlik olgusu ortaya çıkacaktır (Doyduk ve Tiftik, 2017: 131). Örneğin; Çin’de cep telefonu modülü üreten ilk akıllı fabrikada robotların kullanılmasıyla işçi sayısında %90 azalma görülürken, kusurlu ürünlerin oluşma oranı ise % 25’den % 5’e kadar düşüşü göstermiştir (Yıldız, 2018: 554). Bu durum işletmeler açısından olumlu bir durum iken, çalışanlar açısından olumsuz bir durumu göstermektedir.

Büyük Veri; Büyük Veri “toplumsal medya paylaşımları, ağ günlükleri, blog, fotoğraf, video, log dosyaları vb. değişik kaynaklardan toparlanan tüm verinin, anlamlı ve işlenebilir biçime dönüştürülmüş biçimi” olarak tanımlanmaktadır (EBSO, 2015: 19). Büyük veriler; internet sunucularının logları, internet istatistikleri, kameralar, sosyal medya yayınları, bloglar, mikrobloglar, iklim algılayıcıları, GSM operatörleri, nesnelerin interneti teknolojileri gibi bilgi teknolojileri ile gerçek zamanlı olarak elde edilmektedir. Farklı alanlardan gelen büyük veriler doğru analiz teknikleri ile yorumlandığında, işletmelerin stratejik karar almalarına, risklerini daha iyi yönetmelerine ve inovasyon yapmalarına imkân vermektedir. Bunların yanı sıra, büyük verilerin doğru tekniklerle analiz edilip yorumlanması, bir taraftan üretim kalitesini artırırken, diğer yandan da enerji tasarrufu sağlayarak ve ekipman bakımını kolaylaştırarak maliyetleri düşürmektedir (Soylu, 2018: 47).

Siber Güvenlik; Sanal ortamlar, uzaktan erişim imkânları, bulut üzerinde saklanan veriler sağlıklı ve doğru bir şekilde aktarılabilmesi, söz konusu ortamlarda güvenliğin de maksimum düzeye çıkarılması gerekmektedir. Çünkü bilgiler ve özellikle de işletmelere ait verilerin güvenliği hem işletmeler açısından hem de endüstriler açısından kritik bir öneme sahiptir. Üretimde optimizasyonun temeli üretimdeki her bir noktanın birbiriyle güvenli bir şekilde iletişim kurabilmesi ve

farklı işletmelerin birbirleriyle etkileşime girebilmesine bağlıdır. Küresel rekabetin yoğun olarak yaşandığı alanlarda aktarılan verilerin güvenliğinin sağlanması hayati öneme sahiptir. Endüstri 4.0 ortamında verilere erişimin sadece yetkili kişilere açık olması, veri kaynaklarının ve bütünlüğünün doğrulamasının yapılabilmesi gerekmektedir. Böylece, işletmeler bilgi birikimlerini ve verilerini koruma altına alarak, veri kaybı ve bilgi güvenliğinin tehdit altına girmesi gibi sorunlarla karşılaşmamış olacaklardır (Siemens, 2014: 11).

Otonom Robotlar; Otonom robot kavramı “içerdiği gömülü bilişim donanımı ve yazılımı nedeniyle yapay zeka uygulamaları gerçekleştirebilen, karar seçenekleri üretebilen, bunlardan uygun olanı eyleme dönüştürebilen, çevreden veri toplayan, başka akıllı ve bağlantılı nesnelere iletişim kurabilen makine” olarak tanımlanmaktadır (Banger, 2017: 45). Akıllı robotlar diğer cihazlarla, makinelerle, malzemelerle ve diğer üretim bileşenleriyle etkileşime geçerek işletmelerin üretkenliklerinde ve verimliliklerinde artış sağlayabileceklerdir (Bulut ve Akçacı, 2017: 58). Geleneksel üretim bandında hareket eden malzemeler, akıllı robotlar tarafından sensörler aracılığıyla tanımlanmakta ve nasıl bir işlemden geçmeleri gerektiği izlenmektedir. Böylece ürünlerin sıfır hatayla üretilmesi sağlanmaktadır. Daha sonra, birbirleriyle bağlantılı ve birbirleriyle iletişim kuran makineler tarafından ürünün kalite kontrolü yapılacak ve üretim sürecinde olası hatalar daha hızlı belirlenebilecektir (Soylu, 2018: 47).

Otonom robotlar bir bilgisayar programı (yazılımla) ile ya da bir operatörün kontrolünde yönetilmekte, insan gücü (bazen daha da ötesini) yerine ikame edilebilmekte, gereksiz güç kaybını önlemekte ve zamandan tasarruf etmektedir. Akıllı robotların insan gücü yerine ikame edilmesi, robotların tamamen insan gücünün yerine geçebilecekleri anlamına gelmemektedir (Özsoylu, 2017: 53). Akıllı fabrikalarda robotlarla birlikte çalışacak olan insan işgücü, çalışılacak işin

özelliklerine göre yükseköğrenim görmüş, özel yeteneklere sahip kalifiye elemanlar olup, akıllı robotları yönetebilecek kişiler olacaktır. Kalifiye olmayan iş gücü ise ya başka alanlarda değerlendirilebilecek ya da işsiz kalacaklardır. Günümüzde robotlar daha çok endüstriyel üretimde ve özellikle de otomotiv endüstrisinde çok fazla kullanılmaktadır (Bulut ve Akçacı, 2017: 58). Uluslararası Robotik Federasyonu (IFR) tarafından açıklanan bilgilere göre, 2018 yılında 1,3 milyon endüstriyel robot üretimde kullanılmıştır. Bu artış ilerleyen yıllarda da devam ederse World Economic Forum tarafından açıklanan bilgilere göre 2020'de net 5 milyon iş kaybı yaşanacaktır. Özellikle üretim ve montaj fabrikalarının çok yoğun olduğu ülkelerde bu durum daha da fazla olabilecektir (www.webrazzi.com/robot-isciler-en-cok-hangi-ulkelerde-calisacak, 20-09-2018).

Dikey ve Yatay Sistem Entegrasyonu; Dikey Entegrasyon “tüm süreçlerde kullanılan teknolojik altyapıda kesintisiz bir iletişim ve akış sağlamak” anlamına gelmektedir. Yatay Entegrasyon ise, hem işletmenin üretim ve planlama süreçlerindeki her bir aşamanın kendi arasında, hem de farklı işletmelerin üretim ve planlama süreçlerindeki aşamalarla arasında kesintisiz bir akışın sağlanmasına denir. Yatay entegrasyon; ham madde tedarikinden ürünün sevkiyatına kadar her bir aşamayı kapsamaktadır. Farklı işletmeler arasında kurulan yatay entegrasyon yeni iş modellerinin geliştirilmesine de olanak tanımaktadır. İşletmeler tarafından yatay ve dikey entegrasyonun gerçekleştirilmesi, tedarik zincirinde optimizasyonun sağlanması, üretim süreçlerindeki değişikliklere ve sorunlara hızlı bir şekilde karşılık verilebilmesi, müşteriye yönelik özel ve kişiselleştirilmiş üretimin kolaylaşması, kaynak verimliliğinin artırılabilmesi ve işletmelerin esnek bir yapıya kavuşması gibi avantajlar sağlamaktadır (Siemens, 2014: 12).

3 (D) Boyutlu Yazıcılar; Bu yazıcılar üç boyutlu bilgisayar verilerini fiziksel nesnelere dönüştüren makinelerdir. Bu tür

yazıcılar baskı ve yüzey iyileştirmelerde kullanılmakta olup, genetik ve bilişim teknolojileri, tıp, sanayi ve gıda gibi endüstrilerde de kullanılmaktadır (Davutoğlu vd., 2017: 554). Örneğin; plastik, silikon, gıda, cam gibi bazı maddeleri yazdırıp, moda tasarımı, tıp, diş hekimliği, mücevherat, otomotiv yedek parça gibi farklı endüstrilerde de üretim yapmak için kullanılabilirler. Bu üretimler insan gücüne gereksinim duymadan gerçekleştirilmektedir (Akben ve Avşar, 2018: 31). Üç boyutlu yazıcılar esnek, düşük maliyetli ve stoksuz üretim sistemlerini desteklemektedir (Soylu, 2018: 46).

Sanal Gerçeklik; Sanal gerçeklik, “katılımcılarına gerçekmiş hissi veren, bilgisayarlar tarafından yaratılan dinamik bir ortamla karşılıklı iletişim olanağı tanıyan, üç boyutlu bir benzetim modelidir”. Sanal gerçeklik endüstriyel üretimdeki planlama, tasarım, üretim, servis, bakım, test ve kalite kontrolü gibi her durumda sanal ortamlardan yararlanılabilmektedir. Örneğin; bir fabrika gerçek anlamda kurulmadan önce sanal ortamda kuruluyor, çalıştırıyor ve analiz ediliyor, olumlu sonuçlar alındıktan sonra fabrikanın gerçek anlamda kurulmasına geçiliyor. Sanal gerçeklik sadece fabrika kurulumunda değil, bunun yanında üretim süreçleri ya da makineler için de kullanılabilir (Soylu, 2018: 48). Özellikle, işe yeni başlayan girişimciler tarafından kurulacak bir işletmenin önceden bilgisayarlarda tasarlanıp, daha sonra olumlu sonuçlar alındığında kuruluma geçilmesi, girişimcilerin başlangıç sermayelerini çöpe atmamaları açısından oldukça önemlidir. Bu durum özellikle dezavantajlı grubu oluşturan kadın girişimciler açısından daha da önemli hale gelmektedir.

4. ENDÜSTRİ 4.0 SÜRECİNİN ETKİLERİ

Endüstri 4.0 sürecinde sensörler, makineler, iş parçaları ve bilişim sistemleri tek bir işletmenin ötesine bağlanmaktadır. Siber-fiziksel sistemler, interneti kullanarak birbirleriyle iletişim kurabilmekte, hataları tahmin etmek, kendilerini yapılandırmak ve değişikliklere uyum sağlamak için verileri toplamakta ve bu verileri analiz edebilmektedirler. Endüstri 4.0 süreci, daha düşük maliyetlerle ve daha kaliteli ürün üretebilmek için daha hızlı, daha esnek ve verimli süreçleri sağlamaktadır. Böylece üretim verimliliğini ve işgücü profilini değiştirecek ve endüstriyel büyümeyi teşvik edecektir (Sayar ve Yüksel, 2018: 88). Bu nedenle Endüstri 4.0 sürecinde işletmelerin bu yeni döneme uyum sağlamaları gerekmektedir. İlk olarak, işletmeler siber-fiziksel sistemlerin, insanların ve fabrikaların nesnelerin interneti üzerinden iletişim kurmasına imkân vermelidir. İkinci olarak otomasyonu etkin kılmak için şirketler, siber-fiziksel sistemlerin akıllı fabrikalar içerisinde otonom kararlar almasına izin vermelidir. Üçüncü olarak işletmeler büyük veri ve doğru analiz tekniklerinin kullanımına izin vermelidir. Akıllı fabrikadaki bir tür bulut bilişim sistemlerine bağlı olan her makine, bağlı olduğu sisteme geri bildirimde bulunmaktadır. Böylece, toplanan veriler gelişmiş bir yazılım sayesinde sistematik olarak işlenerek daha iyi kararlar alınmasına olanak vermektedir (Genç, 2016: 14).

Endüstri 4.0 sürecinin bazı alanlarda muhtemel etkilerinin olması beklenmektedir. Bu etkileri şu şekilde sıralamak mümkündür (Akben ve Avşar, 2018: 29):

- İnsan işgücünün yerini makinelerin alması ile insan işgücünün daha geri planda kalması,
- İşçi maliyetlerinin düşmesi,
- Mevcut iş yükünün azalması,
- Üretimini yeni sürece göre yenileyen işletmelerin diğer işletmelere göre

avantajlı konuma geçerek, rekabet üstünlüğü sağlaması,

- İşgücünü, yeni sisteme uyum sağlayabilmesi için kapsamlı eğitimlerin verilmesi ve eğitim sisteminin yeni sürece göre değişmesidir.

Endüstri 4.0 ile dönüşen Türkiye sanayisinde, siber-fiziksel sistemlerin kullanılmaya başlamasıyla işletmelerin alt ve orta kademelerinde ki insan işgücünün yerini akıllı robotlar alacaktır. On yıllık dönüşüm süreci sonucunda, istihdamda 400-500 bin kişilik bir azalma gerçekleşmesi beklenmektedir. Ancak Endüstri 4.0'ın nitelikli teknik işgücü gereksinimi düşünüldüğünde, 100 bin kişilik istihdam artışı olacağı tahmin edilmektedir. Endüstri 4.0 sürecine geçişte kayıplar yaşanacak olsa da, uzun vadede ve toplamda bu kayıplardan daha fazla kazanımlar olacaktır. Ancak burada, niteliksiz işgücünün geri gelmeyeceği tahmin edilmektedir. Artacak olan işsizliği engellemek veya en aza indirmek için yeni kamu politikaları geliştirilmeli ve kamu politikalarında birtakım önlemler alınması gerekmektedir. Bunun için öncelikle mevzuatların gözden geçirilerek Endüstri 4.0 ile işsiz kalacak bireylerin başka alanlarda işe girebilmesi kolaylaştırılmalıdır (Genç, 2017: 25). Bunun yanı sıra, eğitim sisteminde değişiklik yapılmalı, meslek okullarına daha ağırlık verilmeli, devlet arge'ye önem vermeli, Endüstri 4.0 sürecini oluşturan sistemlerin kurulması için devlet tarafından destek verilmelidir.

4.1. Endüstri 4.0 Sürecinin Özel Sektöre Etkileri

Endüstri 4.0 en etkin olacağı alan üretim ve imalat alanıdır Çünkü Endüstri 4.0'ın geliştirilmesinin en önemli nedeni esneklik, verimlilik, hız ve kalite artışının sağlanmasıdır. Birbirleriyle etkileşim ve iletişim halinde olan makine ve robotlar sayesinde, daha büyük üretim serilerinin daha hızlı ve pratik bir şekilde üretilmesini, üretimin anlık olarak takip edilmesini ve olası hatalara müdahale edilmesini, ihtiyaç duyulan stok miktarlarının azalmasını,

ürünlerde standardizasyonun sağlanmasını, üretimde verimliliğin ve kalitenin artmasını sağlayacaktır (Pamuk ve Soysal, 2018: 8).

Yaşadığımız bu dönemde tüketiciler bir çok ürün ve hizmet arasından seçim yapsalar da, tam olarak üreticiler tarafından tüketicilerin istek ve ihtiyaçları karşılanamamaktadır. Bu nedenle, işletmeler piyasada kalmak, müşterilerinin devamlılığını sağlamak ve müşteri potansiyelini artırmak için, tüketicilere yönelik kişisel ürün ve hizmetlerin üretilmesi gerekmektedir (Baldassarre, Ricciardi ve Campo, 2017: 634). Endüstri 4.0 sürecinde üretimin müşterilerin tam olarak ihtiyaç duydukları anda başlatılıp, ihtiyacın karşılandığı anda sona erdirilmektedir. Böylece, ürün çeşitliliği artacak ve kişiye özel üretim sağlanarak müşteri memnuniyeti maksimum seviyeye çıkarılacaktır. Ancak, müşterinin istediği kadar ürünün üretilmesi durumunda ne maliyete ne de ürünün fiyatına etki etmeyecektir (Görçün, 2017: 144).

Nesnelerin interneti sayesinde tedarik zinciri boyunca gerçekleşecek olan tüm aktiviteler eş zamanlı olarak izlenmekte, süreçlerin işleyişine etki eden faktörler kontrol edilmekte, olumsuz bir durumda, otonom müdahaleler yapılmaktadır. Böylece, lojistik faaliyetleri olağanüstü bir hız kazanmakta, kaynaklar optimal düzeyde kullanılmakta, toplam maliyetler büyük ölçüde azalmakta, ürün bekleme, gecikme, bozulma, kırılma gibi durumlar yaşanmamaktadır (Görçün, 2017: 160). Ayrıca, nesnelerin interneti ile stokta azalmakta olan ve son kullanma tarihi yaklaşmakta olan ürünlerin takibi yapılarak, bu ürünler tekrar sipariş verilerek zamanında tedarik edilmektedir (Gündüz ve Akyüz, 2017: 234). Ayrıca, ürün taşıma kapları içerisinde bulunan sensörler vasıtasıyla ortam değerleri ölçülerek mevcut durum ve koşullara ilişkin gerekli verileri ilgili ekipman ve makinelere gönderebilmektedir. Örneğin; taşıma kapında yer alan sensörler dış ortam sıcaklığını ölçerek kendisi için gereken sıcaklık derecesi için soğutucu ekipman ve makinelere komutlar gönderebilmekte ve

istenilen ısı sağlanmaktadır. Böylece taşıma kabı içindeki ürünün taşıma esnasında bozulması engellenmiş olmaktadır (Görçün, 2017: 163). Bu sayede işletme herhangi bir zarara uğramamaktadır.

Endüstri 4.0 sürecinde insan iş gücünün nitelikli, akıllı, zeki ve yetenekli olması gerekmektedir. Bununla birlikte bu dönemde işletme yönetim anlayışının da insan kaynağına olan bakışı olumsuzdan olumluya doğru çevrilmesi gerekmektedir. İşletme yönetiminin çalışanlara tembel, kayıtarıcı ve her an hata yapabilir olarak gören bir yönetim anlayışının da değişmesi gerekmektedir (Banger, 2018: 233).

Endüstri 4.0 sürecinde yeni teknolojilerden yararlanarak geliştirilen sistemler, makineler, cihazlar ve tezgahlar bir fabrikaya oranla küçük mekanlarda üretim gerçekleştirmeyi de sağlayabilecektir. Yeni teknoloji ile birlikte küçük atölyeler, garaj işletmeleri ve küçük laboratuvarlar kurmak da mümkün olmaktadır. Bu ortamlar sayesinde iş modelleri değişerek “mikro fabrika” anlayışı yaygınlaşmaya başlamıştır. Mikro fabrikalar, yüksek teknolojiye sahip, küçük boyutlu ürünleri geliştirip üretebilen, küçük fiziksel ortamda geliştirilmiş bir yapıyı ifade etmektedir (Banger, 2017: 209). Bu yeni dönemde, mikro fabrikalar küçük girişimcilerin ve özellikle dezavantajlı grubu oluşturan kadın girişimcilerin büyük işletmelerle rekabet edebilmesi açısından oldukça yararlı olacağı söylenebilir.

4.2. Endüstri 4.0 Sürecinin Kamu Sektörüne Etkileri

Kamu sektörü hizmet anlayışı ile kurulmuş olup, ana amacı özel sektörde olduğu gibi kâr elde etmek olmayıp, topluma daha iyi hizmet etmektir. Özel sektör ile karşılaştırıldığında kamu sektöründe ve onun yöneticilerinde risk alma eğilimi daha azdır. Çünkü kamuda kâr ya da zarar devlete ait olup, yöneticiye ait değildir. Bu nedenle kamu yöneticisinin risk alma eğilimi yoktur. Kamu yöneticisinin başarı ya da başarısızlığı devlete aittir. Kamu sektöründe bir yönetici ya da çalışan 657 sayılı Kanuna tabi olarak çalışan devlet

memurudur. Bir devlet memurunu görevden uzaklaştırmanın esasları ise bu Kanunun ilgili maddelerinde belirtilmiş olup, görevden uzaklaştırmada başarı ve başarısızlık bir kriter değildir (Özdevecioğlu, 2002: 120).

Kamu kurumlarında Endüstri 4.0 dönüşümü sayesinde kamuda kaynakların etkin ve verimli kullanımı, israfın önlenmesi, yeni iş ve istihdam alanlarının açılması, devletin ar-ge fon kaynaklarını artırması, beklentiler, hata oranları, toplanan vergilerin azaltılması sağlanacaktır. Bunun sonucunda devlet harcamalarının büyük ölçüde azalması, ürün ve hizmet kalitesinin artması cari açığın azalması ve kamudan alınan hizmetlerden duyulan memnuniyetin artması beklenmektedir. Kamudaki tüm kuruluşlar, süreçler ve operasyonlar gerçek zamanlı izlenebilecek, yapay zekâlar sayesinde çoğu süreç otomatik hale gelecek, yatırımlar için gerçek zamanlı raporlamalar alınabilecektir. Ayrıca, Endüstri 4.0 sürecinde resmi kurumlarda göz taraması, parmak izi ve ses tanıma gibi yapılan kimlik doğrulaması, belge ulaştırma imza noter gibi tüm işlemler otomatik olarak gerçekleşecektir. Böylece kamu kurumlarında resmi işlem yükü en aza indirilerek, işlerin gecikmesi ve bekleme gibi olumsuzluklar ortadan kalkmış olacaktır (Sayar ve Yüksel, 2018: 95). Bu durum bir yandan kamu kurumlarından hizmet alan toplumun memnuniyeti artmış bir yandan da kamu kurumlarında çalışan niteliksiz personel sayısı ve belge yükü azalmış olacaktır.

4.3. Endüstri 4.0 Sürecinin Kooperatif Sektörüne Etkileri

Kooperatifler, sosyal içeriği olan örgütlerdir. Ancak, yardım derneği, vakıf veya dostluk cemiyeti değildir. Kooperatifler, diğer işletmeler gibi ekonomik örgütlerdir (Rehber, 2011). Kooperatiflerin asıl amacı, sermaye şirketlerinde olduğu gibi daha fazla kâr elde etmek değil, ortakları olan üretici veya tüketicilere daha iyi hizmet sunmaktır. Kooperatiflerin bu amacı yerine getirebilmesi için uluslararası

kooperatifçilik ilkelerini uygulamaları gerekmektedir (İnan, 2008). Kooperatifler işletmelerini tarım ve tarım dışı olarak ikiye ayırmak mümkündür. Dünyada sayısal olarak bakıldığında en fazla tarım kooperatifleri bulunmaktadır. Ülkemizde de aynı şekilde tarım kooperatifleri tarım dışı kooperatiflere göre sayısal olarak daha fazladır.

Endüstri 4.0 sürecinde akıllı tarım uygulamaları mobil teknolojiler, sensörler, akıllı traktörler ve veri analizi ile toprağın ne kadar gübreye ihtiyacı olduğu tespit edilecek, hangi toprak çeşidinde hangi ürünün üretilmesi gerektiği, ürün kalitesinin belirlenmesi, ilaçlama ve sulamanın akıllı makineler tarafından yapılması, toprakta ne kadar bitki besin elementinin olduğu, bitkideki hastalık analizinin yapılması ve iklim kontrolünün yapılması mümkün olabilmektedir (Teke vd., 2016: 464).

Endüstri 4.0 sürecinde akıllı makinaların kullanımı geniş ve büyük arazilerde söz konusu olabilmektedir. Ancak ülkemiz toprakları parçalı ve küçük olduklarından dolayı akıllı makinaların kullanımı söz konusu olmayabilir. Diğer taraftan ilk aşamada akıllı tarım aletleri yüksek maliyetli olması beklenmekte olup, ülkemizdeki küçük çiftçiler bu makinelerin maliyetlerini karşılayamayacaklardır. Bu nedenle, tarım makineleri kooperatifin ortak kullanımında olacak, ortakları olan çiftçilerin kullanımına sunabilecektir.

Üretim süreçlerinde otonom makinelerin kullanılması sonucunda tam bir standardizasyon sağlanabilmektedir. Müşteri tarafından raftan herhangi bir tane ürünün alınması ürün üzerinde bulunan mikroçipler, raflardaki konumlandırılmış terminallere rafta bir adet ürünün azaldığı bilgisini verecek, bu bilgi terminaller aracılığıyla sistemde bulunan bütün aktörlere otomatik olarak aktarılacaktır. Aktarılan bu bilgi karşısında tüm tedarik, üretim ve lojistik faaliyetler ile ilgili tüm unsurlar yapmaları gerekenleri otonom olarak yapmaya başlayacaklardır (Görçün, 2017: 144). Endüstri 4.0 sürecinde kooperatiflerde bu durum, hem otonom

makinelere sisteme dahil olması hem de uluslararası kooperatifçilik ilkelerinden “kooperatifler arası işbirliği” ilkesine göre farklı kooperatiflerin aynı anda sisteme dahil olması ile gerçekleşecektir. Örneğin; tüketim kooperatifleri mağazalarında müşteri tarafında raftan bir sıvı yağ alındığında, raflardaki sensörler bu hareketi algılayarak bu durumu veri olarak sisteme gönderecektir. Sistemde bu veriler algoritmalar sayesinde işlemsel hale gelerek, yağlı tohumlar tarım satış kooperatifi depolarına ve motorlu taşıyıcılar kooperatiflerine hammaddeyi fabrikaya gönder komutu ve yağlı tohumlar tarım satış kooperatiflerine ait akıllı fabrikalara ise üretime başla komutu gönderebilecektir. Böylece müşterinin istediği ürün zamanında tüketim kooperatiflerine ulaşabilecektir.

5. SONUÇ

Endüstri 4.0 süreci hem fırsatları (nitelikli çalışanların istihdamının artması, yeni iş sahalarının ortaya çıkması ile yeni girişimcilerin oluşması, ülke ekonomisinin düzelmesi, işletmelerin rekabet avantajı yakalaması, kamu kuruluşlarında resmi iş yükünün azalması gibi) hem de tehditleri (adil gelir dağılımında düzensizlik, niteliksiz çalışanların işsiz kalması, yoksulluk düzeyinin artması, yeni sürece ayak uyduramayan işletmelerin zarar ederek ya kapanma aşamasına gelmesi ya da kapanması gibi) beraberinde getirecektir.

Bu yeni süreçte otonom makinelerin işletmelerde kullanılmasıyla, işletmeler daha kaliteli, daha ucuz, her bir müşterinin istediği bireysel ürünlerin üretilmesi ile rekabet avantajı kazanacağı ve kârlılık düzeyinde artış olacağı beklenmektedir.

Üretimde insan iş gücünün yerine robotların kullanılmasıyla işsizliğin artması beklenmektedir. Daha önceki küreselleşme dönemlerinde de aynı durum yaşanmış ve yeni istihdam politikaları ile durum iyileştirilmeye çalışılmıştır. Örneğin; küreselleşme sonucunda bakkalların yerine marketler, süper marketler ve hipermarketler geçmiştir. Böylece öncesinde bir kişi çalıştıran bakkallarda,

süper marketlerin ve hipermarketlerin sayesinde bir kişiden daha fazla kişinin istihdam edilmesi sağlanmıştır. Bunun sonucu olarak bir yandan bakkalların önemini yitirmesi veya kapanması ile girişimcilerin zor durumda kalmasına bir yandan da yeni iş sahalarının açılmasıyla istihdamda artışın olmasına neden olmuştur. Bu yeni dönemde de benzer şekilde olacağı, yeni iş sahalarının ortaya çıkarak, tahmin edilenin aksine işsizliğin çok fazla artış göstermeyeceği beklenmektedir.

Endüstri 4.0 sürecinde otonom robotlar sayesinde daha hızlı, hatasız, tam zamanında, çevreye dost ve müşterinin bireysel olarak istediği ürünlerin üretimi yapılacaktır. Ayrıca, işletmelerde otonom makinelerin kullanılması ile iş yükünün azalması ve insanların daha az saat çalışmasına neden olabilecektir. Bu durum insanların kendilerine ve ailelerine daha fazla zaman ayırmalarına ve bunun sonucunda stres düzeyi düşük, örgütüne bağlı ve tatmin düzeyi yüksek bireyler oluşacaktır. Böylece, işletmeler rekabet avantajı sağlamış olacaklardır.

Ülkemizin rekabet avantajı kazanması ve gelişmiş ülkeler seviyesine girmesi için, özel sektör, kamu sektörü ve kooperatif sektörlerinin bir an önce Endüstri 4.0 sürecine dahil olması ve bu yeni sürece ayak uydurması gerekmektedir. Bunun için, devletin işletmelere yeni teknolojilerin sağlanması için destek (finansal ve eğitim desteği) vermesi, istihdam konusunda yeni politikaların geliştirilmesi ve yeni döneme uygun çalışanların yetiştirilmesi için ilkokuldan itibaren eğitim müfredatında değişiklikler yapılması gerektiği söylenebilir. Sanayi odalarının, üyelerine yeni süreç ile ilgili, yeni iş modellerinin etkilerinin neler olduğu, fırsatların-tehditlerin neler olabileceği, iş gücü ihtiyacının nasıl değişeceği konusunda eğitimler verilmelidir. Ülkemizdeki kooperatiflerin en büyük sorunu finansman, yönetim, üst örgütlenme ve mevzuat sorunlarıdır. Bu sorunların çözülmediği sürece bazı kooperatiflerin bu yeni sürece dahil olması çok mümkün görünmemektedir. Bunun için Milli

Kooperatifler Birliğinin bu sorunlara acil çözüm önerileri üretmesi, ortak veya ortak dışındaki kooperatiflere ilgili bakanlıklar vasıtasıyla eğitimler verilmesi gerekmektedir. Ayrıca, mevzuat sorunu çözümlenmeli 1163 sayılı Kooperatifler Kanunu dışındaki tarım kredi ve tarım satış kooperatiflerini ilgilendiren özel kanunların kaldırılması, 1163 sayılı Kooperatifler Kanununda değişiklik yapılması ve

Kurumlar Vergisi Kanununda üst örgütlenmeye giden ve “risturn” (kâr dağıtım) dağıtan kooperatiflerin kurumlar vergisinden muaf tutulması konusunda değişiklik yapılması gerekmektedir. Ancak, o zaman kooperatiflerdeki üst örgütlenme sorunu, finansman sorunu çözümlenecek ve kooperatif işletmeleri Endüstri 4.0 sürecine dahil olabilecektir.

KAYNAKÇA

1. ACATECH, (2013), “Acatech: Recommendations for Implementing the Strategic Initiative Industrie 4.0”, Final Report of the Industry 4.0 Working Group”, http://www.acatech.de/fileadmin/Industrie_4.0_accessible.pdf, (08-12-2018).
2. AKBEN, İ. Ve AVŞAR, İ. İ. (2018). “Endüstri 4.0 Ve Karanlık Üretim: Genel Bir Bakış”. *Türk Sosyal Bilimler Araştırmaları Dergisi*, 3(1): 26-36
3. ALÇIN, S. (2016). “Üretim İçin Yeni Bir İzlek: Sanayi 4.0”, *Journal of Life Economics*, 8: 19-30
4. AYDEMİR, H. (2018), “Sanayi 4.0 ve Türkiye Ekonomisi Açısından Etkileri”, *Sosyoekonomi Dergisi*, 26(36): 253-261.
5. BALDASSARRE, F., RICCIARDI, F. ve CAMPO, R. (2017). “The Advent Of Industry 4.0 In Manufacturing Industry: Literature Review And Growth Opportunities, 3 Dubrovnik International Economic Meeting Managing Business Growth in a Volatile Environment, ss. 632-643
6. BANGER, G. (2017). “Endüstri 4.0 Eksta”, Dorlion Yayınevi, Ankara.
7. BANGER, G. (2018). “Endüstri 4.0 ve Akıllı İşletme”, Dorlion Yayınevi, Ankara.
8. BETTIOL, M., CAPESTRO, M. VE MARÍA, E. (2017). “Industry 4.0: The Strategic Role Of Marketing”. *Marco Fanno Working Papers*, ss: 1-6.
9. BULUT, E. VE AKÇACI, T. (2017). “Endüstri 4.0 Ve İnovasyon Göstergeleri Kapsamında Türkiye Analizi”. *ASSAM Uluslararası Hakemli Dergisi*, 7: 50-72.
10. DAVUTOĞLU, N. A., AKGÜL, B. Ve YILDIZ, E. (2017). “İşletme Yönetiminde Sanayi 4.0 Kavramı İle Farkındalık Oluşturarak Etkin Bir Şekilde Değişimi Sağlamak”, *Akademik Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 5(52): 544-567.
11. DEMİRKAYA, A. (2017). “Fiziksel Sistemler”, <http://alidemirkaya.net/endustri-muhendisligi/siber-fiziksel-sistemler/.htm>, 28-09-2018.
12. DOYDUK, H. B. B. Ve TİFTİK, C. (2017). “Nesnelerin İnterneti: Kapsamı, Gelecek Yönelimi ve İş Fırsatları”, *Sektör Sosyal Ekonomi Dergisi*, 52(3) :127-147
13. EBSO. (2015). “Sanayi 4.0”, Ege Bölgesi Sanayiciler Odası, Araştırma Müdürlüğü.
14. GENÇ, E. C. (2017). “Türkiye’de Sanayi 4.0 Ve Kamu Politikası”, <http://ozgurlukarastirmalari.com/pdf/rapor/.pdf>, 02-11-2018.
15. GÖRÇÜN, Ö.F. (2016). *Dördüncü Endüstri Devrimi Endüstri 4.0*, Beta Yayıncılık, İstanbul.
16. GÜNDÜZ, K. A. ve AKYÜZ, E. T. (2017). “Nesnelerin İnterneti Ve Hayvancılık Alanındaki Uygulamalar”. *Selçuk Üniversitesi Sosyal ve Teknik Araştırmalar Dergisi*, 14: 232-246.
17. HENKOĞLU, T. VE KÜLCÜ, K. (2013). “Bilgi Erişim Platformu Olarak Bulut Bilişim: Riskler ve Hukuksal

- Koşullar Üzerine Bir İnceleme,” Bilgi Dünyası Dergisi, 14 (1): 62-86.
18. İNAN, İ. H. 2008. Türkiye’de Tarımsal Kooperatifçilik ve AB Modeli. İstanbul: Ticaret Odası Yayınları.
 19. ÖZDEVECİOĞLU, M. (2002). “Kamu Ve Özel Sektör Yöneticileri Arasındaki Davranışsal Çalışma Koşulları Ve Kişilik Farklılıklarının Belirlenmesine Yönelik Bir Araştırma”, Erciyes Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 19: 115-134.
 20. ÖZKAN, M., AL, A. ve YAVUZ, S. (2018). “Uluslararası Politik Ekonomi Açısından Dördüncü Sanayi-Endüstri Devrimi'nin Etkileri ve Türkiye”, Siyasal Bilimler Dergisi, 1 (1): 1-30.
 21. ÖZSOYLU, A. F. (2017). “Endüstri 4.0”, Çukurova Üniversitesi İİBF Dergisi, 21(1): 41-64.
 22. ÖZTÜRK, E. ve KOÇ, K. H. (2017). “Endüstri 4.0 Ve Mobilya Endüstrisi”, 4. International Furniture And Decoration Congress, 19-21 Ekim 2017.
 23. PAMUK, N. ve SOYSAL, M. (2018). Yeni Sanayi Devrimi Endüstri 4.0 Üzerine Bir İnceleme. Verimlilik Dergisi, (1): 41-66.
 24. RAMANATHAN, K., (2014). “Industry 4.0: Implications for The Adis Pasific Manufacturing Industry”, Engineering Solutions For Pcb Manufacturing, ss.24-29.
 25. REHBER, E. 2011. Kooperatifçilik. Ekin Yayınları, Bursa.
 26. SAYAR, M. ve YÜKSEL, H. (2018). “Endüstri 4.0 Ve Türkiye Kamu Sektöründe Endüstri 4.0 Dönüşümü”. Hukuk Ve İktisat Araştırmaları Dergisi, 10(2): 83-98.
 27. SIEMENS (2014). “Endüstri 4.0 Yolunda”, <http://siemens.e-dergi.com/pubs/Endustri40/Endustri40/assets/common/downloads/publication.pdf>, 24-09-2018.
 28. SLUSARCZYK, B., (2018). “Industry 4.0 – Are We Ready?”, Polish Journal Of Management Studies, 17(1): 232-248.
 29. SOYLU, A. (2018). “Endüstri 4.0 ve Girişimcilikte Yeni Yaklaşımlar”, Pamukkale Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 32: 43-57.
 30. STOCK, T. Ve SELİGER, G. (2016). “Opportunities of Sustainable Manufacturing in Industry 4.0”. 13. Global Conference on Sustainable Manufacturing-Decoupling Growth from Resource Use, 536-541.
 31. STOJMENOVIC, I. ve ZHANG, F. (2015). “Inaugural issue of ‘cyber-physical systems’”, Cyber-Physical Systems, 1(1): 1-4.
 32. TEKE, M., DEVECİ, H. S., ÖZTOPRAK, F., EFENDİOĞLU, M., KÜPÇÜ, R., DEMİRKESEN, C., ŞİMŞEK, F. F., BAĞCI, B., UYSAL, E., TÜRKER, U., YILDIRIM, E., BAYRAMIN, İ., KALKAN, K. Ve DEMİRPOLAT, C. (2016). “Akıllı Tarım Fizibilite Projesi: Hassas Tarım Uygulamaları İçin Havadan Ve Yerden Veri Toplanması, İşlenmesi Ve Analizi”, 6. Uzaktan Algılama-CBS Sempozyumu (UZAL-CBS 2016), 5-7 Ekim 2016, Adana.
 33. TOKER, K. (2018). “Endüstri 4.0 ve Sürdürülebilirliğe Etkileri”, İstanbul Management Journal, 29(84): 51-64.
 34. TÜSİAD. (2016). “Türkiye’nin Küresel Rekabetçiliği İçin Bir Gereklik Olarak Sanayi 4.0 Gelişmekte Olan Ekonomi Perspektifi”, Yayın no; TÜSİAD-T/2016-03/576. <http://www.tusiad.org/indir/2016/sanayi-i-40.pdf>, 09-06-2018
 35. YILDIZ, A. (2018). “Endüstri 4.0 Ve Akıllı Fabrikalar”, Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 22 (2): 546-556.
 36. <http://www.endustri40.com/siber-fiziksel-sistemler>, 28-09-2018.
 37. <https://webrazzi.com/2016/03/29/robotisciler-en-cok-hangi-ulkelerde-calisacak>, 20-09-2018.

ENDÜSTRİ DEVRİMLERİ VE TURİZM: TÜRKİYE TURİZM 4.0 SWOT ANALİZİ VE GEÇİŞ SÜRECİ ÖNERİLERİ

INDUSTRIAL REVOLUTIONS AND TOURISM: TURKEY TOURISM 4.0 SWOT ANALYSIS AND PROPOSAL FOR ADAPTATION PROCESS

Yunus TOPSAKAL*, **Nedim YÜZBAŞIOĞLU****, **Murat ÇUHADAR*****

* Dr. Adana Bilim ve Teknoloji Üniversitesi, İşletme Fakültesi, Turizm İşletmeciliği Bölümü, topsakal.yunus@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0003-3202-5539>

** Prof. Dr., Akdeniz Üniversitesi, Turizm Fakültesi, Turizm İşletmeciliği Bölümü, nedimy@akdeniz.edu.tr, <https://orcid.org/0000-0002-6079-9980>

*** Doç. Dr., Süleyman Demirel Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, Turizm İşletmeciliği Bölümü, muratcuhadar@sdu.edu.tr, <https://orcid.org/0000-0003-0434-1550>

ÖZ

Avrupa'da 1800'lü yıllarda ortaya çıkan endüstri devrimi, yıllar içerisinde gelişen teknoloji ve inovasyonlar ile üç kez evrilmiş ve günümüzde dördüncü kez Endüstri 4.0 ismiyle tekrardan evrilmeye girmiştir. Yıllar içerisinde yaşanan endüstri devrimleri, hemen bütün endüstrileri derinden değiştirdiği gibi turizm endüstrisini de etkilemiş ve hem olumlu hem de olumsuz olarak ilerlemesine yol açmıştır. Bundan dolayı Endüstri 4.0 geçiş sürecine ilişkin araştırma ve çalışmalar, araştırmacıların ilgisini çekmeye başlamıştır. İlgili literatür incelendiğinde, örneğin Tarım 4.0 gibi ekonomik endüstriler ile ilgili çok sayıda çalışma mevcuttur, Türkiye'de Turizm 4.0 ve geçiş süreciyle ilgili çalışmaların sınırlı sayıda olduğu gözlenmektedir. Bu bağlamda bu çalışmanın amacı, geçmişten günümüze endüstri devrimlerinde turizm endüstrisinin nasıl bir değişim içine girdiğini incelemek ve bu doğrultuda Türkiye Turizm 4.0 için SWOT analizi yaparak Turizm 4.0'a geçiş sürecinde Türkiye turizmi için önerilerde bulunmak olarak belirlenmiştir. Çalışmada Endüstri 4.0 ile beraber turizm ile ilgili sektörleri bekleyen değişimler belirlenmeye çalışılmış ve bu kapsamda Türkiye Turizm 4.0 için SWOT analizi yapılarak turizm yöneticilerine ve politika yapıcılara uygulamaya dönük önerilerde bulunulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Endüstri Devrimleri, Endüstri 4.0, Turizm, SWOT, Türkiye

Jel Kodları: L83, O30, Z31.

ABSTRACT

The industrial revolution, which emerged in Europe in 1800s, has evolved three times with the developing technologies and innovations over the years, and has now evolved into the fourth time under the name of Industry 4.0. The industrial revolutions that have been experienced over the years have affected almost all industries as well as the tourism industry. Therefore, researches related to the Industry 4.0 process began to attract the attention of researchers. The aim of this study is to examine evaluations in the tourism industry in the industrial revolutions and to give proposals to tourism industry for adaptation to Industry 4.0 with SWOT analysis. In the paper, expected changes in the tourism-related sectors have been identified. In this content, SWOT analysis of Turkey Tourism 4.0 has been done conducted. According to findings, proposals towards Industry 4.0 implementations have been developed for tourism managers and policy makers.

Keywords: Industrial Revolutions, Industry 4.0, Tourism, SWOT, Turkey

Jel Codes: L83, O30, Z31.

1. GİRİŞ

Tarihçiler, Antik Roma dönemi için yaygın olarak turizme atıfta bulunmaktadır. Çünkü, yaz aylarında Roma, Romalı olmayanlar için popüler bir destinasyon durumundaydı. MS 1’de Roma, bir milyondan fazla nüfusa sahipti ve sahip olduğu tesisler turistleri buraya çekmekteydi. Roma destinasyonunun banyolarına gidip rahatlamak, zar veya tahta oyunları oynamak, araba yarışı ya da gladyatörlere katılmak, Kolezyum’daki kavgaları izlemek ve yeni kölelere sahip bir alışveriş merkezini ziyaret etmek için Roma destinasyonu ziyaret edilmekteydi (Beckerson ve Walton, 2005: 80). Roma’nın turizmde bir çekim merkezi olarak başarılı olmasının sebebi turizmin endüstriyel medeniyetler ile beraber gelişme göstermiş olmasıdır. Bunun en güzel örneklerinden biri de 19. yüzyıl boyunca İngiliz turistlerin diğer ülkelere kıyasla sahip olduğu avantajlardır (Enzensberger, 1996: 126). Çünkü İngiltere’de başlayan Birinci Endüstri Devrimi (BED) ve İngiltere’nin İkinci Endüstri Devrimi’ne (İED) hızlı uyumu ile İngiltere’de turizm diğer ülkelere göre daha fazla gelişmeye başlamıştır.

Endüstrileşme kelimesi genel olarak “insan gücü yerine makinelerin getirilmesi sürecini” ifade etmektedir (Outman ve Outman, 2003: xv). Endüstrileşme sürecinde fosil yakıtlar, özel bir rol oynamıştır. Fosil yakıtlar, Birinci (kömür) ve İkinci Endüstri Devrimi’nde (petrol) hem muazzam bir üretkenlik getirmiş hem de ulaşım, üretim ve tüketim bağlamında teknolojik ve ekonomik koşulları değiştirmiştir (Janicke ve Jacob, 2009: 1).

İlk Endüstri Devrimi, 18. yüzyılın son üç ayında İngiltere’de meydana gelmiştir. Buhar makinesinin icadı ve el emeğinin yerine geçmesi daha fazla sermaye-yoğun üretim yöntemlerine geçişi tetiklemiştir (Leighton, 1970: 3). Bu dönem içerisinde buharlı motorlar ile ulaşım sistemlerinin değişmesi ve kolaylaşması ile beraber, 1841 yılında bahçıvan olan Thomas Cook, Loughborough ve Leicester arasında

Teetotalers Club üyeleri için ilk tur organizasyonunu düzenlemiştir. Bu tur organizasyonunun ardından Thomas Cook, 1845 yılında otuz yıl içinde dünya çapında bir acenta haline gelen bir seyahat acentesi kurmuştur (Enzensberger, 1996: 128).

İkinci Endüstri Devrimi, Amerika Birleşik Devletleri’nde 1860lar ve 1890larda gelişmiştir (Leighton, 1970: 3). İş sahaları bu sefer, imalattan hizmetlere kaymaya başlamıştır (Blinder, 2006: 116). Bu dönemde 1872’de Thomas Cook, ilk dünya turunu “Oceanic” adında bir gemi ile organize etmiştir. Buharlı tren ve gemiler seyahat şekillerini değiştirmiştir. Nüfusun ve refahın hızlı bir şekilde artması, kısa sürede çok büyük bir yeni pazar yaratmıştır. Toplu seyahat imkânı gelişmiş ve tur operatörleri organize turlar, seyahat paketleri, posterler ve broşürler gibi yeni pazarlama yöntemlerini kullanmaya başlamıştır (Lickorish ve Jenkins, 2006: 11). Hava turizmi ise 1918 ve 1919’da Paris-Brüksel ve Londra-Paris rotalarında düzenli hatlar ve Berlin-Leipzig rotalarında ilk düzenli yolcu seferleri ile başlamıştır (Gierczak, 2011: 275).

Üçüncü Endüstri Devrimi (ÜED) terimi ilk defa iktisatçı Rifkin (2011) tarafından kullanılmıştır. Üçüncü Endüstri Devrimi’nin internet teknolojisinin yenilenebilir enerji ile entegrasyonu olduğunu belirtmiştir (Rifkin, 2011). ÜED uyum sağlanabilir hizmetler ve dijital üretime odaklanmıştır. ÜED kitlesel kişiselleştirmede (özellikle hizmetlerin ve imal edilen malların entegrasyonu) üretkenliği arttırmayı, aylar boyunca çalışabilen ve çoğunlukla beyin gücüne bağlı olan bilgisayar ve iletişim teknolojilerini işletmelerde kullanmayı amaçlamıştır (Tien, 2012: 262). ÜED döneminde, 1945’ten sonra turizm, toplu seyahat ile yeni bir gelişme evresine girmiştir. 1953 yılında iki günlük turlarda Lyon, Barselona, Madrid, Tangiers, Kazablanka ve Agadir’de bir mola ile turistleri gezdiren 36 kişilik ikiz motorlu bir uçak olan Vickers Viking tasarlandı. (Gierczak, 2011: 275). Bu dönemde bilgisayarın geliştirilmesi operasyonların

yönetilmesinde büyük değişimlere neden olan teknolojik inovasyonları da beraberinde getirmiştir. Bilişim teknolojileri ve özellikle internet, dünya çapında turizm talep ve arzını arttırmıştır (Kiprutto vd., 2011).

Dördüncü Endüstri Devrimi (Endüstri 4.0) iletişim kurabilen, analiz edebilen ve veriyi kullanabilen bir dijital girişim yaratmak için akıllı dijital teknolojilerle gelişmiş üretim ve operasyon tekniklerini barındıran, fiziksel dünyaya daha fazla akıllı eylem getiren yeni bir Endüstri devrimidir (Cotteler ve Sniderman, 2017: 2). Endüstri 4.0 ile beraber 'akıllı olma' kelimesi literatüre girmiştir. Turizm endüstrisi teknolojiye hızla uyum sağlayan bir endüstri olmasından dolayı, turizm endüstrisinde Endüstri 4.0 teknolojilerinin kullanılması gündeme gelmiş ve bu konuda bazı akademik çalışmalar yapılmaya başlamıştır. Ülkemizde akıllı destinasyonlar (Topsakal ve Çelik, 2017), akıllı turizm kapsamında engelli dostu TurKey4ALL uygulama geliştirme (Topsakal, 2018) ve yeni nesil turist kartı geliştirilmesi (Topsakal vd., 2018) gibi Endüstri 4.0 teknolojilerinin turizme uyumu ile ilgili bazı çalışmalar yapılmış olmasına rağmen, Türkiye'nin Endüstri 4.0 altyapısı, üstyapısı, rakipleri gibi unsurları inceleyen çalışma sayısı oldukça kısıtlıdır.

Çalışmanın amacı endüstri devrimlerindeki gelişmeleri inceleyip, bu gelişme ve teknolojilerin turizm endüstrisini nasıl bir evrimden geçirdiğini ortaya koymak ve bu doğrultuda Türkiye Turizm 4.0 için SWOT analizi yaparak Turizm 4.0'a geçiş sürecinde Türkiye turizmi için önerilerde bulunmak olarak belirlenmiştir.

2. BİRİNCİ ENDÜSTRİ DEVRİMİ VE TURİZM

Birinci Endüstri Devrimi (BED) 1750li yıllarda İngiltere'de başlamıştır (Leighton, 1970: 3). 1781'de James Watt, ilk endüstri devriminin ardındaki itici güç olan buharlı motorun patentini almıştır. Buhar motorları 30 yıl içerisinde ilk tren, tekne ve tarım

makinelinde kullanılmıştır (Roberts, 2015: 1). Buharlı motor, BED'in itici bir gücü iken, tekstil endüstrisi de diğer bir güçtür (Outman ve Outman, 2003: 65). BED'in temel kolaylaştırıcı teknolojileri ise güç kaynaklarındaki (kömür ve odun yakıtı ile çalışan buhar motoru) değişimdir. BED tekstil ve demir yapımına odaklanmıştır. BED Üretimde üretkenliği arttırmaya çalışmış, çoğunlukla kas gücüne bağlı, on yıllar boyunca yaşam döngülerine sahip mekanik araçlar kullanmış, geçim ile ilgili bir yaşam standardını benimsemiş ve İngiltere'de 1750'de ilk kez etkili olmuştur (Tien, 2012: 262).

Teknolojik değişim Thomas Ashton'un "ilk endüstri devrimi" olarak isimlendirdiği dönem olan 1760-1830 yıllarına denk gelmektedir (Crafts, 1996: 197). Tarihçiler BED'in 1750 veya 1760 civarında başladığını belirtmektedir (Outman ve Outman, 2003: 11). Adam Smith, BED'in başlangıcında, 1776 yılında "Ulusların Zenginliği" kitabını yayınlamıştır. Smith'in vizyonu olağanüstü olsa da, ileride ne olacağını tam olarak bilememiştir. Endüstrileşmekte olan ülkelerdeki işçiler çiftlikten fabrikaya göç ettikleri için, toplumsal değişimler de başlamıştır (Blinder, 2006: 116).

Teknoloji, Endüstri Devriminin önemli bir unsuru olmasına rağmen tek unsur değildir. Endüstri Devrimi ile ilgili temel teknik gelişmeler dört alanda meydana gelmiştir (Outman ve Outman, 2003: 3):

- Mekanik Güç: Mekanik güç ilk önce makineyi çalıştıran buharı elde etmek için kömür yakan buharlı makinelerden, daha sonra ise petrol ya da elektrikle (kömürle üretilen) çalışan motorlardan türetilmiştir.
- İmalat: İmalat, el yapımından makineye ve ev yapımından fabrika yapımı mallara geçişe doğru değişim içerisine girmiştir.
- Ulaşım: Atlar, katırlar ve öküzlerin yerini buhar motorları ile çalışan trenler ve buharlı gemilere, daha sonra

otomobiller, kamyonlar ve sonunda da petrolle çalışan uçaklara bırakmıştır.

- İletişim: İnsanlar tarafından taşınan mesajlar telgraf, telefon ve daha sonra İnternet üzerinden uzun mesafelere anlık iletişim ile değişmiştir.

Endüstri Devrimi toplumun her seviyesinde radikal ve ani; fakat aynı zamanda uzun süreli bir değişim olarak algılanmalıdır (Janicke ve Jacob, 2009: 3). Odun ya da kömür yakılarak çalıştırılan veya bir akarsu ya da ırmağın akan sularıyla güçlendirilmiş yeni makineler, daha önce birkaç insanın ya da hayvanın ürettiğinin miktarın aynısını üretmeyi başarmıştır. Makineler sadece birkaç canlı varlığın işini yaparken, aynı zamanda bunları çok daha hızlı yapabiliyordu (Outman ve Outman, 2003: 33). İlk endüstri

devrimi, demiryolu ağlarının geliştirilmesine, iletişim seçeneklerinin artmasına ve borsanın icadı ile bankaların, finansörlerin ve özel yatırımların yükselmesine neden olmuştur. İlk endüstri devrimi, yaşam kalitesinde genel bir artış sağlamıştır. Bununla birlikte, hızlı kentleşmenin sağlanamaması nedeniyle sınıf ayrımcılığının ve hastalık salgınının artmasıyla da sonuçlanmıştır (Roberts, 2015, 1). İlk fabrika sahipleri, çalışanlarının sağlığına ve esenliğine çok fazla önem vermedikleri için para kazanmaya odaklanmıştır (Outman ve Outman, 2003: 79).

Birinci Endüstri Devrimi ile gelişen teknolojiler Tablo 1’de özetlenmiştir.

Tablo 1: BED Teknolojileri

Tarih	Teknoloji
1631	David Ramsay, İngiliz hükümetinden buhar haline getirilen ısıtılmış suyla çalışan pompa için patent almıştır.
1712	Thomas Newcomen, ilk buharlı motoru İngiltere’de geliştirmiştir.
1763	James Watt tarafından buharlı makine icat edilmiştir
1764	James Hargreaves geleneksel iplik makinasının yeni bir versiyonunu icat etmiştir
1765	Richard Reynolds tarafından ilk demir raylar İngiltere’de tanıtılmıştır.
1769	Richard Arkwright su gücüyle dönen pamuk makinesini icat etmiştir
1802	Richard Trevithick buharlı lokomotifini geliştirmiştir.
1807	Robert Fulton adındaki Amerikalı, buharlı makineyi gemilerde kullanmıştır.
1812	Buharlı makine ilk kez lokomotiflerde kullanılmaya başlandı.
1825	George Stephenson Locomotion isimli lokomotifini İngiltere’de 32 km bir ray boyunca işletmiştir. Bu ilk defa kamuya ait bir tren yolunda işletilen buharlı lokomotifidir.
1840	İlk düzenli okyanus ötesi buharlı gemi seferleri başlamıştır.
1844	Samuel Morse, ABD’de ilk ticaret amaçlı telgraf servisini hizmete açmıştır

Yazarlar tarafından derlenmiştir.

1763 yılında icat edilen buharlı makine, turist taşımacılığını da kapsayan BED’in başlangıcı olarak da kabul edilmektedir (Gierczak, 2011: 275). BED döneminde geliştirilen teknolojiler ve icatlar aynı zamanda turizm endüstrisi için de önemli etkiler bırakmıştır. BED döneminde buharlı makinelerin trenlere ve gemilere uygulanması turizm endüstrisi için en önemli icat olarak görülebilir. Turist taşımacılığının gelişmesi ile 1820lerde San Sebastian destinasyonu banyo tesislerini kullanmak amacıyla birçok turist ugrak yeri olmuştur (Larrinaga, 2005: 93). Deniz

kıyısı ziyareti de banyo tesisleri (spa) ile beraber başlamıştır. Bu yıllarda deniz kıyısı seyahatleri sağlık, iyileşme ve moda için uygun olarak tanınma istekleri ile başlamıştır (Beckerson ve Walton, 2005: 55).

1820li yıllarda hizmete açılan Liverpool - Manchester demiryolu hattında 1842 yılına kadar 23 milyondan fazla yolcu taşınması yapılmıştır (Page 2009: 51). Thomas Cook, 1841’de ilk paket turunu tanıtmıştır; fakat aslında bu dönemde demiryolları ile gezi amaçlı yolcu taşınması beklenmeyen bir kullanım alanıydı (Lickorish ve Jenkins,

2006: 17). Thomas Cook, Loughborough ve Leicester arasındaki ilk yolculuğunu Teetotalers Club üyeleri için düzenlemiştir. Bu yolculuğun ardından Thomas Cook, 1845 yılında otuz yıl içinde dünya çapında bir acenta haline gelen bir seyahat acentesi kurmuştur (Enzensberger, 1996: 128).

BED döneminde gezilere katılan turistler gittikleri yerler ile ilgili bilgiler de toplamaya başlamıştır. En önemli İngiliz el kitapları yayıncılarından olan John Murray, BED döneminde gezginlerin eserlerini yayınlamaya başlamıştır. Örneğin, Murray 19. yüzyılın en iyi satanlarından biri olan "*Güney Afrika'da David Livingstone'un Misyoner Seyahatleri ve Araştırmaları*" kitabını 1857'de yayınlamıştır (Mackenzie, 2005: 22). Benzer şekilde Büyük Britanya'da 1854 yılında Kraliyet Otel Rehberi yayınlanmıştır. Bu rehberde çoğu sahil beldelerinde ve şehirlerde olan 8000'den fazla otel listelenmekteydi (Page, 2009: 51).

3. İKİNCİ ENDÜSTRİ DEVRİMİ VE TURİZM

Endüstri Devrimi'nin Büyük Britanya'dan Amerika Birleşik Devletleri'ne ve Avrupa'ya hızla yayılmasıyla, bazıları yeni olan ve bazıları da mevcut makinelerle geliştirilmiş olan bir icat dalgası oluşmuştur. Bilimde, özellikle kimyadaki ilerlemeler, özellikle tarım ve tıpta köklü değişikliklere yol açmıştır. Petrol, önemli bir enerji kaynağı haline gelmiş ve yeni bir mobil makineler sınıfına (özellikle otomobil ve kamyonlar) yol açmıştır. Elektrik, yeni motorların piyasaya sürülmesinin yanı sıra, hem fabrikalar hem de evler için verimli aydınlatmaya yol açan yeni bir enerji sağlama aracı olarak geliştirilmiştir (Outman ve Outman, 2003: 107). İkinci endüstri devrimi (İED) montaj hatlarına (özellikle Henry Ford tarafından tasarlandığı gibi) ve çelik üretimine odaklanmış ve kitlesel üretimde üretkenliği artırma hedeflenmiştir. İlk etkileri ABD ve Almanya'da 1860 yılında belirmiştir (Tien, 2012, 262). İED ile iş sahaları bu sefer

imalattan hizmetlere kaymaya başlamıştır (Blinder, 2006: 116).

19. yüzyılın sonlarında başlayan ikinci endüstri devrimi, ulaşım ve üretimde önemli teknolojik ilerlemeye yol açmıştır. Otomobil, vapur, anten ve telgraf teknolojileri, ekonomiden sosyal değişime kadar her türlü gelişmeyi etkilemeye başlamıştır (Roberts, 2015: 2). İED'in temel kolaylaştırıcı teknolojileri ise güç kaynaklarındaki değişim (elektrik gücü), ulaşım (demiryolları, otomobil); demir ve çelik üretiminde gelişmeler; ampulün icadıdır. Janicke ve Jacob'a (2009: 10) göre İED kitlesel üretim ile kitlesel kazançlara olanak sağlamıştır. Sonuç olarak, gelir dağılımında köklü bir değişimden dolayı sendikal hakların ve sosyal güvencenin sağlanması gerekliliği sorunu oluşmuştur.

İED döneminde ilk elektrikli tren Berlin Ticaret Fuarı'nda tanıtılmıştır. Elektrikli tren Ernst Werner von Siemens'in icadıydı. 1881'de, Berlin'e yakın 2,5 metrelik bir elektrik hattı inşa edilmişti ve iki yıl sonra Switlandland'daki Burgdorf ve Thun arasındaki demiryolu elektrikleştirildi. Otomobilin tarihi ise Daimler şirketinin iki silindirli bir motor sergilediği 1889 Paris Fuarı'nda başlamıştır (Gierczak, 2011: 275). İED ile çok sayıda yeni teknoloji icat edilmiştir. Bu icatların hız kazanması yaklaşık 70 yıllık bir süredir devam eden teknik değişimlerden dolayıdır (Atkeson ve Kehoe, 2001). İED ile gelişen bazı teknolojiler Tablo 2'de özetlenmiştir.

19. yüzyılda, buhar motoru demiryolu ve buharlı gemiler tarafından yaygın bir kullanım haline gelmiş, ardından benzinli motorun icadı ve sert yüzey yollarının geliştirilmesi motorlu turizmin gelişmesine imkân sağlamıştır. 1840'ta bir İngiliz şirketi olan Cunard, ilk kez transatlantik seferler gerçekleştirdi. Yolcu taşımacılığı büyük ölçüde göç nedeniyle gelişmiştir ve I. Dünya Savaşı'ndan beri de turizm amacıyla kullanılmaktadır (Gierczak, 2011: 275). Transatlantik seyahat, 1860'larda hız kazanmış ve büyük tur konsepti ortaya çıkmıştır. Transatlantik seyahatler geliştirilmiş ulaşım, artan zenginlik, merak

ve yeni deneyim cazibesi tarafından motive edilmiştir (Lickorish ve Jenkins, 2006: 18). İkinci Dünya Savaşı'nın bitimine kadar, transatlantik gemiler turizmde kıtalararası taşımacılığın tek aracıydı (Gierczak, 2011: 275). 1864 yılında Madrid-Irun-Paris

demiryolu hattı ile bağlantılı olan Alar ve Venta de Banos arasındaki demiryolunun tamamlanması ile sadece bu şehirlerdeki kaplıçalarda turizm hareketliliği hız kazanmıştır (Larrinaga, 2005: 99).

Tablo 2: İED Teknolojileri

Tarih	Teknoloji
1830ler	Samuel Morse - Telgraf
1876	Alexander Graham Bell - Telefon
1877	Thomas Edison fonograf isimli ses kayıt cihazını icad etti
1879	Thomas Edison New Jersey'deki Menlo Park içerisinde yarım mil boyu sokağı ışıklandırmıştır.
1880ler	Elektrik ve ampul ile beraber konveyör bantları / montaj hatları; elektrikli lambalar = 24 saat çalışma
1880ler	Elektrikli tramvaylar / arabalar
1889	Alman mühendis Gottlieb Daimler, günümüz otomobillerindeki motorlara benzeyen bir motor geliştirmiştir
1895	Guglielmo Marconi - Kablosuz Telgraf / Radyo
1908	Henry Ford Model T'yi tanıtmıştır
1910	Hidroelektrik güç

Yazarlar tarafından derlenmiştir.

1870'de Hotel Ezcurra ve 1884'de Hotel Bermejo turizm amaçlı olarak İspanya'da hizmete başlamışken, 1881'de Hotel de Inglaterra ve 1884'de Hotel Continental Fransız'da hizmete girmiştir (Larrinaga, 2005: 97). 1880'li yıllara kadar demiryolu sistemlerinin gelişmesiyle beraber sahil tatilleri istikrarlı bir şekilde artmıştır ve orta sınıf ailelerin en azından bir hafta boyunca bir sahil tatili yapabilmeleri sağlanmıştır (Beckerson ve Walton, 2005: 56). 1872'de Thomas Cook, ilk dünya turunu "Oceanic" adında bir gemi ile organize etmiştir. Hava turizmi ise 1918 ve 1919'da Paris-Brüksel ve Londra-Paris rotalarında düzenli hatlar ve Berlin-Leipzig rotalarında ilk düzenli yolcu seferleri ile başlamıştır (Gierczak, 2011: 275). Castle Line denizcilik şirketi 1890'larda turistler, sporcular ve göçmenlere rehberlik etmesi amacıyla ilk kez "Güney Afrika Rehberlik Kılavuzu" kitabını yayınlamıştır (Mackenzie, 2005: 19). EİD döneminde turizm faaliyetlerinin hız kazanmasından dolayı "Touring Club de France" 1890'da ve "Alliance Internationale de Tourisme" ise 1898'de kurulmuştur (Lickorish ve Jenkins, 2006: 20).

4. ÜÇÜNCÜ ENDÜSTRİ DEVRİMİ VE TURİZM

Üçüncü Endüstri Devrimi (ÜED), 1950'lerin son yarısında ABD şirketlerinin ulusal ve uluslararası işlemlerinin artması başlamıştır (Leighton, 1970: 4) ve önceki devrimlere benzer şekilde, ÜED temel olarak üretim, dağıtım ve enerji faktörlerindeki teknolojik gelişmelerden kaynaklanmaktadır (Roberts, 2015: 2). İlk iki endüstri devrimi, mallara (özellikle mamul mallar) odaklanmışken, üçüncüsü hizmetler ve mallara (özellikle hizmet ve / veya malların entegrasyonu) odaklanmıştır (Tien, 2012: 262). ÜED hem küresel hem de yereldir, bundan dolayı "küyerel" terimi ortaya çıkmıştır. ÜED çalışma, üretme ve eğlenme şeklimizi değiştirmeye başlamıştır. Şehirler ile bölgeleri planlama ve yönetme biçimimizi kökten değiştirmiştir. Aynı zamanda, üretimin küreselleşmesine ve işlerin yeniden ivmelenmesine de yol açmıştır (Roberts, 2015: 2).

ÜED terimi, ilk defa iktisatçı Rifkin (2011) tarafından kullanılmıştır. Yazar, ÜED'nin internet teknolojisinin yenilenebilir enerji ile entegrasyonu olduğunu belirtmiştir ÜED

kitlesel kişiselleştirmede (özellikle hizmetlerin ve imal edilen malların entegrasyonu) üretkenliği arttırmayı, aylar boyunca çalışabilen ve çoğunlukla beyin gücüne bağlı olan bilgisayar ve iletişim teknolojilerini işletmelerde kullanmayı amaçlamıştır (Tien, 2012: 262). ÜED'in

temel kolaylaştırıcı teknolojileri ise dijital güç, dijital mantık devreleri, mikro-denetleyiciler, bilgisayarlar, bilgisayar destekli tasarım / üretim, endüstriyel robotlardır. Tablo 3'de ilk üç endüstri devrimi ile ilgili özellikler özetlenmiştir.

Tablo 3: Birinci Endüstri Devrimi'nden Üçüncü Endüstri Devrimi'ne

	BED	İED	ÜED
Etkin Teknoloji	Buhar motoru, güç tezgâhı, demir işleme	Elektrik, kimya, yanmalı motor, montaj hattı, sentetik maddeler	BİT, mikroelektronik, temiz teknoloji, biyoteknoloji, geri dönüşüm
Enerji Kaynağı	Kömür	Kömür, petrol, nükleer güç	Yenilenebilir teknoloji, enerji verimliliği
Ulaşım / İletişim	Demiryolu, telgraf	Araba, uçak, radyo, TV	Yüksek hızlı tren, İnternet, mobil telefon
Toplum	Burjuvazi, serbest ticaret, anayasal devlet	Kitle üretim, parlamenter demokrasi	Sivil toplum, küreselleşme, küresel yönetim
Temel Ülkeler	İngiltere, Belçika, Almanya, Fransa	ABD, Japonya, Almanya	AB, ABD, Çin, Japonya

Kaynak: Janicke and Jacob, 2009: 5

İlk iki endüstri devrimi gibi ÜED'nin de, toplumumuzun hemen her yönünü değiştiren önemli etkileri olmuştur

(Roberts, 2015: 1). ÜED ile gelişen bazı teknolojiler Tablo 4'de özetlenmiştir.

Tablo 4: ÜED Teknolojileri

Tarih	Teknoloji
1960lar	Bilgisayar
1980ler	Kişisel bilgisayarlar
1990lar	İnternet
2008	Google'ın Android işletim sistemi ile çalışan HTC Dream telefonu tanıtı
2010	Apple, akıllı cep telefonları ve laptoplar arasındaki boşluğu tablet bilgisayar ile doldurdu

Yazarlar tarafından derlenmiştir.

ÜED döneminde, 1945'ten sonra turizm, toplu seyahat ile yeni bir gelişme evresine girmiştir. 1953 yılında iki günlük turlarda Lyon, Barselona, Madrid, Tangiers, Kazablanka ve Agadir'de bir mola ile turistleri gezdiren 36 kişilik ikiz motorlu bir uçak olan Vickers Viking tasarlandı. (Gierczak, 2011: 275).

5. DÖRDÜNCÜ ENDÜSTRİ DEVRİMİ VE TURİZM

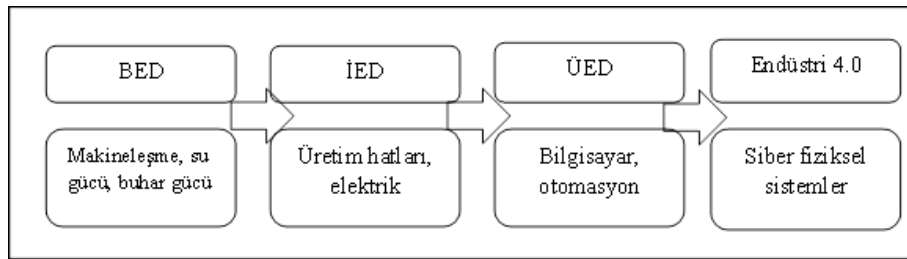
Günümüzde, Bilgi ve İletişim Teknolojilerinin (BİT) gelişmesiyle tetiklenen dördüncü sanayi devrimi içerisinde yer almaktadır. Endüstri 4.0 teknoloji temelli ve siber-fiziksel sistemlerin akıllı otomasyonudur denilebilir. Endüstri 4.0 terimi ilk olarak 2011 yılında Hannover fuarında kullanılmıştır (Rojko, 2017: 80). Endüstri 4.0 robotik, analitik, yapay zeka ve bilişsel teknolojiler, nanoteknoloji, kuantum

bilgi, giyilebilir teknolojiler ve Nesnelerin İnterneti gibi yeni nesil teknolojilerin insan ve işletmelerin hayatına girmesiyle beraber ortaya çıkmıştır (Cotteler ve Sniderman, 2017: 2).

Endüstri 4.0 ile beraber dijitalleşme bilgi yönetimi ve üretim / hizmet alanında iş yapma şekillerini değiştirmeye başlamıştır. Çünkü hafif robotlar, tablet bilgisayarlar, transponderler (birbiri ile konuşabilen cihazlar), sensörler ve yapay zeka gibi teknolojiler işletmeler için daha ekonomik olmaya başlamıştır (Schlund vd., 2014: 4).

BED’den günümüze endüstri devrimlerine yön veren teknolojilerin özeti Şekil 1 de verilmiştir.

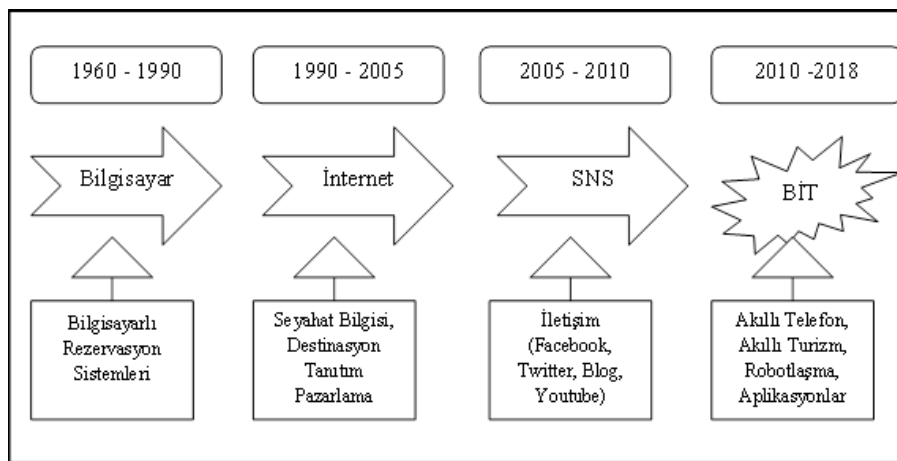
Şekil 1’de görüldüğü gibi endüstri devrimi makineleşme, su ve buhar gücü ile başlamıştır. Elektrik ile İED başlamış ve işletmeler üretim hatlarını, lambayı, elektriği kullanarak 24 saat ve daha hızlı bir üretim sürecine girmiştir. Bilgisayar ve otomasyon ile ÜED başlamış ve hizmet sektörü hızla büyümeye başlamıştır. Günümüzde ise siber fiziksel sistemler ve yeni nesil teknolojiler ile Endüstri 4.0 devrine girilmiştir.



Şekil 1: BED’den Endüstri 4.0’a Süreç (Yazarlar tarafından çizilmiştir)

BİT’in ile hızla gelişen yeni nesil teknolojiler ile “akıllı” kavramını günümüzde sık kullanılır hale getirmiştir (Caragliu vd., 2011). Turizm endüstrisi yeni teknolojilerden etkilenen bir endüstri olmasından dolayı yeni teknolojilere turizm

endüstrisi hızla uyum sağlamaya başlamaktadır (Dominguez vd., 2015). Şekil 2 1960’dan günümüze yeni teknolojilerin turizmde nasıl kullanıldığını göstermektedir.



Şekil 2: 1960’dan Günümüze Teknolojiler ve Turizmde Kullanımı

Şekil 2’de görüldüğü gibi bilgisayar ile turizm endüstrisinde bilgisayarlı rezervasyon sistemlerine geçişe yön vermiştir. İnternet ile turizm endüstrisinin tanıtım ve pazarlaması İnternet üzerinden yapılmaya başlamıştır. SNS teknoloji ile geliştirilen Facebook, Twitter, Youtube gibi sosyal medya aracılığıyla turizm endüstrisi sosyal medyayı kullanmaya başlamıştır.

BİT ise günümüzde turizm endüstrisini önemli ölçüde etkilemeye ve değiştirmeye başlamıştır. Özellikle hızla gelişen akıllı telefon uygulamaları turistlere destinasyon rehberleri, adres bulma, döviz kuru hesaplama, otel ya da uçak rezervasyonu yapma gibi birçok kolaylığı hızlı bir şekilde sunmaktadır. Akıllı telefonlar bilgi arama, sosyal ağlar, navigasyon vb. gibi geniş bir hizmet yelpazesi sunan binlerce mobil uygulamayı desteklemektedir (Wang, vd., 2012: 371). Kramer vd (2007) turistlerin seçimlerinin akıllı telefonlarla kolayca değiştirilebileceğini ortaya koymuşlardır. Saari vd. (2008) yaptıkları çalışmada turistlerin mobil telefonunu çoğunlukla fotoğraf ve ses/video kaydı için kullandıklarını belirtmişlerdir. Akıllı telefonlar turistlere sadece geziler sırasında ve sonrasında tecrübelerini paylaşımını değil daha fazla bilgiye ulaşma ve turizm ürünlerinin satın almasını kolaylaştırmaktadır. Akıllı telefon sağlayıcıları çeşitli çevrimiçi sistemler aracılığıyla yüz binlerce akıllı telefon uygulamasına erişim sunmaktadır. Son yıllarda, akıllı telefon uygulamaları turistlerin deneyimler yaratmasına yardımcı olan yeni bir araç olarak ortaya çıkmıştır.

Akıllı telefonların ve akıllı telefon uygulamalarının potansiyel etkisi göz önüne alındığında, mobil uygulamaların turistlerin seyahat deneyimlerini nasıl şekillendirebildikleri daha iyi anlaşılmaktadır (Wang, vd. 2011).

Endüstri 4.0 ile gelişen yeni nesil teknolojiler ile ortaya çıkan akıllı turizm geleneksel turizmden e-turizm mantığına geçiş süreci olarak görülebilir (Hwang vd., 2015: 180). Gretzel vd.’ne (2015a) göre bir şehir, sosyal ve insan sermayesi ile beraber BİT altyapısına yatırım yaptığı, BİT’i kaynak üretimi ve tüketimini optimize etmek için kullandığında “akıllı” olarak nitelendirilebilir. Akıllı şehir kavramı birçok endüstriyi kapsamaktadır; dolayısıyla turizm endüstrisini de kapsamaktadır (Buhalis ve Amaranggana, 2014). Bundan dolayı Boes vd. (2015) akıllı şehri, turistlere ve yerel halka, her zaman ve gerçek zamanlı hizmet sunmak için tüm yerel kuruluşları birbirine bağlayan, bağlantılı bir sistem olarak tanımlamaktadır. Akıllı turizm akıllı teknoloji tarafından desteklenen turistik faaliyetleri kapsamaktadır (Gretzel vd., 2015b). Akıllı turizm destinasyonu ise akıllı şehirde önceden mevcut olan dört temel bilgi ve iletişim teknolojisini kullanmaktadır. Bunlar; Nesnelerin İnterneti, mobil iletişim, bulut bilişim ve yapay zeka teknolojileridir (Guo vd., 2014). Yeni nesil teknolojiler kullanılarak turizm endüstrisinde kullanım amacıyla geliştirilen turizm uygulamalarından bazı örnekler Tablo 5’de verilmiştir.

Tablo 5: Bazı Turizm Uygulamaları

Kapsam	Uygulama
Ulaşım	Skyscanner, Gopili, Uber, TripIt, MyTaxi, Kayak, TaxiMagic, Hopper
Konaklama	TripAdvisor, AirBnb, Booking, Trivago, Kayak, Hostelworld, Hoteltonight, Couchsurfing, Agoda, Otelz, Gezinomi
Yiyecek-İçecek	Localeats, Foursquare, Happyhours, Opentable, Ubereats, Zomato, Zagat, Happycow
Tanıtım-Pazarlama	Facebook, Youtube, Instagram, Google+, Tumblr, VKontakte, Pinterest, Vine, Flickr

Yazarlar tarafından derlenmiştir.

Tablo 5’de özetlendiği gibi yeni nesil teknolojiler ile geliştirilen uygulamalar turizm endüstrisinde ulaşım, konaklama, yiyecek-içecek ve tanıtım-pazarlama amaçlı olabilmektedir. Airbnb konaklama için geliştirilen uygulamaların en önemlisidir. Airbnb bugün dünya çapında binlerce konaklama seçeneğini akıllı telefonlar ile kullanıcılarına sunmaktadır. İster bir geceliğine bir apartman dairesi, tekne, çadır veya bir haftalığına bir şato ya da deniz feneri ister bir aylığına villa olsun, Airbnb üzerinden 25.000’den fazla şehirde ve 192 ülkede farklı fiyat seçenekleriyle ev, ev odası, otel vb. kiralamak mümkündür (Airbnb, 2018). Turizm uygulamalarının artması ile beraber bu konuda yapılan çalışmalar ve uygulama önerileri de artış göstermeye başlamıştır, Çelik ve Topsakal (2017) Antalya destinasyonu akıllı turizm uygulamalarını, Can vd. (2017) yerli otel zincirlerinin mobil uygulamalarını, Esen ve Türkay (2017) turizm endüstrisinde büyük veriyi, Özgüneş (2017) turizm endüstrisinde artırılmış gerçekliği, Kayıkcı ve Bozkurt (2018) turizm endüstrisinde yapay zeka konularına odaklanarak çalışmalar gerçekleştirmişler. Benzer şekilde Özen (2018) Kapadokya için mobil turist rehberliği ve Topsakal vd. (2018) Antalya destinasyonu için akıllı turist kartı önerileri kapsamında uygulamaya yönelik çalışmalar ele almışlardır.

Son yıllardaki gelişmeler göz önünde bulundurularak, önümüzdeki 5 yıl içinde bulut bilişim, mobil uygulamalar, robotlar, yapay zeka, otonom araçlar ve 3 boyutlu baskı gibi teknolojilere uyum ile Turizm 4.0 çağına girilmesinin kaçınılmaz olduğu söylenebilir. Yeni nesil teknolojiler turizm endüstrisinde gelecekte personelin sahip olması gereken yetenekleri de

göstermektedir (Dünya Ekonomik Forumu, 2016). Örneğin, Japonya’daki “Henn Na Hotel” (<http://www.h-n-h.jp/en/>, 2018) turistlerin deneyimini, verimliliği ve konforu en üst düzeye çıkarmak için en yeni teknolojileri kullanmaktadır. Ses ve yüz tanıma gibi teknolojiler kullanılan bu otel genel olarak robotlar tarafından yönetilmektedir. Resepsiyonda konukları karşılama, check-in ve yardımcı olmaktan sorumlu 3 adet çok dilli robot (bir tanesi konuşan dinazor) görev yapmaktadır. Vestiyerde robotik bir kol bagajı depolamakta ve kapı robotları bagajları odalara taşımaktadır (Alexis, 2017: 211). Endüstri 4.0 çağında akıllı otomasyon ve birbiri ile iletişim kurabilen sistemlerin artması işletmelerin personel seçiminde ne gibi kriterler (örneğin; ne gibi beceriler, yetkinlikler, hangi görevlerin insan gücü ile yapılması, hangi rollerin artık gereksiz olduğu) isteyeceği konusunu gündeme getirmiştir (Cotteler ve Sniderman, 2017: 9).

6. VERİ ELDE ETME YÖNTEMİ

Çalışmanın amacına ulaşmak için öncelikle SWOT analizi gerçekleştirilmiştir. SWOT analizi pratik olması nedeniyle yaygın olarak kullanılmaktadır (Pickton ve Wright, 1998). SWOT analizi; stratejik bir plan geliştirilmesi aşamasında, sorun tanımlama ve çözüm oluşturulması aşamalarında, nicel verilerin yetersiz, bilgilerin kişilerin belleklerinde olduğu durumların analizinde kullanılmaktadır (Güngör ve Arslan, 2004). Bu çalışmada veri elde etmek amacıyla ilgili literatür taranmış ve alanında uzman akademisyen görüşü alınmıştır. Bu kapsamda SWOT analizinde kullanılan bazı kaynaklar Tablo 6’da verilmiştir.

Tablo 6: SWOT Bazı Kaynaklar

Yazar(lar)	Yıl	Çalışma Adı
Topsakal, Y., Yüzbaşıoğlu, N., Bahar, M.	2018	Endüstri 4.0 Çağında ‘Akıllı’ Olma Yolunda Oteller İçin Öneriler
Yüzbaşıoğlu, N., Çelik, P., Topsakal, Y., Bahar, M.	2018	Endüstri 4.0 ve Akıllı Turizm: Antalya Destinasyonu Akıllı Turist Rehberi Uygulama Geliştirilmesi
Yüzbaşıoğlu, N., Topsakal, Y., Maulen, A.	2018	Review of Airbnb Market Share on the Eurasia Tourism and Hospitality
Ivanov S, Webster C, Garenko A,	2018	Young Russian Adults' Attitudes Towards the Potential Use of Robots in Hotels
Topsakal, Y., Yüzbaşıoğlu, N., Çelik, P.	2018	Yeni Nesil Turist Kartları: Antalya Destinasyonu Turist Kartı Önerisi
Öztürk, E., Koç, K.H.	2017	Endüstri 4.0 ve Mobilya Endüstrisi
Peters, M.A.	2017	Technological Unemployment: Educating for the Fourth Industrial Revolution
Topsakal, Y., Çelik, P.	2017	Turizmde Yeni Bir Strateji: Akıllı Destinasyonlar
Alexis, P.	2017	R-Tourism: Introducing the Potential Impact of Robotics and Service Automation in Tourism
Rojko, A.	2017	Industry 4.0 Concept: Background and Overview
Sommer, L.	2015	Industrial Revolution - Industry 4.0: Are German Manufacturing SMEs the First Victims of this Revolution?
Blinder, A.S.	2006	Offshoring: The Next Industrial Revolution?

Yazarlar tarafından derlenmiştir.

7. TÜRKİYE TURİZM 4.0 SWOT ANALİZİ

Çalışma kapsamında Türkiye turizm endüstrisi için Endüstri 4.0'a uyum ve geçiş süreci bağlamında önerilerde bulunmak amacıyla öncelikle Türkiye turizm endüstrisinin güçlü-zayıf yönleri ve fırsatları-tehditleri belirlenmiştir. Bu bağlamda sonuçlar şu şekildedir;

Güçlü Yönler

- Türkiye'nin turizm bağlamında yeni pazarlar yaratma potansiyelinin olması,
- Türkiye'nin geniş bir yelpazede turizm kaynaklarının olması,
- Türkiye turizm sektörünün teknolojik gelişmeleri benimsemesi ve hızlı uyumu,
- Fiber İnternet ve LTE altyapısının yaygınlaştırılması ile beraber hızlı İnternete ulaşan vatandaş / turist sayısının ülkemizde artmış olması,

- Endüstri 4.0 teknolojilerinin farkında olan bazı turizm sektör yöneticilerinin mevcudiyeti,
- Hali hazırda bazı büyük ölçekli otellerin giyilebilir teknolojileri test edip yararlanmaya başlamış olması,
- Turizm lisansüstü eğitiminde inovasyon gibi teknolojik içerikli teori derslere yer verilmiş olması.

Zayıf Yönler

- Türkiye'nin çok çeşitli turizm kaynaklarını düşük bir potansiyelle kullanıyor olması,
- Türkiye ÜED'nin gereği olan bilişim ve otomasyon teknolojilerine geçiş sürecini tamamlamamış olmasından dolayı turizm işletmelerinin henüz Endüstri 4.0 organizasyonel yapısına uyum sağlayamaması,
- Hem turizm sektöründe hem diğer sektörlerde kullanılacak olan yapay zekâya sahip “insansı robotlar” gibi

araçları yapma konusunda teknoloji alt ve üstyapısının yetersizliği

- Türkiye’de Endüstri 4.0 teknolojilerinin geliştirilmesi ve uyum sağlanması maliyetlerinin yüksekliği,
- Ülkemizde yazılım yatırımları için finansman sıkıntısı olması,
- Turizm örgün eğitimde Endüstri 4.0 gereksinimleri doğrultusunda derslerinin verilmemesi,
- Turizm sektöründe Endüstri 4.0 teknolojilerine uyum sağlamış vasıflı insan gücü yetersizliği,
- Endüstri 4.0 ile teknik elemana ihtiyaç duyulacağından dolayı, bu konuda yeterli bilgiye sahip turizm teknik elemanlarının yetiştirilmeyişi,
- Turizm kapsamında yetkin teknik elemanların yetiştirilmemesinde dolayı bu açığın dış kaynaklardan temin edilme zorunluluğunun ortaya çıkması,
- Endüstri 4.0 gereksinimleri bağlamında turizm sektöründe vasıf ve teknik bilgi gerektiren işlerin artmasından dolayı turizm teknik elemanlarını yetiştirmeye yönelik herhangi bir çalışma yapılmaması,
- Dijitalleşme ve Endüstri 4.0 teknolojilerinin farkında olmayan yöneticilerin olması,
- Ülkemizin Endüstri 4.0 için yeterince fon ayırmaması.

Fırsatlar

- Turizm fakültelerinin ve teknoloji fakültelerinin iş birliği yapma olanağı,
- Türkiye’deki üniversitelerin teknoparklarının turizm Endüstri 4.0 için teknoloji üretebilme altyapısına sahip olmaları,
- Teknoparklar aracılığıyla turizm sektörü Endüstri 4.0 yazılımlarında öz kaynaklarımızın kullanılıp avantaja çevirebilme potansiyeli,
- Üniversite-sanayi işbirliği ile turizm sektörü ve turizm fakültelerinin ortak çalışıp Endüstri 4.0’a sektörü taşıma kapasiteleri,

- Turizm sektörünün teknoloji temelli hizmetler geliştirme potansiyeli,
- Türkiye turizm sektörünün hizmet verebileceği yeni pazarlar yaratma potansiyeli.

Tehditler

- 2020 itibari ile Avrupa endüstrisi internet uygulamalarına yıllık € 140 milyar yatırım finansı vermesi,
- Almanya 2020’ye kadar Endüstri 4.0 için her yıl için 20 milyar Euro civarında altyapı yatırımı yapmaya başlamış olması,
- İnsansız hizmet amacı için AB üye ülkeler, Amerika, Çin ve Japonya’nın turizm amaçlı Endüstri 4.0 teknolojileri geliştirip test etmeye başlamış olması,
- Londra, Amerika merkezli uluslararası turizm işletmelerin şu anda yürüttükleri faaliyetleri, çok az insan gücü kullanarak nasıl turistlere sunabileceklerinin arayışına girmeleri,
- Endüstri 4.0 ile yeni iş modellerinin ortaya çıkmaya başlaması; fakat Türkiye turizm işletmelerinin son teknolojik gelişmelerden habersiz olması,
- Endüstri 4.0 ile artan istihbarat, siber güvenlik ve veri güvenliği konuları,
- Küçük ve orta boy turizm işletmelerinin, turizm personellerinin, yerel politika belirleyicilerinin ve turizm sektör topluluklarının Endüstri 4.0 gereksinimlerinin farkında olamamaları,
- Turizm endüstrisinin faaliyet gösterdiği piyasanın kırılganlığı,
- Yabancı girişimcilerin Endüstri 4.0’a yerli yatırımcılardan daha önce uyum sağlamaları.

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Endüstri 4.0 yapay zeka, artırılmış gerçeklik, Nesnelerin İnterneti, İnternetin Hizmetleri, Beacon, uygulamalar gibi yeni nesil teknolojiler ile endüstrileri değiştirmeye başlamış ve dünya dördüncü kez evrilme sürecine girmiştir. Bu

kapsamda teknolojilerden en çok etkilenen endüstrilerden biri olan turizm endüstrisi de hızla yeni nesil teknolojilerin uygulama bulduğu bir alan olmuştur. Dolayısıyla Endüstri 4.0 için kullanılan 'akıllı' kelimesi turizm endüstrisinde 'akıllı turizm' olarak yer edinmiştir. Endüstri 4.0'ın temelini oluşturduğu yeni nesil teknolojilerin neler olduğu ve bunların turizm endüstrisinde nasıl uygulama alanı bulduğu ile ilgili fikir sahibi olmak ve Endüstri 4.0 teknolojilerini yakalamak Türkiye turizm endüstrisi için büyük bir öneme sahiptir. Çünkü geniş bir yelpazede turizm kaynaklarına sahip olan ve bu kaynakları düşük verimlilikle kullanan Türkiye turizmi için Endüstri 4.0 teknolojilerinin benimsenmesi ve turizm endüstrisi tarafından uygulanması ülkemizde sorunları çözen bir turizm devriminin gerçekleştirilmesine olanak tanıyabilir. Türkiye'de turizm endüstrisinin yaşadığı sorunları akıllıca çözmek, rekabet üstünlüğü sağlamak, mevcut rekabet avantajını kaybetmemek için çağa uyum sağlanıp 'akıllı turizm' sistemi kurmak için gerekli olan unsurların teknoloji, büyük veri, algoritmalar, yapay zekâ, insansı robotlar gibi teknolojilerin olduğu söylenebilir.

Türkiye turizm endüstrisi Turizm 4.0 uygulamalarının başarılı olmasının yolunun ise eğitimden geçmektedir. Ülkemizde vasıfsız insan gücünün çalıştığı turizm endüstrisinde Endüstri 4.0 ile artık vasıflı ve turizm teknik elemanlarına ihtiyaç duyma sorunu ortaya çıkabilir. Dolayısıyla turizm endüstrisi için Endüstri 4.0 teknolojilerine uyum sağlaya vasıflı insan gücü yetiştirilmelidir. Türkiye gibi genç bir insan gücü nüfusuna sahip bir ülkede, turizm eğitimi bağlamında turizm öğrencilerine Endüstri 4.0 yeni nesil teknolojileri ve gereksinimleri kapsamında eğitim verilmesi sektör için önem arz etmektedir. Endüstri 4.0 gereksinimlerine uygun öğrenciler yetiştirilmez ise, akıllı oteller devrinde vasıflı kişilerin ithal edildiği ve ülkemizdeki turizm mezunlarının sektöre uyum sağlayamayıp başka işlere yöneldiği gerçeği ile karşı karşıya kalınabilir. Böyle bir sonuç ise

Endüstri 4.0 devrimi ile uyum sağlanamamanın ülkelerde işsizlikle sonuçlanabileceğini göstermektedir. Ayrıca çalışma kapsamında şu önerilerde bulunulmuştur:

- Sürdürülebilir bir akıllı turizm için Endüstri 4.0 yeni nesil teknolojilere yatırımların yapılması ve bu kapsamda turizm fakülteleri-teknoparklar-turizm işletmeleri arasında işbirliğinin sağlanması gerekmektedir,
- Turizm endüstrisinde yeni nesil teknolojilere yatırım yapan işletmelere ve bağımsız girişimcilere destek verilerek önleri açılmalıdır,
- Turizm endüstrisinde Endüstri 4.0 uyum çalışmaları yürüten akademisyen ve eğitimcilere destek verilerek yenilikçi fikirler ortaya çıkarılmalıdır,
- Turizm endüstrisi Endüstri 4.0 projelerinde aktif olarak kullanılabilir yeni nesil teknolojiler temelli uygulamaların geliştirilmesi sağlanmalıdır,
- Turizm eğitimin her kademesinde Endüstri 4.0 ile ilgili eğitimler verilmelidir,
- Turizm eğitim müfredatları Endüstri 4.0 gereksinimleri çerçevesinde güncellenmelidir,
- Turizm eğitimi ve sektörde her aşamada BİT ile entegrasyon sağlanmalıdır,
- Turizm meslek liselerinde turizm teknik elemanları yetiştirilmesi amacıyla alan açılmalıdır.

Çalışmada birinci endüstri devriminden günümüzdeki Endüstri 4.0'a kadar süreç içerisindeki gelişen teknolojiler ve bu teknolojilerin turizm endüstrisine nasıl yön verdiği incelenmiştir. Endüstri 4.0 kapsamında ileriye yönelik olarak, turizm endüstrisinde uygulamalı bir çalışma yapılmasının, Türkiye Turizm 4.0 için zayıf yönlerinin ortaya çıkarılması ve fırsatların kullanılabilmesi açısından önemli olacağı söylenebilir.

KAYNAKÇA

1. AIRBNB (2018). <https://www.airbnb.com.tr> 28.08.2018.
2. ALEXIS, P. (2017). “R-Tourism: Introducing the Potential Impact of Robotics and Service Automation in Tourism”, *Ovidius University Annals, Economic Sciences Series*, XVII(1), 211-216.
3. ATKESON, A. ve KEHOE, P.J. (2001). *The Transition to a New Economy After the Second Industrial Revolution*. Nber Working Paper No. 8676, National Bureau of Economic Research, Cambridge.
4. BECKERSON, J. ve WALTON, J.K. (2005). “Selling Air: Marketing the Intangible at British Resorts”, s. 55-68, (Ed.) WALTON, J.K., *Histories of Tourism Representation, Identity and Conflict*, Channel View Publications, Clevedon.
5. BLINDER, A. S. (2006). “Offshoring: The Next Industrial Revolution?”, *Foreign Affairs*, 85(2): 113-128.
6. BOES, K., BUHALIS, D. ve INVERSINI, A. (2015). “Conceptualising Smart Tourism Destination Dimensions”, s. 391-404, (Ed.) TUSSYADIAH, I. ve INVERSINI, A., *Information and Communication Technologies in Tourism 2015*, Springer, Vienna.
7. BUHALIS, D. ve AMARANGGANA, A. (2014). “Smart Tourism Destinations”, s. 553-564, (Ed.) XIANG, Z. ve TUSSYADIAH, I., *Information and Communication Technologies in Tourism 2014*, Springer, Vienna.
8. CAN, B.K., YEŞİLYURT, H., LALE SANCAKTAR, C. ve KOÇAK, N. (2017). “Mobil Çağda Mobil Uygulamalar: Türkiye’deki Yerli Otel Zincirleri Üzerine Bir Durum Tespiti”, *Journal of Yaşar University*, 12(45): 60-75.
9. CARAGLIU, A., DEL BO, C. D. ve NIJKAMP, P. (2011). “Smart Cities in Europe”, *Journal of Urban Technology*. 18(2): 65-82.
10. COTTELER, M, ve SNIDERMAN, B. (2017). *Forces of Change: Industry 4.0.*, Deloitte Touche Tohmatsu Limited, New York.
11. CRAFTS, N.F.R. (1996). “The First Industrial Revolution: A Guided Tour for Growth Economists”, *The American Economic Review*, 86(2): 197-201.
12. ÇELİK, P. ve TOPSAKAL, Y. (2017). “Akıllı Turizm Destinasyonları: Antalya Destinasyonunun Akıllı Turizm Uygulamalarının İncelenmesi”, *Seyahat ve Otel İşletmeciliği Dergisi*, 14(3): 149-166.
13. DOMINGUEZ, C.D., HERNANDEZ, R.M., TALAVERA, A.S. ve LOPEZ, E.P. (2015). “Strategic Determinants in the Theoretical Framework of the "Smart Islands": The Case of the Island of El Hierro”, *t-FORUM Global Conference: Tourism Intelligence in Action*, (s. 1-28). Naples, Italy.
14. DÜNYA EKONOMİK FORUMU (2016). “The Future of Jobs Employment, Skills and Workforce Strategy for the Fourth Industrial Revolution. World Economic Forum Survey Report”, http://www3.weforum.org/docs/WEF_Future_of_Jobs.pdf 22.07.2017.
15. ENZENSBERGER, H.M. (1996). “A Theory of Tourism. New German Critique”, No. 68, *Special Issue on Literature*, 68(Spring – Summer): 117-135.
16. ESEN M.F. ve TÜRKAY B. (2017). “Turizm Endüstrilerinde Büyük Veri Kullanımı”, *Journal of Tourism and Gastronomy Studies*, 5(4): 92-115.
17. GIERCZAK, B. (2011). “The History of Tourist Transport after the Modern

- Industrial Revolution”, Polish Journal of Sport Tourism, 18(4): 275-281.
18. GRETZEL, U., REINO, S., KOPERA, S. ve KOO, C. (2015b). “Smart Tourism Challenges”, Journal of Tourism, 16(1): 41-47.
19. GRETZEL, U., WERTHNER, H., KOO, C. ve LAMSFUS, C. (2015a). “Conceptual Foundations for Understanding Smart Tourism Ecosystems”, Computers in Human Behavior, 50(C): 558-563.
20. GUO, Y., LIU, H. ve CHAI, Y. (2014). “The Embedding Convergence of Smart Cities and Tourism Internet of Things in China: An Advance Perspective”, Advances in Hospitality and Tourism Research, 2(1): 54-69.
21. HENN NA HOTEL (2018). <http://www.h-n-h.jp/en/> 28.08.2018.
22. HWANG, J., PARK, H.Y. ve HUNTER, W.C. (2015). “Constructivism in Smart Tourism Research: Seoul Destination Image”, Asia Pacific Journal of Information Systems, 25(1): 163-181
23. IVANOV, S., WEBSTER, C. ve GARENKO, A. (2018). “Young Russian Adults' Attitudes Towards the Potential Use of Robots in Hotels”, Journal of Technology in Society, doi: 10.1016/j.techsoc.2018.06.004.
24. JANICKE, M. ve JACOB, K. (2009). A Third Industrial Revolution? Solutions to the Crisis of Resource-intensive Growth, Environmental Policy Research Centre, Freie Universität, Berlin.
25. KIPRUTTO, N., KIGIO, F.W. ve RIUNGU, G.K. (2011). “Evidence on the Adoption of e-Tourism Technologies in Nairobi”, Global Journal of Business Research, 5(3): 55-66.
26. KRAMER, R., MODSCHING, M., HAGEN, K. ve GRETZEL, U. (2007). “Behavioural Impacts of Mobile Tour Guides”, s. 109-118, (Ed.) SIGALA, M., MICH, L. ve MURPHY J., Information and Communication Technologies in Tourism 2007, Springer, Vienna.
27. LARRINAGA, C. (2005). “A Century of Tourism in Northern Spain: The Development of High-quality Provision between 1815 and 1914”, s. 88-103, (Ed.) WALTON, J.K., Histories of Tourism Representation, Identity and Conflict, Channel View Publications, Clevedon.
28. LEIGHTON, D.S.R. (1970). “The Internationalization of American Business. The Third Industrial Revolution”, Journal of Marketing, 34(3): 3-6.
29. LICKORISH, L.J. ve JENKINS, C.L. (2006). An Introduction to Tourism, Butterworth-Heinemann, Jordan Hill, Oxford.
30. MACKENZIE, J.M. (2005). “Empires of Travel: British Guide Books and Cultural Imperialism in the 19th and 20th Centuries” s. 19-38, (Ed.) WALTON, J.K., Histories of Tourism Representation, Identity and Conflict, Channel View Publications, Clevedon.
31. OUTMAN, J.L. ve OUTMAN, E.M. (2003). Industrial Revolution: Almanac, Thomson Learning, Farmington Hills.
32. ÖZEN, A. (2018). “Çok Dilli Kapadokya Mobil Turist Rehberliği Bilgi Sistemi Önerisi”, Verimlilik Dergisi, 1: 117-140.
33. ÖZGÜNEŞ, R.E. ve BOZOK, D. (2017). “Turizm Sektörünün Sanal Rakibi (Mi?): Arttırılmış Gerçeklik”, Uluslararası Türk Dünyası Turizm Araştırmaları Dergisi, 2(2): 146-160.
34. ÖZTÜRK, E. ve KOÇ, K.H. (2017). “Endüstri 4.0 ve Mobilya Endüstrisi”, İleri Teknoloji Bilimleri Dergisi, 6(3): 786-794.
35. PAGE, S.J. (2009). Tourism Management: Managing for Change,

- Butterworth-Heinemann, Jordan Hill, Oxford.
36. PETER, M.A. (2017). “Technological Unemployment: Educating for the Fourth Industrial Revolution”, *Educational Philosophy and Theory*, 49(1): 1-6.
37. RİFKİN, J. (2011). *The Third Industrial Revolution: How Lateral Power is Transforming Energy, the Economy, and the World*, Palgrave Macmillan, New York.
38. ROBERTS, B.R. (2015). *The Third Industrial Revolution: Implications for Planning Cities and Regions*, Urban Frontiers Working Paper 1.
39. ROJKO, A. (2017). “Industry 4.0 Concept: Background and Overview”, *International Journal of Interactive Mobile Technologies*, 11(5): 77-90.
40. SAARI T., YOO Y. ve TUSSYADIAH I. (2008). “Emotions in Mobile Media-Assisted Tourist Experience”, 58th Annual International Communications Association Conference, 22-26 May 2008 Montreal, Quebec, Canada.
41. SCHLUND, S., HAMMERLE, M. ve STROLIN, T. (2014). *How Automation and Digitization will Change Production*, Fraunhofer Institute for Industrial Engineering IAO, Stuttgart.
42. SOMMER, L. (2015). “Industrial Revolution - Industry 4.0: Are German Manufacturing SMEs the First Victims of this Revolution?”, *Journal of Industrial Engineering and Management*, 8(5): 1512-1532.
43. TIEN, J.M. (2012). “The Next Industrial Revolution: Integrated Services and Goods”, *Journal of Systems Science and Systems Engineering*, 21(3): 257-296.
44. TOPSAKAL, Y. (2018). “Akıllı Turizm Kapsamında Engelli Dostu Mobil Hizmetler: Türkiye 4.0 İçin Öneriler”, *Journal of Tourism Intelligence and Smartness*, 1(1), 1-13.
45. TOPSAKAL, Y. ve ÇELİK, P. (2017). “Turizmde Yeni Bir Strateji: Akıllı Destinasyonlar”, s. 96-106, (Ed.) HAŞİT, G., ÇİFTÇİ, H. ve MERTER, M.E. *Sosyo Ekonomik Stratejiler 1 İşletme*, IJOPEC Publication, Londra.
46. TOPSAKAL, Y., YÜZBAŞIOĞLU, N. ve BAHAR, M. (2018). “Endüstri 4.0 Çağında ‘Akıllı’ Olma Yolunda Oteller İçin Öneriler”, 2. Uluslararası Turizmin Geleceği; İnovasyon, Girişimcilik ve Sürdürülebilirlik Konferansı, 27-29 Eylül 2018, s. 252-256.
47. TOPSAKAL, Y., YÜZBAŞIOĞLU, N. ve ÇELİK, P. (2018). “Yeni Nesil Turist Kartları: Antalya Destinasyonu Turist Kartı Önerisi”, *Antalya Kitabı 1, Uluslararası Antalya Kongresi*, 1-3 Mart 2018, s. 1322-1332.
48. WANG, D. , PARK, S. ve FESENMAIER, D.R. (2011). “An Examination of Information Services and Smartphone Applications”, 16th Annual Graduate Student Research Conference in Hospitality and Tourism, 6-8 January 2011, Houston, Texas.
49. WANG, D. , PARK, S. ve FESENMAIER, D.R. (2012). “The Role of Smartphones in Mediating the Touristic Experience”, *Journal of Travel Research*, 51(4): 371-387.
50. YÜZBAŞIOĞLU, N., ÇELİK, P., TOPSAKAL, Y. ve BAHAR, M. (2018). “Endüstri 4.0 ve Akıllı Turizm: Antalya Destinasyonu Akıllı Turist Rehberi Uygulama Geliştirilmesi”, *Innovation and Global Issues in Social Sciences III*, 26-29 Nisan 2018, s. 707-718.
51. YÜZBAŞIOĞLU, N. TOPSAKAL, Y. ve MAULEN, A. (2018). “Review of Airbnb Market Share on the Eurasia Tourism and Hospitality”, 14th KIMEP International Research Conference, Mayıs 2018, s. 1-6.

ENDÜSTRİ 4.0 VE ULUSLARARASI FİNANSAL RAPORLAMA STANDARTLARINA ETKİLERİ

INDUSTRY 4.0 AND ITS IMPACTS ON INTERNATIONAL FINANCIAL REPORTING STANDARDS

V. Evrim ALTUK ÖZDEN*

* Dr. Öğr. Üyesi, Trakya Üniversitesi Uzunköprü Uygulamalı Bilimler Yüksekokulu, Muhasebe Bölümü,
evrima@trakya.edu.tr, <https://orcid.org/0000-0003-2139-8081>

ÖZ

Sanayideki gelişmelere bakıldığında 4 aşamadan oluştuğu görülmektedir. 3. sanayi devrimi olarak adlandırılan aşamada otomasyonun, üretim sürecine entegre edilmesiyle önemli gelişmeler yaşanmıştır. Bu aşamadan sonra teknoloji, önlenemez bir şekilde insan hayatının önemli bir unsuru haline gelmiş ve Endüstri 4.0 olarak da isimlendirilen 4. sanayi devriminin ortaya çıkmasında önemli bir rol üstlenmiştir. 4. sanayi devriminin, diğer sanayi devrimlerine göre daha fazla değişim gücüne sahip olacağı açıktır. Özellikle finansal raporlama süreci, Endüstri 4.0'da başı çeken faktörlerden biri olan nesnelerin internetinden (IoT - Internet of Things) faydalanılmasıyla birlikte bu değişimlerden etkilenecektir. Bu çalışma, Endüstri 4.0'ın UFRS'ye etkilerini iki açıdan araştırmayı amaçlamaktadır. Çalışma ilk olarak, nesnelerin interneti yoluyla elde edilen büyük verilerin (big data), sentezlenerek kullanılması yoluyla işletmelerdeki varlıkların değerlerinin belirlenmesinde rol oynayan değerlendirme ölçülerinin, nasıl değişiklik göstereceğine ilişkin öngörülerde bulunmayı hedeflemektedir. Çalışmanın diğer bir amacı, UFRS'de yer alan çok sayıda değerlendirme ölçüsüne ilişkin yargıda bulunma zorluğunun, yine nesnelerin interneti ile insanların ve nesnelerin, birbirleri ile iletişime geçerek bu zorluğu nasıl aşacağına dair öngörülerde bulunmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Endüstri 4.0, Uluslararası Finansal Raporlama Standartları, Değerleme Ölçüleri.

Jel Kodları : M40, M42, O14

ABSTRACT

There seems to be 4 stages of developments in industry. The integration of automation into production process has led to remarkable improvements during the period called 3rd industrial revolution. Following this stage, technology, inevitably, has become an important part of daily life and has taken a significant role in the emergence of 4th industrial revolution which is referred as "Industry 4.0". It is clear that 4th industrial revolution will be the most powerful one to dominate and designate the changes compared to the other three industrial revolutions. Especially, financial reporting process will be affected by these changes, through the use of Internet of Things (IoT), one of the leading factors of Industry 4.0. The present study reviews the effects of Industry 4.0 on IFRS in two aspects. First the paper aims to predict how the valuation measurements playing a role in determining the values of the assets will change by synthesizing the big data obtained via IoT. The second aim of the paper is to anticipate how the difficulty of judgments of multiple valuation measurements in IFRS will be managed through the interaction of IoT and humans.

Keywords: Industry 4.0, International Financial Reporting Standards, Valuation Measurements

Jel Codes : M40, M42, O14

1. GİRİŞ

Teknolojideki gelişmeler ya insanların ihtiyaçlarına göre ortaya çıkmış ya da yapılan icatlar insanları peşinden sürüklemiştir. İlk başta yavaş bir şekilde hayatımıza giren teknolojik gelişmeler, zamanla hızlı bir şekilde yayılarak ilerlemiştir.

Teknolojinin, işletmelerde kullanılmasıyla birlikte örgüt yapıları da bir değişim süreci içine girmiştir. Bu değişim, en çok üretim sürecinde hissedilmekle birlikte örgütün bütün departmanlarını etkilemektedir. Sanayide buhar gücünün kullanılmasıyla başlayan süreç, aşama aşama ilerleyerek elektriğin, otomasyonun ve internetin ortaya çıkmasıyla şu an bulunduğu noktaya gelmiştir. Artık birbirleriyle iletişime geçen, öğrenen, bilgi üreten ve bu bilgileri analiz eden teknolojilere şahit olmaktadır. Bütün bu gelişmeler, işletmelerdeki departmanları kökten değiştirmekle birlikte finansal raporlama süreçlerini de etkileyecektir.

Bu çalışma, Endüstri 4.0'ın, varlıkların UFRS'ye göre değerlendirilmesinde ne gibi değişikliklere yol açacağına dair öngörülerde bulunmaktadır. Çalışmada Endüstri 4.0'ın finansal varlıklar, stoklar, maddi ve maddi olmayan duran varlıklar üzerindeki etkileri araştırılmıştır.

2. ENDÜSTRİ 4.0

İnsanlık tarihine bakıldığında avcılık ve toplayıcılıktan tarıma geçiş 10 bin yıl kadar önce gerçekleşmiştir. Tarım devrimi ile gıda üretimi iyileşerek nüfus artışını desteklemiş ve sonunda kentleşme ortaya çıkmıştır. İlk sanayi devrimi, 1760'lardan 1840'lara kadar sürmüştür; demiryollarının inşası ve buhar makinesinin devreye girmesiyle mekanik üretime öncülük etmiştir. 19. yüzyıl sonları ile 20. yüzyıl başlarında ivme kazanan ikinci sanayi devrimi, elektriğin ve montaj hattının sağladığı destekle seri üretimi mümkün kılmıştır. Üçüncü sanayi devrimi, yarıiletkenlerin, ana bilgisayarların (1960'lar), kişisel bilgisayarların (1970-

80'ler) ve internetin (1990'lar) katalizörlüğünde geliştiği için genellikle bilgisayar veya dijital devrim olarak adlandırılmaktadır (Schwab, 2017:15). Buna göre ilk endüstri devrimi buhar çağı, ikincisi elektrik çağı, üçüncüsü bilgi çağı ve dördüncüsü de siber fiziksel sistemler Cyber Physical Systems – CPS olarak nitelendirilebilir (Xu vd, 2018: 2943).

Dördüncü sanayi devrimini çok daha yaygın ve mobil bir internet, ucuzlayan daha küçük, ama daha güçlü sensörler ve yapay zeka ile makine öğrenmesi karakterize etmektedir. Dijital teknolojiler, eskiden beri var olmakla birlikte üçüncü sanayi devriminden ayrılarak daha gelişkin ve bütünleşik hale gelmektedir ve sonuçta toplumlara ve küresel ekonomiyi dönüştürmektedir (Schwab, 2017: 16). Endüstri 4.0; bilişim, iletişim, internet, otomasyon, veri toplama ve yayma gibi teknolojilerin yeni üretim fırsatlarıyla entegre olmasını ifade etmektedir (Banger, 2018: 74). İlk kez 2011 yılında Almanya'da Hannover Fuarında gündeme gelen dördüncü sanayi devrimi, akıllı fabrikaları mümkün kılarak sanal ve fiziksel imalat sistemlerinin küresel anlamda birbirleriyle işbirliği yaptığı esnek bir dünya yaratmaktadır. Böylece ürünlerin tamamen müşteriye özel hale getirilmesi ve yeni operasyon modellerinin yaratılması olanaklı hale gelmektedir (Schwab, 2017: 16).

Uygarlığın gelişimi ile birlikte insanlar, yaşam kalitelerini arttırmak için sürekli bir beklenti içine girmişlerdir. Sanayi ise bu tür istekleri karşılayabilmek amacıyla çok boyutlu olarak gelişmek zorundadır (Banger, 2017: 34).

Rifkin (2014), kapitalist çağın, hızlı bir şekilde değil ancak kaçınılmaz bir şekilde, kapanmakta olduğunu söylemektedir. Bu, yeni bir paradigmanın ortaya çıkmasına neden olmaktadır ve bu yeni paradigmaya "Collaborative Commons" – "İşbirlikçi Topluluklar" adını vermektedir. Endüstri 4.0 ile iş süreçleri, mühendislik ve imalat süreçleri birbirlerine bağlanarak daha işbirlikçi, esnek ve verimli şekilde işleyerek düşük maliyetle daha yüksek kalitede ürün

üretilmesini sağlayacaktır (Banger, 2017:35; TÜSİAD, 2016).

Birinci sanayi devriminin simgesi olan iplik makinesinin, Avrupa dışında yayılması neredeyse 120 yıl sürmüştür. Buna karşılık internet on yıldan daha kısa sürede tüm dünyaya yayılmıştır. Birinci sanayi devriminden öğrendiğimiz gibi: “İlerlemenin başlıca belirleyicisi bir toplumun teknolojik inovasyonu kucaklama derecesidir.” Dünya oldukça hızlı ve geniş çapta bir değişime tanık olmaktadır. Bugün ortaya çıkan herhangi bir teknolojik yenilik, dünyanın en ücra yerine kadar ulaşmaktadır. Örneğin: daha birkaç yıl öncesine kadar adı duyulmamış olan Airbnb, Uber, Alibaba uygulamaları gibi; 2007 yılında çıkan akıllı telefonların sayısının 2015 yılında 2 milyara ulaşması gibi (Schwab, 2017: 18).

Boston Consulting Group’a göre gelecekte üretimin nasıl şekilleneceğine yön veren teknolojik ilerlemeler şunlardır (TÜSİAD, 2016):

- Büyük Veri (Big Data) ve Analizi
- Akıllı Robotlar
- Simülasyon
- Dikey ve Yatay Sistem Entegrasyonu
- Nesnelerin İnterneti (IoT)
- Siber Güvenlik
- Bulut Bilişim
- Eklemeli Üretim (3D Baskı)
- Artırılmış Gerçeklik (Zenginleştirilmiş)

Bu çalışmada, IoT ve büyük veri çerçevesinde açıklamalar yapılacaktır.

2.1. Nesnelerin İnterneti (Internet of Things-IoT)

IoT, ekonominin farklı bileşenleri içinde kendi kendini yöneten ve birbiriyle bağlantılı nesnelere için kullanılan popüler bir ifadedir. Bununla birlikte farklı kullanımları da bulunmaktadır: “Her Şeyin İnterneti (Internet of Everything - IoE)” gibi (Karacay ve Aydın, 2018: 175).

IoT veya IoE kavramı ağ hizmetleri şirketi olan Cisco Systems tarafından ortaya atılmıştır. Bu terim, fiziki ve dijital dünyanın iç içe geçtiği daha gelişmiş ve ileri koşulları ifade etmektedir. Daha fazla becerinin birbirine bağlanması ile insan-makine dünyasının değerini ortaya çıkarmaktadır (Greengard, 2011: 33).

Endüstri 4.0’ın temel çekirdeği “nesne” kavramıdır. Endüstri 4.0 nesnesi bir sistem, cihaz, aksesuar gibi herhangi fiziksel bir şeyi ifade etmektedir. Örneğin: gözlük, telefon, üretim tezgahı, otobüs durağı, taşıt, ısıtma sistemi gibi. Kendisine gömülü olan bilişim-iletişim donanımı ve yazılımı nedeniyle Endüstri 4.0 nesnesine “akıllı ve bağlantılı (iletişebilir) nesne” adı verilmektedir. Bu sayede bazı kararları alıp, uygulayabilir ve bunu gömülü olarak barındırdığı bilişim donanımı ve yazılımının gerçekleştirdiği “yapay zeka” yoluyla yapabilir (Banger, 2017: 38).

Canlılar, nasıl duyu organlarıyla dünyayı algılıyorlarsa, buna benzer şekilde makineler de sıcaklık, basınç, hız, nem, hareket gibi değerleri kendi üzerlerindeki sensörler aracılığıyla algırlar. Sensör, teknik anlamda, ısı, ışık, nem ses basınç, kuvvet, elektrik, uzaklık, ivme ve PH gibi fiziksel veya kimyasal verileri elektrik sinyaline çeviren düzeneklere verilen genel isimdir (Banger, 2017, 39).

IoT, üzerlerine gömülü sensörleri kullanarak bilgi toplayabilen ve bu bilgilerin karşılıklı olarak değiştirilmesini sağlayan internet bağlantılı cihazlar ağını temsil etmektedir (Karacay ve Aydın, 2018: 175).

Nesneler, sensörleri vasıtasıyla elde ettikleri verilerle kendi durumlarını tespit edebilecek; üzerlerinde gömülü yazılımlar sayesinde karar verip, harekete geçebileceklerdir. Elde edilen verilerin bir kısmı ayrıca işlenmek üzere bulut bilişim depolarına gönderilecektir. Bulut bilişim ortamındaki analiz yazılımları, çok farklı kaynaklardan yoğun biçimde gelen verileri gerçek zamanlı ve çevrimdışı olarak işleyerek bazı sonuçlar çıkarılması için raporlayabilecektir. Örneğin, fabrika

ortamındaki akıllı ve bağlantılı bir makine, kendi çalışmasına ilişkin verileri bulutta depolayabilir ve yöneticiler, daha etkili ve verimli çalışma şartları yaratmak için bu verilerin işlenmesi sonucu elde edilen enformasyondan faydalanabilirler. Dahası, verilere erişim yetkisi verilen makine üreticisi de bulutta yer alan verileri inceleyerek makinenin tasarımını daha iyi hale getirebilir ve makine için yeni sürümler geliştirebilir (Banger, 2017: 40).

IoT, dünya ekosistemini daha iyi yönetmek için, hızlı bir şekilde, doğal çevreye uyarlanmaktadır. Sensörler yangına sebep olabilecek tehlikeli durumlarda, itfaiyecileri alarma geçirecek şekilde ormanlara yerleştirilmiş durumdadır. Çiftçiler, ürün verimini etkileyen hava koşullarını, toprak nemini değişimlerini ve diğer faktörleri takip etmek amacıyla sensörleri kullanmaktadırlar. Tıp doktorları, önlem almayı gerektiren, hayati değişiklikleri, kalp atış hızını, vücut ısısını izlemek amacıyla insan vücuduna sensörler yerleştirmektedirler (Rifkin, 2014:44).

IoT sistemlerinin nihai amacı, farklı sistemler arasında sinerji yaratmaktır. Bu sistemler, kullanıcılarına yenilikçi hizmetler sunabilmek için işbirliği içinde çalışıp, otomatik olarak iletişime geçmelidir (Baras ve Brito, 2017:8).

Dünyadaki lider bilgi teknolojisi şirketlerinden bazıları, uzun zamandan beri IoT'nin üzerinde çalışmaktadır. General Electric'in Endüstriyel İnternet'i (Industrial Internet), Cisco'nun Her Şeyin İnterneti (Internet of Everything), IBM'in Akıllı Gezegen'i ve Siemens'in "Sürdürülebilir Şehirler"i gibi birçok girişim, global sinir ağları denilen mahalleleri, şehirleri, bölgeleri ve kıtaları birbirine bağlayabilen akıllı bir Üçüncü Endüstri Devriminin altyapısını çevrimiçi hale getirmeye devam etmektedir (Rifkin, 2014: 45).

2.2. Büyük Veri (Big Data)

Büyük veri, çeşitli kaynaklardan (internet, sosyal medya içerikleri, GSM operatörleri gibi) gelen büyük hacimli verilerden oluşmaktadır (Banger, 2018: 49). Bu

veriler, birçok kuruluşun elinde bulunan, on yıllar öncesine dayanan tarihi kayıtlarla birleşince ortaya geniş çapta bir veri alanı çıkmaktadır (Greengard, 2017: 59).

Büyük veri, 4V olarak tanımlanan, yapısal ve yapısal olmayan veri setlerini ifade etmektedir. Bunlar; hacim (volume), çeşitlilik (variety), hız (velocity), ve doğruluktur (veracity) (Murthy ve Geerts, 2017:45; Gepp vd., 2018:103). Hacim, geleneksel araçların yetersiz kalacağı, çok geniş veri setlerini ifade etmektedir. Çeşitlilik; sayısal, metin tabanlı ve karmaşık formatların yanı sıra görüntü, video gibi farklı veri biçimlerini yansıtmaktadır. Hız, yeni verilerin elde edilme sıklığını ölçmektedir (Gepp vd., 2018:103). Doğruluk ise muhasebeci ve denetçiler için özel bir ilgi konusu olan, verinin gerçekliği veya bütünlüğü ile ilgilidir (Murthy ve Geerts, 2017:45).

Büyük verilerin analiz edilmesi, ayıklanması ve işlenmesi amacıyla özel yazılımlar kullanılmaktadır (Banger, 2017: 40). Hangi verinin faydalı olduğuna bu analizler sonucunda karar verilecektir.

IoT ve dijital yakınsama ile büyük verinin önemi arttıkça işletmeler, analiz etme ve harekete geçme hızlarını artıracaktır (Greengard, 2017:60). Büyük veri, doğru seçilmiş analiz yöntemleri ile yorumlandığında kuruluşların stratejik kararlarını doğru bir şekilde almalarına, risklerini daha iyi yönetmelerine olanak tanımakla birlikte verimliliğin önemli ölçüde artmasına ve ekonominin tamamında tüm mal ve hizmetlerin üretiminde ve dağıtımında marjinal maliyetlerin düşerek sifıra yaklaşmasına imkan sağlayacaktır (Rifkin, 2014:39; Banger, 2017:40).

IoT, iç içe geçmiş global bir network üzerinden herkesle her şeyi birbirine bağlayacak; insanlar, makineler, doğal kaynaklar, üretim hatları, lojistik ağlar, tüketim alışkanlıkları, geri dönüşüm akışları ve ekonomik ve sosyal hayatın tüm diğer yönleri sensörler ve yazılımlar aracılığıyla, büyük verileri her düğüme (node)-işletmeler, evler, araçlar- sürekli aktararak

IoT platformuna bağlanacaktır (Rifkin, 2014:39).

Verilere anlık erişim sayesinde, karar alma süreçleri kesintisiz ve otonom bir hale gelecek, kritik anlarda bile tam zamanında karar verilebilecektir (Görçün, 2016:171).

Büyük veri analizi, bilginin gerçek zamanlı işlenmesine olanak sağlamakla birlikte bilinmeyen bilinmeyenleri de ortaya çıkarmak üzere tüm veri setinin analiz edilebilir hale gelmesini mümkün kılmaktadır (Bhimani ve Willcocks, 2014:479)

3. ULUSLARASI FİNANSAL RAPORLAMA STANDARTLARI VE ENDÜSTRİ 4.0

UFRS'ler, Londra merkezli bir kuruluş olan Uluslararası Muhasebe Standartları Kurulu (International Accounting Standards Board-IASB) tarafından yayımlanmaktadır. IASB'nin esas amacı, denetlenmiş finansal raporların sunulmasında dikkate alınması gereken asgari standartları belirlemek, bunları kamuoyuna açıklamak ve bu finansal raporların tüm dünyada kabul edilmesini sağlamaktır (Gökçen vd., 2016:4-6).

Bir işletmenin kabul edilebilir bir muhasebe yöntemini, tutarını ve açıklanacak bilgi türünü neyin belirlediği, karar alma amacına yönelik olarak hangi seçeneğin en faydalı bilgiyi sağladığıyla yakından ilgilidir. Bunun için IASB, karar almaya yönelik olarak daha faydalı bilgiyi, az faydalı bilgiden ayıran finansal bilginin niteliksel özelliklerini ortaya koymuştur (Kieso vd, 2014:31). Kavramsal Çerçeve'de finansal raporlamanın amacı, yatırımcılara, borç ve kredi verenlere raporlayan işletmeyle ilgili karar alırken faydalı olacak finansal bilgiyi sağlamak olarak ifade edilmektedir (Kavramsal Çerçeve, 2011:A2). Bununla birlikte hangi finansal bilginin kullanıcılara faydalı olacağı ve gerçeğe uygun olarak sunulan bilginin ihtiyaca uygun olup olmadığı belirlenmelidir (Örten vd., 2017:4). Kavramsal Çerçevde finansal bilginin,

ihtiyaca uygun olması ve gerçeğe uygun bir şekilde sunulması finansal bilginin temel nitelikleri olarak kabul edilmiştir.

Finansal bilginin ihtiyaca uygun olması, kullanıcıların karar verme amacına hizmet etmesini ifade etmektedir (Mirza vd, 2008:8). İhtiyaca uygun finansal bilgi, bazı finansal tablo kullanıcılarının finansal bilgiden faydalanmayı tercih etmemeleri veya başka kaynaklardan bu bilgiyi elde etmeleri halinde bile kararlarını etkileme gücüne sahip bilgiyi temsil etmektedir (Kavramsal Çerçeve, 2011: NÖ6).

Gerçeğe uygun sunum ise finansal tablolarda yer alan rakamların ve açıklamaların gerçekte var olan veya meydana gelen olayları tam olarak karşılamaını ifade etmektedir (Kieso vd., 2014:34). Finansal bilginin faydalı olması için ekonomik olaylar, gerçeğe uygun olarak sunulmalıdır. Gerçeğe uygun sunumun ise tam, tarafsız ve hatasız olması gerekmektedir (Kavramsal Çerçeve, 2011:NÖ12).

Birçok mekanizma, stok değerlemesinde RFID (Radio Frequency Identification – Radyo Frekanslı Tanıma) teknolojisinin kullanımı, duran varlık değerlemeleri için gerçek zamanlı piyasa verilerinden yararlanılması ve muhasebe tahminlerini geliştirmek için öngöründe bulunan algoritmaların oluşturulması da dahil olmak üzere daha fazla verinin, daha hızlı bir şekilde toplanmasını ve aktarılmasını mümkün kılmaktadır (Kraheil ve Titera, 2015:411). Büyük verinin ve veri analizinin, işletmenin yönetilme, finansal tabloların hazırlanma ve denetlenme süreçlerini etkileyerek birçok yönden muhasebeyi değiştirmesi beklenmektedir (Rezaee ve Wang, 2017:42). Warren vd. (2015), büyük verinin gelecekte finansal raporların nasıl şekilleneceği ve genel kabul görmüş muhasebe ilkelerinin gelişimi konusunda büyük etkilerinin olabileceğini belirtmektedirler. Havelka'ya (2016) göre gelecekte işletmeler büyük verinin kullanımıyla finansal raporlama yaklaşımlarını değiştirme ihtiyacı duyacaklardır (Horak, 2016:579).

Büyük veriye yanıt olarak muhasebe uygulamalarında ve muhasebe standartlarında henüz değişiklik yapılmamış olmasına karşın, büyük verinin ekonomik faaliyetlerin daha erken ve daha derin ölçülmesini sağlayan, bir paradigma değişikliğine yol açacak potansiyele sahip olduğu açıktır (Vasarhelyi vd., 2015:384; Rezaee ve Wang, 2017:45).

3.1. Değerleme Ölçüleri

Standartlarda birçok ölçüm esası yer almasına karşın, finansal tabloların hazırlanmasına ilişkin temel ilkeleri açıklayan Kavramsal Çerçeve’de dört ölçüm yöntemi belirlenmiştir (Örten vd., 2017:10). Bunlar (Kavramsal Çerçeve, 2011:4.55):

“Tarihi Maliyet: Varlıklar elde edildikleri tarihte alımları için ödenen nakit veya nakit benzerlerinin tutarları ile veya onlara karşılık verilen varlıkların gerçeğe uygun değerleri ile ölçümlenir...

Cari Maliyet: Varlıklar aynı varlığın veya bu varlıkla eşdeğer olan bir varlığın alınması için halihazırda gereken nakit veya nakit benzerlerinin tutarı ile gösterilirler...

Gerçekleşebilir Değer (Ödeme Değeri): Varlıklar, işletmenin normal faaliyet koşullarında, bir varlığın elden çıkarılması halinde ele geçecek olan nakit ve nakit benzerlerinin tutarıdır...

Bugünkü Değer: Varlıklar, işletmenin normal faaliyet koşullarında, ileride yaratacakları net nakit girişlerinin bugünkü iskonto edilmiş değerleri ile gösterilirler”

Bununla birlikte UFRS’nin, genellikle, tarihi maliyet veya gerçeğe uygun değerden birini kullandığı görülmektedir. Hangi değerlendirme ilkesinin tercih edileceği, ihtiyaca uygun ve gerçeğe uygun sunum arasındaki dengeye bağlı olmaktadır (Weygandt vd., 2015:8).

Standartlarda sıklıkla kullanılan gerçeğe uygun değer ise 13 no.lu standartta “piyasa katılımcıları arasında ölçüm tarihinde olağan bir işlemde, bir varlığın satışından elde edilecek veya bir borcun devrinde

ödenen fiyat” olarak tanımlanmaktadır (TFRS 13.9).

Standartta, gerçeğe uygun değer in işletmeye özgü bir değer olmadığı, aksine piyasa bazlı bir ölçüm olduğu belirtilmektedir. Bazı varlıklar ve borçlar için gözlemlenebilir piyasa işlemleri veya bilgileri mevcutken, diğer varlıklar için bu durum söz konusu olmayabilir. Ancak gerçeğe uygun değer in amacı, her iki durumda da mevcut piyasa koşullarında, piyasa katılımcıları arasında bir varlığın satışına veya bir borcun devrine yönelik olarak, ölçüm tarihinde olağan bir işlemdeki fiyatın tahmin edilmesidir (diğer bir ifadeyle, alıcı veya borçlu durumundaki piyasa katılımcısının, bakış açısıyla, ölçüm tarihindeki çıkış fiyatıdır) (TFRS 13.2).

Rezaee ve Wang (2017) metin, video ve ses gibi farklı kaynaklardan elde edilen verilerin muhasebe bilgi sistemlerine entegre edilebileceğini belirtmektedirler. Böylelikle, farklı kaynaklardan gelen bilgiler doğrultusunda varlıkların değerlendirilmesi daha doğru bir şekilde yapılabilecektir.

Varlıkların sürekli olarak güncel değerleri üzerinden gösterilmesi işletmeler için hem zaman alıcı hem de maliyetli bir süreçtir. Ancak, IoT ile nesnelere sürekli bilgi aktarımı içinde olduklarından, gerçeğe uygun değeri tespit etmek kolaylaşacaktır. İşletme varlıklarının gerçeğe uygun değerleri üzerinden gösterilmesiyle finansal tablo kullanıcıları, işletmeyle ilgili daha yerinde kararlar alabileceklerdir.

İşletmelerin, finansal durumlarını gerçeğe uygun bir şekilde raporlamalarını sağlamak amacıyla UFRS’lerde çok fazla değerlendirme ölçüsüne yer verilmiştir. Bunlar ise UFRS’nin uygulanmasındaki başlıca engelleri teşkil etmektedirler. IoT yoluyla elde edilen veriler sayesinde değerlendirme ölçüleri daha doğru bir şekilde tespit edilebilecektir. UFRS’ler ilke bazlıdan daha kural bazlı bir hale dönüşecektir. Böylelikle yöneticiler finansal tabloları hazırlarken, hangi değerlendirme ölçüsünün kullanılacağı konusunda ikilemede kalmayacaklardır.

3.2. Finansal Varlıklar

Finansal varlıklar (TFRS 32.1; Örten vd., 2017:424).

- Likit varlıklar (nakit, döviz, banka mevcutları, çek gibi)
- Başka işletmenin özkaynağına dayalı finansal araç (sahibine şirketin tasfiyesinde geriye kalan net varlıktan pay alma hakkı vere hisse senedi, limited şirket payları gibi);
- Başka işletmeden nakit ya da finansal varlık elde etme hakları (diğer işletmelerin ihraç ettiği tahvil vb. borçlanma araçları, alacaklar)veya potansiyel olarak işletmenin lehine olan koşullarda finansal varlık veya borçların başka bir işletme ile takas edilmesine hak kazandıran sözleşmeler (vadeli işlem sözleşmeleri, opsiyonlar gibi) veya
- İşletmenin özkaynağına dayalı finansal aracıyla ödenecek ya da ödenebilecek olan ve işletmenin değişken sayıda özkaynağına dayalı finansal aracını almak zorunda olduğu ya da olabileceği bir türev olmayan sözleşme veya işletmenin belirli sayıda özkaynağına dayalı finansal araçlarını elde etme hakkı veya olanağı sağlayan türev ürün sözleşmeleri.

Finansal araçlar, ilk defa kayda alınırken işlemin amacına bakılmadan gerçeğe uygun değeri üzerinden kaydedilmektedir. Sonraki dönemlerde ise işletmenin amacına göre ya itfa edilmiş maliyeti üzerinden ya da gerçeğe uygun değerlerinden izlenmektedirler (Örten vd., 2017: 434).

Bir finansal araç, getiri amacıyla elde bulunduruluyorsa ve bu finansal aracın getirisi önceden belirlenebilir anapara ve faizlere dayalı ise bu durumda itfa edilmiş maliyetinden; bu iki koşulu sağlamaması halinde ise gerçeğe uygun değeri üzerinden değerlendirilmektedir. (Örten vd., 2017: 435).

Endüstri 4.0 açısından değerlendirirsek, finansal araçlar, standarda uygun bir şekilde finansal tablolara alınacaktır. Finansal varlıkların değerlendirilmesinde bir farklılık olmamakla birlikte varlıkların değeri daha tutarlı belirlenebilecektir. Kasada nakit para

bulunmayacak; çek, senet gibi unsurlar sanal olarak var olacaktır.

Bununla birlikte borçlunun kredibilitesi nedeniyle ortaya çıkan değer düşüklükleri, finansal varlık gerçeğe uygun değeri üzerinden izleniyorsa karşılık ayrılmadan direkt zarara yazılırken, itfa edilmiş maliyeti üzerinden izleniyorsa değer düşüklüğü karşılığı ayrılmaktadır (Örten vd, 2017: 449). Örneğin işletmenin, alacaklı olduğu bir şirketin borçlarını ödeyememe riski taşıdığına dair bilgisi varsa, işletme alacakları için karşılık ayrırabilmektedir.

Büyük verilerin geleneksel verilerle birlikte kullanılması, şüpheli alacak karşılıklarının değerlendirilmesinde yardımcı olabilecektir (McKinney vd., 2017:15). IoT aracılığıyla elde edilen bilgiler doğrultusunda işletmenin alacakları değerlendirilerek, işletme yönetiminin bilgisine sunulacaktır. Bu anlamda, alacağın şüpheli hale geleceğine ilişkin daha tutarlı ve yerinde bilgilerle hareket edilebilecektir.

3.3. Stoklar

Stoklar, UFRS'ye göre en fazla maliyet değeriyle değerlendirilmektedir. Stoklar, ilk başta, finansal tablolara maliyet bedeli üzerinden kaydedilmektedir (TMS 2.9). Sonraki dönemlerde işletme, stoklarda değer düşüklüğü olup olmadığını değerlendirmek durumundadır. Değer düşüklüğüne dair şüpheler varsa stokların net gerçekleştirilebilir değeri tespit edilir. Stokların maliyet bedeli, net gerçekleştirilebilir değere göre yüksek kalmışsa bu durumda stoklar net gerçekleştirilebilir değerine indirgenir (TMS 2.9; TMS 2.28). Net gerçekleştirilebilir değer, işin normal akışı içinde tahmini satış fiyatından, tahmini tamamlanma maliyeti ve satışı gerçekleştirmek için gerekli tahmini satış giderlerinin düşülmesiyle bulunan tutarı ifade etmektedir (TMS 2.7; Örten vd., 2017).

Stokların maliyetini belirlemede standart, üç yöntemden birinin uygulanmasını istemektedir. Bunlar; gerçek parti maliyet yöntemi, FIFO (First in First out – İlk Giren İlk Çıkar) ve ağırlıklı ortalama maliyet

yöntemidir (TMS 2.23,25). Gerçek parti maliyeti, az sayıda veya miktarda ürünün bulunduğu, tipik olarak yüksek değere ve düşük devir oranına sahip stoklara uygulanabilmektedir (Chaudhry vd., 2016: 146).

Stok maliyetlerinin belirlenmesinde FIFO gibi yöntemler yerine büyük veri kaynaklarından, RFID veya barkod sistemlerinden sağlanan verilerin kullanılması, stok maliyetlerinin, anlık olarak, sistemden izlenebilmesine olanak tanımaktadır (Aslan ve Özerhan, 2017:869).

Büyük veri, stokların değerlemesinde yardımcı olabilecektir (McKinney vd., 2017:15). Endüstri 4.0'daki gelişmelerle birlikte stoklar, üzerindeki sensörler aracılığıyla benzer özellikteki stoklarla iletişime geçecek ve bu sayede değer düşüklükleri tespit edilebilecektir. Net gerçekleşebilir değer tahmini daha gerçekçi yapılabilecektir. Ayrıca stok maliyetinin hesaplanmasında kullanılan, varsayıma dayanan FIFO ve ağırlık ortalaması yöntemleri yerine gerçek parti maliyet yöntemi kullanılabilir. Bir başka ifadeyle stokların gerçek maliyetleri belirlenebilecektir.

3.4. Duran Varlıklar

Duran varlıklar, finansal tablolara ilk olarak maliyet değerleri üzerinden yansıtılmaktadır (TMS 16.15; TMS 38.24). Sonraki dönemlerde ise maliyet veya yeniden değerlendirme modelinden biri kullanılmaktadır. Bununla birlikte, yeniden değerlendirme modeli kullanılacaksa varlığın gerçeğe uygun değerinin güvenilir olarak ölçülebilmesi gerekmektedir. Ancak duran varlığın maliyet değeri ile gerçeğe uygun değeri arasında çok fark varsa duran varlığın yeniden değerlendirilmiş değeri üzerinden gösterilmesi gerekmektedir (TMS 16. 30-31; TMS38.74-75).

Duran varlıkların amortismanı hesaplanırken kalıntı değerinin dikkate alınması gerekmektedir. Kalıntı değer, varlığın ekonomik ömrü sonunda elden çıkarılması sonucu elde edilecek tutardan elden çıkarma maliyetlerinin düşülmesiyle

hesaplanmaktadır (TMS 16.6). İşletmenin, ayrıca, kalıntı değerinde ortaya çıkan değişimleri revize etmesi gerekmektedir (Örten vd., 2017: 197; TMS 16.51). Çünkü kalıntı değer varlıkla ilgili tahmini bir değeri ifade etmektedir. Bu tahminde sapmalar olması doğaldır ve buna göre düzeltmelerin yapılması gerekmektedir.

Duran varlığın, amortismanı hesaplanırken ekonomik ömrünün belirlenmesi gerekmektedir ve ekonomik ömür ile amortisman yöntemleri de revize edilmelidir (Örten vd., 2017: 197). Duran varlık için belirlenen ekonomik ömür de, aynı şekilde tahmin içerdiği için, revize edilmesi gerekmektedir.

Vasarhelyi vd. (2015), şu anki teknolojiyle elde edilebilecek veriler düşünüldüğünde, tarihi maliyetlerin ve yıllık amortisman tahminlerinin doğru ölçümleri yansıtmadığını belirtmektedirler. Teknolojik gelişmeler dikkate alınmadığında, yapılan ölçümler ve tahminler yetersiz kalacaktır.

Bilgisayar yazılımları objektif, gözlemlenebilir ve cari piyasa verisiyle Seviye 1 ve 2'deki gerçeğe uygun değer tahminlerini maksimize edecek web tabanlı bütün ilgili bilgileri araştırabilir. Her şirket, bu erişim yöntemine sahip olabilirse, yazılımlar gerçeğe uygun değer tahminlerine ilişkin bilgi üretirken, standardize edilmiş bir süreç içerisinde çalışabilirler (Warren vd. 2015:403). Bu düşünceden hareketle, varlıkların ve yükümlülüklerin gerçeğe uygun değerleriyle ilgili, çeşitli kaynaklardan bilgi toplayan ve değerlendiren veri hizmeti sağlayan şirketler ortaya çıkabilir (Warren vd., 2015:403; Rezaee ve Wang, 2017). Böylelikle varlıkların ve yükümlülüklerin gerçeğe uygun değerlerine ilişkin sağlanan büyük veri, gerçeğe uygun değer tahminlerinde yapılan öznel varsayımları azaltabilir (Rezaee ve Wang, 2017). Gerçeğe uygun değer tahminleri daha objektif yapılabilir.

Akıllı fabrikaların ortaya çıkmasıyla işletmelerin akıllı makinelere ve robotlara daha fazla yatırım yapması beklenmektedir

Bu nedenle de duran varlıkların gerçeğe uygun değerleri üzerinden gösterilmesi önemli hale gelecektir. Duran varlıkların değerleri ve ekonomik ömürleri veri hizmeti sunan şirketler tarafından belirlenebilecektir.

Kieso vd. (2013), değerleri objektif bir şekilde tespit edilemediğinden, birçok maddi olmayan duran varlığın bilanço dışı bırakıldığını belirtmektedirler (Warren vd., 2015:402). Bununla birlikte birçok OECD ülkesinde maddi olmayan duran varlık yatırımları artmaktadır. Bazı ülkelerde bu yatırımlar, makine, teçhizat ve binalar gibi maddi duran varlık yatırımlarına eş düzeyde gerçekleşmekte veya bunları aşmaktadır (OECD, 2011). Birçok işletme, günümüzde, Endüstri 4.0 ve nesnelerin interneti alanlarına yatırım yapmaktadır (Görçün, 2016: 147). Maddi olmayan duran varlıkların önemli hale gelmesi, geleneksel finansal tabloların ihtiyaca uygun olma özelliklerini kaybetmesine ve böylece karar almada giderek daha az yararlı hale gelmesine neden olmaktadır. Bu noktada büyük veri, maddi olmayan duran varlıkların finansal tablolarda yer almasını sağlayabilir. Örneğin bir varlıkla ilgili temel göstergeler, veri madenciliği algoritmaları yoluyla toplanıp, işlenip analiz edilebilir. Bu bilgiler, büyük oranda niteliksel olabilir ve kısa vadede finansal tabloların dipnotlarında yer alabilir. Sonuçta, veri toplama ve analitik işleme alanında ilerlemeler kaydedildikçe, bu soyut varlıkların finansal tablolarda yer almaları için büyük ölçüde niceliksel değerlendirme yöntemleri geliştirilebilir (Warren, 2015:402).

Ayrıca maddi olmayan duran varlıklarda özellikle Haklar hesabı, oldukça önemli bir yere sahip olabilecektir. İşletme örneğin, IoT'den faydalanmak için çeşitli yazılımlara yatırım yapmak durumunda kalabilecektir.

Bununla birlikte değer düşüklüğü konusunda yönetimin, işletme içinden ve dışından birçok göstergeyi dikkate alması gerekmektedir (TMS 36.12-13). Büyük verilerin analiz edilmesiyle değer

düşüklüğüne ilişkin göstergeler daha iyi değerlendirilebilecektir. Geri kazanılabilir tutarın belirlenmesinde kullanılan, tahmini hesaplamalar içeren varlığın kullanım değeri ve net satış fiyatı daha doğru tespit edilebilecektir. Böylelikle değer düşüklükleri doğru bir şekilde yansıtılabilecektir.

4. SONUÇ

Ashton (2009):

“İnsanların yardımı olmadan edindikleri bilgileri kullanarak, nesnelere ilgili bilinmesi gereken her şeyi bilen bilgisayarlara sahip olsaydık, her şeyi izleyip hesaplayabilirdik ve israfı, zararı, maliyetleri büyük ölçüde azaltabilirdik. Böylelikle nesnelerin ne zaman yenilenmesi, onarılması gerektiğini veya geri çekilmesi gerektiğini ve taze olup olmadıklarını veya son kullanma tarihlerinin geçip geçmediğini bilirdik” demektedir ve adımımızı henüz attığımız bu yeni çağı betimlemektedir.

Teknolojik ilerlemelerin akıllı evler, akıllı araçlarla insan hayatını etkilediği gibi işletmelerdeki süreçleri de etkilemesi kaçınılmazdır. Bugün insansız hava araçları, akıllı mağazalar, eczanelerle başlayan süreç, gıda maddelerinin bile üzerlerindeki çipler yoluyla üreticisine tükenmekte olduğunu haber vermesine kadar varabilecektir. Doğaldır ki, akıllı fabrikaların yavaş yavaş ortaya çıkmasıyla üretimde insanın etkisi biraz daha azalacak ve yerini kendi kendine hareket eden, öğrenen, karar veren robotlara bırakacaktır. İnsan, mantığı ve duygularıyla hareket eden bir varlık olduğu için her zaman hata yapma riskini taşımaktadır. Ancak, akıllı robotlarla ve yazılımlarla bu hatalar azalacaktır.

Endüstri 4.0, pek çok öncü gelişmenin üstünde yükselmekle birlikte, belki de, en büyük tetikleyicileri, her şeyin herkesle iletişime geçmesi ve hesaplanamayacak ölçüde bilgi üretmesidir.

Nasıl yaşanan muhasebe skandalları ve küreselleşme finansal raporlama

standartlarına yön verdiyse aynı şekilde sanayide yaşanan ilerlemeler de finansal raporlama standartlarını yeniden şekillendirecektir. Finansal tabloların işletmenin gerçek durumunu gösterir şekilde sunulması ve finansal tablo kullanıcılarının karar vermelerinde etkin rol oynayabilmesi açısından Endüstri 4.0 araçlarının etkisi oldukça önemlidir. IoT aracılığıyla her şeyin birbirine bağlanması sonucu her şey birer bilgi ileticisi konumuna gelecektir. Bunun sonucunda da büyük veri denilen ölçülemeyecek sayıda veri üretilecektir. Bu verilerin analiz edilmesiyle bilgi; doğru, yerinde ve zamanında ihtiyaçlara karşılık verir hale gelecektir. Böylelikle finansal raporlar da kullanıcıların ihtiyaçları doğrultusunda şekillenecek ve en önemlisi işletmenin finansal durumunun gerçeğe uygun bir şekilde raporlanmasına hizmet edecektir.

Bu doğrultuda, UFRS'lerde kullanılan değerlendirme ölçüleri daha da sadeleşecek, yapılması gereken tahminler IoT aracılığıyla daha tutarlı ve ileride gerçekleşecek duruma en yakın olanını gösterir hale gelecektir. Finansal raporları hazırlayanlar, herhangi bir değerlendirme ölçüsünü kullanıp kullanmama konusunda ikilemede kalmayacaklardır. Aslında en önemlisi ilke bazlı olan UFRS'ler, esnek yapılarından uzaklaşarak daha kural bazlı hale gelecektir.

Bununla birlikte gerçeğe uygun değerlerin sıklıkla kullanılacak olması ise ayrıca tartışılması gereken bir konudur. Bu noktada işletmenin varlıklarının ve borçlarının güncel değerlerinin bilinmesinin işletmeler açısından ne gibi sonuçlar doğuracağı düşündürücüdür.

KAYNAKÇA

1. ASHTON, K. (2009). "That 'Internet of Things' Thing". <https://www.rfidjournal.com/articles/view?4986>, 10.08.2018
2. ASLAN, Ü. ve ÖZERHAN, Y. (2017). "Big Data, Muhasebe ve Muhasebe Mesleği", *Muhasebe Bilim Dünyası Dergisi*, 19(4):862-883.
3. BANGER, G. (2018). *Endüstri 4.0 ve Akıllı İşletme*, Dorlion Yayınları, 2. Baskı, Ankara.
4. BANGER, G. (2017). *Endüstri 4.0 Ekstra*, Dorlion Yayınları, 2. Baskı, Ankara.
5. BARAS, K. ve BRITO, L.M.L.P. (2017). Introduction to the Internet of Things, s. 3-32, (Ed.)HASSAN, Q. F., KHAN, A. ur R. ve MADANI, S. A., *Internet of Things: Challenges, Advances, and Applications*, CRC Press.
6. BHIMANI, A. ve WILLCOCKS, L. (2014). "Digitisation, Big Data and the Transformation of Accounting Information", *Accounting and Business Research*, 44(4):469-490. <https://doi.org/10.1080/00014788.2014.910051>
7. GEPP, A., LINNENLUECKE, M. K., O'NEILL, T. J., & SMITH, T. (2018). "Big Data Techniques in Auditing Research and Practice: Current Trends and Future Opportunities", *Journal of Accounting Literature*, 40:102-115. <https://doi.org/10.1016/j.acclit.2017.05.003>
8. GÖKÇEN, G., ATAMAN, B. ve ÇAKICI, C. (2016). *Türkiye Finansal Raporlama Standartları Uygulamaları*, Beta Yayınları, 2. Baskı, İstanbul.
9. GÖRÇÜN, Ö.F., (2017). *Dördüncü Endüstri Devrimi Endüstri 4.0*. Beta Yayınları, 2. Baskı, İstanbul.
10. GREENGARD, S. (2017). *Nesnelerin İnterneti*, (Çev.) ÇANDAR, M., Optimist Kitap, İstanbul.
11. HORAK, J. (2016). "Does Industry 4.0 Influence Efficiency of Financial Management of a Company", *The 10th International Days of Statistics and*

- Economics, Prague, 8-10 Eylül.
https://msed.vse.cz/msed_2016/article/174-Horak-Josef-paper.pdf, 15.07.2018
12. Kieso, D. E., Weygandt, J. J. ve Warfield, T. D. (2014). *Intermediate Accounting IFRS Edition*, 2. Baskı, John Wiley & Sons.
13. KARACAY, G. ve AYDIN, B. (2018). "The Internet of Things and New Value Proposition", s. 173-185, (Ed.) ÜSTÜNDAĞ, A. ve ÇEVİKCAN, E. *Industry 4.0: Managing the Digital Transformation*, Springer International Publishing, Switzerland.
14. KGK (2011). "Finansal Raporlamaya İlişkin Kavramsal Çerçeve", http://www.kgk.gov.tr/Portalv2Uploads/files/DynamicContentFiles/Türkiye%20Muhasebe%20Standartları/TMSTFRS2018Seti/Finansal%20Raporlamaya%20İlişkin%20Kavramsal%20Çerçeve/KÇ_2018.pdf, 25.08.2018
15. KGK (2017). "TFRS 13 Gerçeğe Uygun Değer Ölçümü", http://www.kgk.gov.tr/Portalv2Uploads/files/DynamicContentFiles/Türkiye%20Muhasebe%20Standartları/TMSTFRS2018Seti/TFRS/TFRS_13_2018.pdf, 22.08.2018
16. KGK (2018). "TMS 2 Stoklar", <http://www.kgk.gov.tr/Portalv2Uploads/files/Duyurular/v2/TMS/TMS%202%20Stoklar.pdf>, 27.08.2018
17. KGK (2017). "TMS 16 Maddi Duran Varlıklar", http://www.kgk.gov.tr/Portalv2Uploads/files/DynamicContentFiles/Türkiye%20Muhasebe%20Standartları/TMSTFRS2018Seti/TMS/TMS_16_2018.pdf, 30.08.2018
18. KGK (2017). "TMS 32 Finansal Araçlar Sunum", http://www.kgk.gov.tr/Portalv2Uploads/files/DynamicContentFiles/Türkiye%20Muhasebe%20Standartları/TMSTFRS2018Seti/TMS/TMS_32_2018.pdf, 25.08.2018
19. KGK (2017). "TMS 36 Varlıklarda Değer Düşüklüğü", http://www.kgk.gov.tr/Portalv2Uploads/files/DynamicContentFiles/Türkiye%20Muhasebe%20Standartları/TMSTFRS2018Seti/TMS/TMS_36_2018.pdf, 15.08.2018
20. KGK (2017). "TMS 38 Maddi Olmayan Duran Varlıklar", http://www.kgk.gov.tr/Portalv2Uploads/files/DynamicContentFiles/Türkiye%20Muhasebe%20Standartları/TMSTFRS2018Seti/TMS/TMS_38_2018.pdf, 30.08.2018
21. KING, A. (2006). *Fair Value for Financial Reporting: Meeting the new FASB Requirements*. John Wiley & Sons.
22. KRAHEL, J. P., ve TITERA, W. R. (2015). "Consequences of Big Data and Formalization on Accounting and Auditing Standards", *Accounting Horizons*, 29(2):409-422.
<https://doi.org/10.2308/acch-51065>
23. MCKINNEY Jr., E., YOOS II, C. J. (2017). "The Need for 'Skeptical' Accountants in the Era of Big Data", *Journal of Accounting Education*, 38: 63-80.
24. MIRZA, A. A., ORRELL, M. & Holt, G. J. (2008). *IFRS Practical Implementation Guide and Workbook*. NJ: John Wiley & Sons.
25. MURTHY, U.S. ve GEERTS, G.L. (2017). "An REA Ontology-Based Model for Mapping Big Data to Accounting Information Systems Elements", *Journal of Information Systems*, 31(3):45-61.
- Organization for Economic Cooperation and Development (OECD). (2011). "New Sources of Growth: Intangible Assets", <http://www.oecd.org/sti/inno/46349020.pdf>, 05.12.2018
26. ÖRTEN, R., KAVAL, H. ve KARAPINAR, A. (2017). *Türkiye Muhasebe-Finansal Raporlama*

- Standartları Uygulama ve Yorumları, Gazi Kitabevi, Ankara.
27. REZAEI, Z. ve WANG, J. (2017). “Big Data, Big Impact on Accounting”, http://app1.hkicpa.org.hk/APLUS/2017/10/pdf/42,43,45_large%20source.pdf, 04.12.2018
28. RIFKIN, J. (2014). “The Zero Marginal Cost Society: The Internet of Things, the Collaborative Commons, and the Eclipse of Capitalism”, Palgrave Macmillan. New York.
29. SCHWAB, K. (2017). Dördüncü Sanayi Devrimi, (Çev.) DİCLELİ, Z., Optimist Yayınları, İstanbul.
30. TÜSİAD Raporu (2016). “Türkiye’nin Küresel Rekabetçiliği için Bir Gereklilik Olarak Sanayi 4.0: Gelişmekte Olan Ekonomi Perspektifi”, <http://www.tusiad.org/indir/2016/sanayi-40.pdf>, 18.06.2018
31. VASARHELYI, M. A., KOGAN, A. VE TUTTLE, B.M. (2015). “Big Data in Accounting: An overview”, Accounting Horizons, 29(2):381–396. <https://doi.org/10.2308/acch-51071>
32. WARREN, J. D., MOFFITT, K. C. ve BYRNES, P. (2015). “How Big Data Will Change Accounting”, Accounting Horizons, 29(2):397–407. <https://doi.org/10.2308/acch-51069>
33. WEYGANDT, J. J., KIMMEL, P. D. ve KIESO, D. E. (2015). Financial Accounting IFRS Edition, 3. Baskı. John Wiley & Sons.
34. Wiley 2016 (2016): “Interpretation and Application of International Financial Reporting Standards”, Ed. CHAUDHRY, A., FULLER, C., COTSEE, D., RANDE, E., BAKKER, E., VAN DER MERVE, M., YEUNG, P., VARUGHESE, S. MCLLWAIN, S. ve BALASUBRAMANIAN, T.V., John Wiley & Sons.
35. XU, L. D., XU, E. L. ve LI, L. (2018). “Industry 4.0: “State of the Art and Future Trends”, International Journal of Production Research, 56(8): 2941-2962

NESNELERİN İNTERNETİ UYGULAMALARININ TAM ZAMANINDA ÜRETİM SİSTEMİ ÜZERİNDEKİ ETKİSİ

THE EFFECT OF INTERNET OF THINGS APPLICATIONS ON JUST IN TIME PRODUCTION SYSTEM

Harun ÖGÜNÇ*

* Dr. Öğr. Üyesi, Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, Bucak Zeliha Tolunay Uygulamalı Teknoloji ve İşletmecilik
Yüksekokulu, Muhasebe ve Finansal Yönetim Bölümü, ogunc@mehmetakif.edu.tr, <http://orcid.org/0000-0002-7349-0739>

ÖZ

İletişim teknolojilerindeki gelişmenin bir yansıması olarak günümüzde sadece insanlar değil, cansız varlıklar olan nesnelere de birbiriyle iletişim kurabilmekte, bilgiyi işleyebilmekte ve karar alabilmektedir. Sözü edilen bu teknoloji, endüstri 4.0 ile birlikte hayatın her alanına girmesi beklenen "nesnelerin interneti" sistemleridir. Daha çok akıllı ev sistemlerinde görmeye alıştığımız bu yapının sağlık, taşımacılık, çevre vb. birçok alanda uygulama alanının olduğu görülmektedir. İnsan kaynaklı hataların azaltılması ve insanların tespit edemeyeceği miktarda veya hızdaki değişmelerin her birini sensörler yoluyla algulayarak ortaya çıkan verileri nesnelerin kendi arasında transfer etmesi, değerlendirmesi, karar alıp uygulamaya geçmesi veya karar almaya yönelik olarak insanlara ilemesi gibi birçok özelliği içinde barındıran bu sistemlerin, yetkisiz kişilerin bilgiye erişebilme riski nedeniyle henüz tam olarak güvenli bir yapıya sahip olduğu söylenemese de her geçen gün yaygınlaştığı görülmektedir. Bu çalışmada, yakın bir gelecekte hayatın her alanında göreceğimiz nesnelerin interneti sistemlerinin tam zamanında üretim sistemi üzerinde ne gibi etkilere sahip olacağı incelenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Nesnelerin İnterneti, Tam Zamanında Üretim, Endüstri 4.0

Jel Kodlar: M11, M13.

ABSTRACT

As a reflection of the development in communication technologies, not only human beings, but also objects that are inanimate can communicate with each other, process information and make decisions. This technology, together with industry 4.0, is expected to enter all areas of life "internet of things" systems. This structure we are used to seeing in more intelligent home systems, health, transportation, environment, etc. in many areas, application area is seen. These systems reduce human-induced errors and enable sensors to detect changes in the amount or speed that people cannot detect. It also contains many features such as the fact that objects transfer and evaluate the resulting data among themselves, decision making and implementation or communicating to people for the purpose of making decisions. although it can not be said that the unauthorized people still have a completely secure structure due to the risk of accessing information, it seems to be widespread every day. In this study, the effects of the internet of things systems that we will see in every aspect of life in the near future on the just in time production system have been investigated.

Keywords: Internet of Things, Just in Time Production, Industry 4.0

Jel Codes: M11, M13.

1. GİRİŞ

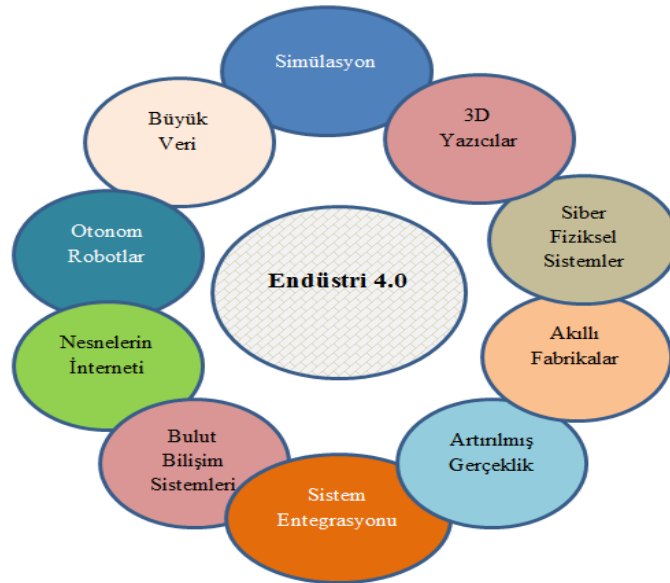
Teknolojideki hızlı gelişme, her geçen gün insan hayatını daha fazla kolaylaştırmakta ve birçok yönden ihtiyaçların karşılanmasına imkan sağlamaktadır. Sözü edilen konu ihtiyaç olunca sonu gelmeyen bir süreç karşımıza çıkmaktadır ve bu durum sürekli bir gelişmenin önünü açmaktadır. Günümüzde yoğun şekilde kullanılan endüstri 4.0 ifadesi de söz konusu teknolojik gelişmenin bir evresini ifade etmektedir. Makinelerin, üretim süreçlerinin hatta fabrikaların birbirleriyle iletişim halinde olduğu ve robot teknolojisi üzerine yoğunlaşmanın yaşandığı bu evre aslında iletişim teknolojisindeki gelişmenin bir yansımasıdır. Cansız varlıkların yani nesnelerin çevreden elde ettiği verileri toplaması, birbiriyle iletişim kurması ve veri transferinde bulunması gibi işlemlerin çoğunlukla insan müdahalesi olmaksızın gerçekleşmesi, gelecekte çok daha fazla alanda insan unsurunun sistem dışı bırakılacağı anlamına gelmektedir. Ayrıca insan düşüncesini taklit ederek gelişme gösteren yapay zeka uygulamalarını da bu kapsamda değerlendirmek mümkündür. Bilgisayar sistemlerinin, doğru veya yanlış

sonuçlara yönelik ortaya koyduğu alternatiflerden hangisinin tercih edildiğini dikkate alarak kendisini bu seçimlere göre uyarlaması ve sonuçta düşünce olarak “insanlaşan” bir yapıya bürünmesi şeklinde ifade edilebilecek yapay zeka uygulamalarını oldukça yaygın bir şekilde görmekteyiz.

Sanayi devrimlerinin her biri, insana ait beden gücünün kullanımını biraz daha azaltmakta, gereksiz veya yetersiz kılmaktayken endüstri 4.0 ile birlikte insana ait beyin gücünün kullanımı da aynı şekilde azalma, gereksiz veya yetersiz kalma sonucuyla karşı karşıya bulunmaktadır.

Daha çok akıllı ev sistemlerinde yaygın olarak karşımıza çıkan; ama aslında işletmelerde oldukça çeşitli kullanım alanları bulan nesnelerin interneti uygulamaları; daha disiplinli, hatasız ve verimli iş süreçlerinin oluşturulmasını sağlamakta olup nesnelerin internetini de içinde barındıran ve çok geniş bir alanı kapsayan endüstri 4.0’ın bileşenleri Şekil 1’de sunulmuştur.

Şekil 1: Endüstri 4.0 Bileşenleri



Kaynak: (EBSO, 2015: 9)

Endüstri 4.0 içerisinde değerlendirilen nesnelerin interneti uygulamalarına işletmeler ve özellikle üretim işletmeleri açısından bakılan bu çalışmada, nesnelerin interneti uygulamaları hakkında açıklamalarda bulunulmuş ve söz konusu uygulamaların tam zamanında üretim sistemi üzerindeki etkileri incelenmiştir.

2. NESNELERİN İNTERNETİ

İnsan hayatını büyük ölçüde etkileyen sanayi devrimlerinden ilki, su ve buhar enerjisinin makinelerde kullanılmasıyla başlamıştır. Henry Ford'un üretim hattı tasarımı ikinci sanayi devrimini oluştururken bilişim teknolojilerinin mekanik ve elektronik teknolojilerle birlikte kullanılması sonucunda üçüncü sanayi devrimi başlamıştır (Erturan ve Ergin, 2017: 16). Dördüncü sanayi devrimi ise "siber-fiziksel sistemler ve dinamik veri işleme ile değer zincirlerinin uçtan uca bağlandığı" bir evreyi işaret etmektedir (Tüsiad, 2016: 19). Üretim süreçleriyle ilgili verinin sistem tarafından sürekli olarak toplanması, planlanması ve kontrolüne ilişkin bir entegrasyonun hâkim olduğu bu evrede nesnelerin interneti, en önemli etkiye sahip unsur olarak görülmektedir (Erturan ve Ergin, 2017: 16).

İlk kez 1999 yılında Kevin Ashton tarafından bir sunumda kullanılan "nesnelerin interneti" (Internet of Things - IoT) terimi (Gündüz ve Akyüz, 2017: 14), nesnelerin birbirleriyle iletişimine olanak sağlayan yapılar olup (Alçın, 2016: 20) günümüzde hemen her alanda kullandığımız nesnelerin birbirine bağlanmasına, kendi aralarında iletişim kurmasına zemin hazırlayan bir teknolojiyi temsil etmektedir.

Temel düşüncesi çevreyi anlamak, kontrol etmek ve kontrol edilen bu çevre üzerinde hareket etmek için bilginin elde edilmesi olan IoT teknolojisinde (Oral ve Çakır, 2017: 173) RFID, NFC, sensörler gibi algılayıcılar ve Wifi, Wimax, Zigbee, Bluetooth ve kızılötesi gibi kablosuz iletişim teknikleri kullanılarak nesnelere

hakkında veriler elde edilmektedir. Dolayısıyla günlük hayatımızda kullandığımız nesnelerin her biriyle iletişime geçilebilmektedir (Bozdoğan, 2015: 5). Bu nedenle IoT, çeşitli iletişim protokollerini kullanarak iletişim kuran, bilgi üreten ve oluşturdukları ağ aracılığıyla ürettiği bilgiyi birbirine aktarabilen akıllı cihazların oluşturduğu topluluk veya pazar olarak tanımlanabilir (Erdem, 2015: 5). Dolayısıyla söz konusu sistemlerin oluşturulabilmesi için altyapı olarak etkin bir iletişim ağının kurulması ve algılayıcılardan faydalanılması gerektiği görülmektedir.

Nesnelerin birbiriyle iletişimine konu olan veri terimi; araştırma, gözlem, internet, sosyal medya ve sensörler gibi farklı ortamlardan ve kaynaklardan elde edilen parçaları ifade etmektedir (Doğan ve Arslantekin, 2016: 16) ve nesnelerin birbirine bağlanması ve sürekli bir şekilde iletişim halinde olması nedeniyle veri patlaması ortaya çıkmakta ve bunun bir sonucu olarak da "büyük veri" oluşmaktadır. Dolayısıyla büyük verinin depolanması, erişime sunulması ve verinin analiz edilmesi yeni yöntemlerin geliştirilmesine yönelik bir ihtiyaç ortaya çıkarmaktadır ve bu yöntemlerin başında veri madenciliği gelmektedir (Doğan ve Arslantekin, 2016: 26). Büyük veriyle ilişkili olarak değerlendirildiğinde veri madenciliği, elde edilen büyük verinin içinde gizli olarak yer alan unsurların güvenilir istatistiksel tekniklerle ortaya çıkarılması şeklinde ifade edilebilir (Doğan ve Arslantekin, 2016: 27).

Çok geniş bir çevreyi içine alan ve bu çevrede bulunan tüm unsurları doğrudan veya dolaylı olarak etkileyen IoT üç ayaklı bir sistemi temsil etmektedir (Arslan ve Kırbas, 2016: 36):

- Nesnelere
- İletişim ağları (nesnelerin birbiriyle bağlantısını sağlamaktadır)
- Bilgisayarlar (nesnelere nesnelere ulaşan verileri kullanmaktadır)

Dolayısıyla IoT sistemi içerisinde iletişimin ana etkenlerinden biri olan internet önemli bir noktada durmaktadır. İnternetin günümüzdeki konumuna ulaşmaya kadar geçirdiği evrelerin ise aşağıdaki gibi sıralanması mümkündür (Gündüz ve Daş, 2018: 327):

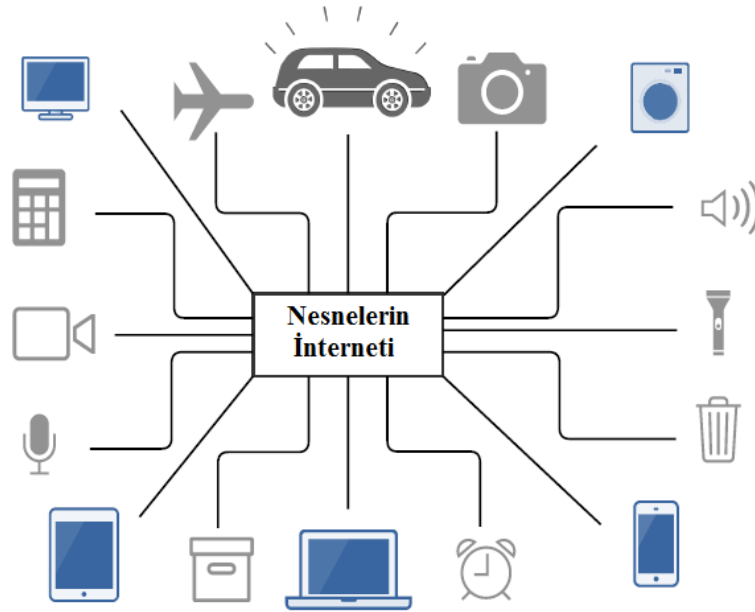
- Bilginin dijital ortama aktarılması ve dijital ortamdan bilgiye erişimin sağlanması
- Dijital ortamdaki bilgilerin çoklu kullanımının sağlanması ve e-ticaret faaliyetlerinin hayata geçirilmesi
- Sosyal medya, mobil medya ve bulut bilişim gibi etkileşimlerin dijitalleştirilmesi

- Nesnelerin dijital olarak internete bağlanması

Yukarıda ifade edildiği gibi internet ilk aşamada bilginin aktarılması ve bu bilgiye dijital ortamda ulaşılması noktasında kullanılmaktayken günümüzde söz konusu bilginin insan müdahalesi olmadan nesnelere arasında aktarılması aşamasında kullanılır hale gelmiştir.

Başlangıçta bilgisayarlar, sonrasında ise telefon ve tabletler internete bağlanabilirken artık IoT uygulamaları ile arabalar, saatler, buzdolapları, şemsiyeler, trafik lambaları ve hatta sokak lambalarına varıncaya kadar hayatın içindeki tüm nesnelerin internete bağlanabilir hale geldiği görülmektedir (Özbilgin, 2017: 5).

Şekil 2: IoT Veri Transferi



Kaynak: (Khalil ve Özdemir, 2018: 313)

Şekil 2 incelendiğinde elektronik olsun veya olmasın çevredeki tüm nesnelerin birer veri merkezi olarak kullanılabilirdiği söylenebilir.

BI Intelligence tarafından gerçekleştirilen çalışmaya göre 2020 yılına kadar internete bağlı IoT cihazlarının sayısı 34 milyara çıkacak ve IoT çözümlerini en fazla

işletmeler kullanacaktır; çünkü bu sayede daha düşük işletim maliyetleri ortaya çıkarken verimlilik artışı sağlanacak, ayrıca yeni pazarlara açılarak yeni ürünler geliştirilebilecektir (Maintenancenews, 2017: 10). Bir sonraki aşamayı düşündüğümüzde akıllı fabrikaların ortaya çıkması, daha az fire ortaya çıkması ve daha hızlı bir şekilde müşteri ihtiyaçlarının

karşılanması gibi hem işletme hem de tüketici açısından fayda sağlayacak sistemlerin hayata geçirilmesi kaçınılmazdır (Alçın, 2016: 26). Çünkü akıllı üretim sistemleri, üretim sürecinde ortaya çıkan sorunlar için en uygun çözüm alternatifinin belirlenmesi ve bunun hayata geçirilmesi noktasında önemli bir rol üstlenmektedir (Erturan ve Ergin, 2017: 17).

2.1 Literatür Taraması

Nesnelerin interneti, insan hayatını doğrudan etkileyen ve ticari olarak kullanılabilen yapısı nedeniyle oldukça dikkat çekici çalışmaların ortaya koyulmasına zemin hazırlamış olup bu kapsamda gerçekleştirilen akademik çalışmalardan bazıları aşağıda sıralanmıştır.

Kutup (2011), nesnelerin internetinin tarihsel gelişimi, sürecin işleyişi ve ilk uygulamaları ele aldığı çalışmada IoT sistemlerinin sağlayabileceği imkanlar hakkında bilgi vermiştir.

Akkuş (2016), IoT teknolojisinin temel gereksinimlerinden biri olan güvenli veri iletişimi amacıyla WEP algoritması ile kriptolu veri haberleşmesine yönelik uygulama ortaya koymuştur.

Arslan ve Kırbuş (2016) tarafından gerçekleştirilen çalışmada, mevcut haberleşme protokollerini destekleyip farklı algılayıcılar ve eyleyicilerle birlikte kullanılabilen modüler bir kablosuz düğüm ilk örneği hayata geçirilmiş ve verilerin anlık takibi sağlanmıştır.

Gökrem ve Bozuklu (2016), IoT hakkında gerçekleştirilen önceki çalışmalar, uygulama alanları ve ülkemizdeki mevcut durum hakkında bilgi vermiştir.

Oyucu ve Polat (2016), ticari olarak uygulanmakta olan bir IoT platformunun genel yapısı, mimarisi ve hangi alanlarda kullanıldığı üzerine gerçekleştirdikleri çalışmada söz konusu platformların farklı işlevsel özelliklere sahip olduklarını da ortaya koymuşlardır.

Erturan ve Ergin (2017) tarafından gerçekleştirilen çalışmada, muhasebe denetiminde nesnelerin internetinin ne

şekilde uygulanabileceği ve bu kapsamda, insandan kaynaklanan hataların ortadan kaldırılmasına yönelik olarak stok döngüsünde IoT yönteminin uygulanmasının getireceği faydalar değerlendirilmiştir.

Oral ve Çakır (2017) tarafından ortaya koyulan çalışmada “MQTT protokolü ve NodeMCU modülü kullanılarak amaca göre farklı algılayıcılar ve eyleyiciler ile birlikte kullanılabilen kablosuz IoT prototipi gerçekleştirilmiş, algılayıcıdan alınan verilerin kullanıcılar tarafından eşzamanlı takibi sağlanmıştır”.

Şener ve Elevli (2017), endüstri 4.0'a geçiş için gerekli olan koşullar üzerinde durdukları çalışmada endüstri 4.0 ile birlikte gelişen yeni iş kolları ve gerekli eğitimler hakkında değerlendirmelerde bulunmuşlardır.

Gabaçlı ve Uzunöz (2017), endüstri 4.0 ile birlikte üretimin her safhasında dijitalleşmenin etkileri görülmekteyken otomotiv sektörüne bu gelişmelerin ne düzeyde yansıtacağı üzerine çalışmışlardır.

Yerlikaya ve Dalkılıç (2017), IoT kapsamında nesnelerin birbiriyle iletişimine yönelik gerçekleştirdikleri uygulama çalışmasında nesnelerin haberleşmesi, kimlik doğrulaması ve güvenlik açıklarını tespit etme üzerine çalışmışlardır.

Öymen (2017), moda endüstrisi içerisinde yer bulan saat, kumaş, ayakkabı, gözlük gibi giyilebilir nesneler çerçevesinde, gelecekte ortaya koyulması planlanan giyilebilir akıllı teknolojiler hakkında bilgilendirme çalışması gerçekleştirmiştir.

Çaylı vd. (2017), düşük maliyetli, esnek ve ölçülebilir bir şekilde veri toplama ve analiz etme sistemine dayalı bir IoT uygulamasının hayata geçirilmesi üzerine gerçekleştirdikleri çalışmanın sağlayabileceği faydalar üzerinde durmuşlardır.

Bulut ve Akçacı (2017), üç boyutlu yazıcılar, IoT ve artırılmış gerçeklik kapsamında gerçekleştirdikleri çalışmada,

Türkiye’de endüstri 4.0 konusunda gelinen aşamayı ortaya koymuşlardır.

Soylu (2018), endüstri 4.0 ve bu sürecin uygulanmasında önemi bir unsur olan IoT bağlamında ortaya çıkan yeni iş modellerinin hayata geçirilmesinin girişimcilere sağladığı yeni alanlar hakkında bir çalışma gerçekleştirmiştir.

Çavdar ve Öztürk (2018), nesnelerin internetinin standart bir modele kavuşturulması amacıyla dönüşüm ve karar alt bölümlerini de içeren katmanlı bir model önerisinde bulunmuştur.

Köseoğlu ve Demirci (2018), “nesnelerin interneti, büyük veri, veri madenciliği, yapay zeka, bulut bilişim ve endüstri 4.0 gibi akıllı teknolojiler ile akıllı şehir uygulamaları” arasındaki ilişkiyi inceledikleri çalışmada, akıllı şehir için öncelikle hükümet ve yerel yönetimlerin üzerine ne gibi görevler düştüğü hakkında açıklamalarda bulunmuştur.

Gündüz ve Daş (2018), IoT uygulamalarının gelişimi, bileşenleri ve uygulama alanları hakkında gerçekleştirdikleri çalışmada, güvenilir bir iletişim ağının sağlanması için gerekli olan güvenlik önlemleri hakkında bilgilendirmede bulunmuştur.

Çalışkan vd. (2018) tarafından, hekimlerin gözlemleyemediği anlık değişimleri takip edebilmesi nedeniyle IoT uygulaması kullanılarak geliştirilen bir prototiple yürüme analizi ve ayak tabanında yüksek basınç uygulanan noktaların belirlenmesi sağlanmıştır.

Koca (2018) tarafından gerçekleştirilen çalışmada, Türkiye’de endüstri 4.0 sürecinde oluşan fırsat ve tehditler ortaya koyularak bu süreçte neler yapılması gerektiği üzerinde durulmuştur.

Tekin ve Karakuş (2018) tarafından gerçekleştirilen çalışmada spor ürünleri, akıllı stadyumlar ve skorboardlar gibi birçok spor ürünü ve spor alanında IoT, bulut bilişim, artırılmış gerçeklik, otonom robotlar gibi endüstri 4.0 uygulamalarının kullanılması üzerinde durulmuştur.

Bektaş ve Görmüş (2018), giyilebilir cihazlar ve IoT uygulamaları yardımıyla evde sağlık hizmeti alan bireylere ait verilerin düzenli ve anlık olarak iletilmesini sağlayan enerji verimli bir uygulama ile güç tasarrufu sağlamaya yönelik bir çalışma gerçekleştirmişlerdir.

Sarioğlu ve Oktuğ (2018), cihazların etkin bir şekilde çalışmasını sağlayan bir yönlendirme algoritması olan RPL (IPv6 Routing Protocol for Low-Power and Lossy Networks) ile IoT uygulamasının hayata geçirilmesi üzerine çalışmışlardır.

Şekkeli ve Bakan (2018), endüstri 4.0 üzerinde IoT uygulamalarının etkisi ve lojistik 4.0 olarak adlandırılan yeni lojistik uygulamalarının özellikleri ile potansiyel etkilerinin tartışıldığı bir çalışma ortaya koymuşlardır.

Divarcı ve Urhan (2018), nesnelerin interneti sistemi içerisinde network güvenliği sağlamaya yönelik olarak güvenlik ağ geçidi tasarımı ortaya koydukları çalışmada veri güvenliği ve bütünlüğünün kontrolünü sağlamışlardır.

Yıldız (2018), endüstri 4.0’ın temel taşlarından biri olan IoT üzerine geniş açıklamalarda bulunmuş ve akıllı fabrikalar hakkında bilgi vererek genel bir değerlendirme ortaya koymuştur.

Demir ve Erman (2018), evcil hayvanların hareketlilik seviyesinin takibi ile hastalık söz konusu olduğunda bunun zamanında tespit edilebilmesi amacıyla IoT uygulamasından faydalanarak bir çalışma ortaya koymuşlardır.

Koşunalp ve Arucu (2018), akıllı ulaşım sistemleri hakkında ortaya koyulan çalışmalar çerçevesinde IoT uygulamaları ile birlikte akıllı ulaşım sistemlerinin nasıl daha etkin hale getirilebileceği üzerine bir çalışma gerçekleştirmişlerdir.

Çakır vd. (2018) tarafından gerçekleştirilen çalışmada, günlük yaşamda giderek yaygınlaşan giyilebilir teknolojik ürünlerin kullanım alanları, avantaj ve dezavantajları ile karşılaşılan sorunlara çözüm yolları ortaya koyulmuştur.

Görmüş vd. (2018) tarafından IoT teknolojisiyle ilgili güvenlik üzerine gerçekleştirilen çalışmada, güvenli haberleşme için kullanılan mekanizmalar ve protokoller incelenip karşılaşılan zorluklar üzerinde durulmuş ve güvenlik için alınması gereken önlemlerden söz edilmiştir.

Karacı (2018a), yıkıcı olmayan öncül depremlerin, IoT sistemleri aracılığıyla önceden belirlenmesi amacıyla deprem uyarı sistemi geliştirmiş olup söz konusu sistem başarılı bir şekilde çalışmış ve daha önceden belirlenen şekilde sosyal ağ üzerinden bildirim yapmıştır.

Görçün (2018), IoT uygulamalarının robotik sistemlerle birlikte kullanımı ve bu birliktelikten lojistik ve tedarik faaliyetlerinin ne şekilde etkilendiği üzerinde durduğu çalışmada, lojistik ve robotik sistemlerin gelecekte ne gibi faydalar sağlayabileceği hakkında açıklamalarda bulunmuştur.

Karacı (2018b), hava kirliliğinin ölçülmesi üzerine gerçekleştirdiği çalışmada, yaygın kirleticilerin yoğunluğunu ölçen ve ölçüm

verilerini anlık olarak IoT platformuna gönderen bir cihaz geliştirmiştir.

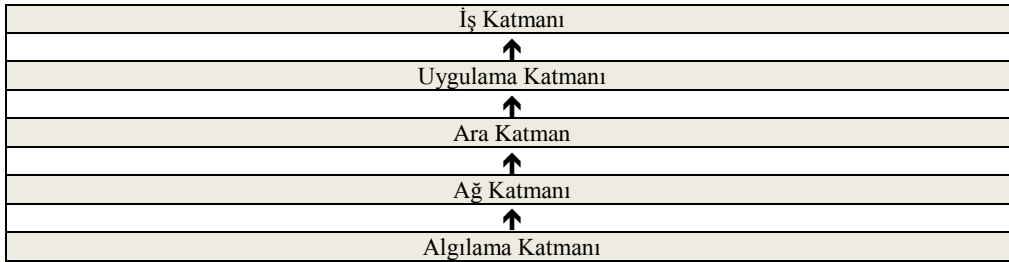
Çelik vd. (2018), servis araçlarının ve öğrencilerin hareketlerinin gerçek zamanlı olarak izlenmesini sağlamak amacıyla bir sistem tasarımı ortaya koymuşlardır.

Khalil ve Özdemir (2018), IoT için gerekli bileşenler, mimari yapı, uygulama alanları, söz konusu sistemlerin zorlukları ve gelecekte kullanılacak alanlar üzerinde durdukları çalışmada, nesnelerin interneti alanında henüz adreslenmemiş açık araştırma problemlerini analiz etmişlerdir.

2.2. Nesnelerin İnterneti Uygulamalarında Süreç

Endüstri 4.0'ın akıllı fabrikaları, üretim sürecinde ortaya çıkan ihtiyacın sensörler aracılığıyla algılanması ve uzak bir noktada bulunan diğer üretim araçlarıyla internet kullanılarak iletişim kurulmasına imkan sağlayan bir sistemi içinde barındırmaktadır (Alçın, 2016: 20). Bu kapsamda sensörler ve diğer veri aktarım cihazlarının kullanımıyla hayata geçirilen IoT sistemi genel olarak beş katmandan oluşmaktadır ve bunlar Şekil 3'te gösterilmiştir:

Şekil 3: Nesnelerin İnterneti Süreci



Kaynak: (Kraijak ve Tuwanut, 2015: 2)

Şekil 3'te gösterilen algılama katmanı, sensörler gibi algılayıcılar vasıtasıyla bilgilerin toplanmasını ifade etmektedir ve elde edilen bilgilerin ağ katmanına iletilmesini sağlamaktadır. Ağ katmanı, algılama katmanında elde edilen bilgilerin bir üst katmana aktarma işlemini yerine getirmektedir. Ara katman, alt katmandan gelen bilgileri depolar. Ayrıca elde edilen bilgileri işleme, hesaplama ve sonuçlara göre karar verme yeteneğine sahiptir.

Uygulama katmanı, ara katmanda işlenmiş bilgilerin uygulanmasına yönelik yönetim işlevinden sorumludur. İş katmanı ise tüm IoT sürecini kapsayan bir yapıya sahiptir. Elde edilen bilgilere dayalı şekilde grafikler, iş modelleri, akış şemaları, yönetici raporları vb. oluşturabilir (Kraijak ve Tuwanut, 2015: 2).

Yukarıda verilen sürecin bir başka açıdan aşağıdaki gibi dört basamaklı olarak ifade edilmesi de mümkündür:

Şekil 4: Nesnelerin İnterneti Basamakları



Kaynak: (Şener ve Elevli, 2017: 27)

Şekil 4 incelendiğinde, nesnelerin interneti uygulamalarında sensörlerin nesnelere veya makinelere yerleştirilmesiyle başlayan sürecin sensörler aracılığıyla veri elde edilmesi, verilerin karar alma amacıyla bilgiye dönüştürülmesi, elde edilen bilgiler sonucu alınan kararın hayata geçirilmesi şeklinde basamaklardan oluştuğu görülmektedir.

2.3. Nesnelerin İnterneti Uygulamalarında Güvenlik

İnsanların belki de kendilerini en fazla güvende hissettiği alanlardan biri olan evleri bile, artık uzaktan müdahale imkanlarının artmasıyla birlikte eskisi kadar güvenli alanlar olmaktan uzaklaşmış görünmektedir. Çünkü evde bulunan nesnelere tek bir merkezden yönetilirse o sistemi ele geçiren biri örneğin fırın ayarına müdahale ederek yangın çıkartabilir veya alarm sistemini kapatıp kapıyı açarak hırsızlığa açık hale getirebilir. Buna benzer birçok tehdiye karşı IoT uygulamaları, güvenlik önlemlerini ön planda tutmalı ve aşağıda sıralanan yaklaşımlar ilke edinilmelidir (Gündüz ve Daş, 2018: 332):

- Tutarlı ve otomatik çalışmalı
- Güvenlik açıklarını gerçek zamanlı analiz edebilme yeteneğine sahip olmalı

- Ağdaki tüm bağlantıları detaylı bir şekilde görüntüleyebilmeli ve denetleyebilmeli
- Ağdaki büyüme durumunda ihtiyacı karşılayabilmeli
- Gerçek zamanlı tepki verebilme yeteneğine sahip olmalı
- Sadece yetkililerin kullanımına yönelik kodlama/şifreleme yapabilmeli

Yukarıda sayılan hususlar konut, işyeri ve halka açık alanlar da dâhil olmak üzere tüm IoT uygulamalarının sahip olması gereken özellikleri genel olarak göstermektedir. Bunun yanında özel risk unsurlarına çözüm getirmek amacıyla sistem güvenliğinin sağlanabilmesi için bazı güvenlik politikalarına da ihtiyaç duyulmaktadır ve bunlar aşağıda sıralanmıştır (Gündüz ve Daş, 2018: 333):

- **Uzaktan erişim politikası:** Sisteme kimin, ne zaman hangi cihazlarla ve nasıl bağlanabileceğinin belirlenmesidir.
- **Bilgi gizliliği politikası:** Hassasiyet seviyesine bağlı olarak bilgiyi korumak için hangi ölçüde güvenlik düzeyi oluşturulacağını tanımlanmasıdır.
- **Bilgisayar güvenliği politikası:** Belirli bilgisayarları kimlerin kullanabilece-

ğini, bilgisayarın güvenliği için hangi programların yüklenebileceğini ve depolama cihazlarının kullanılıp kullanılmayacağını tanımlar.

- **Fiziksel güvenlik politikası:** Fiziksel varlıkların nasıl güvenlik altına alınacağını tanımlar.
- **Parola politikası:** Bir parolanın hangi unsurlardan oluşacağı ve ne kadar süre kullanılacağı gibi kriterleri belirler.

Parola politikasıyla ilgili olarak kriptoloji önemli bir yer tutmaktadır. Bir şifre bilimi olan kriptolojinin temel amacı, verilerin güvenli bir ortamda şifrelenerek karşı tarafa iletilmesi ve alıcı tarafından verinin sağlıklı bir şekilde çözülebilmesidir. Bilgisayar, telefon, modem, ATM cihazları, otomasyon sistemleri ve daha birçok alanda kriptolojiden faydalanılmaktadır (Akkuş, 2016: 101). Tüm bu sayılanların yanında nesnelere arasında ortaya çıkan verinin her geçen saniyede artarak çoğalması, söz konusu verinin depolanması sorununu da beraberinde getirmektedir ve bunun çözümü, bulut depolama sistemleri ile sağlanabilmektedir; ancak söz konusu depolama sistemlerinin kullanılması da bir başka güvenlik sorununu beraberinde getirmektedir (Alçın, 2016: 26).

2.4. Nesnelerin İnterneti Yaklaşımının Kullanım Alanları

IoT uygulamaları günlük hayatın hemen her alanında yer bulmakta ve giderek hızlı bir şekilde yaygınlaşmaktadır. Söz konusu uygulamalardan biri olan kendi kendine park eden, hatta sürücüsüz hareket edebilen taşıtların günümüzde hayata geçirilmesi, kendi kendini yöneten işletmelerin çok da uzak bir geleceği işaret etmediğini göstermektedir (Erturan ve Ergin, 2017: 19). Bu kapsamda ülkemizde Arçelik ve Vestel firmalarının hayata geçirdiği çamaşır makinelerine yerleştirilen bir tuş aracılığıyla deterjan siparişi verme sistemi, söz konusu alanın gelişmeye açık bir yönünü gözler önüne sermektedir (NTV, 2018).

IoT kavramıyla ortaya çıkan uygulamalar “bilgi ve analiz” ile “otomasyon ve kontrol” olmak üzere iki temel açıdan incelenebilir. Bilgi ve analiz, daha doğru karar vermeyi sağlayacak şekilde verilerin ilişkilendirilmesi ve analiz edilmesini ifade ederken otomasyon ve kontrol ise verilerin otomatik bir şekilde işlenmesini, karmaşık durumlara hızlı çözümler ortaya koyulmasını ve insan müdahalesi olmaksızın süreçlerin işlenmesini ifade etmektedir. Söz konusu unsurlar ve bunların hangi iş ve işlemlerden oluştuğu Tablo 1’de gösterilmiştir (Chui vd., 2010).

Tablo 1: Nesnelerin İnterneti için Temel Uygulama Unsurları

Bilgi ve Analiz	Otomasyon ve Kontrol
<p>1. İzleme Davranışı: Ürünler sensörler entegre edildiğinde ürün hareketleri ve onlarla etkileşimleri izlenebilir. Örneğin sigorta şirketi, araçlara bu sensörlerden takılmasını teklif ederek aracın konum, hız vb. bilgilerinin elde edilmesi karşılığında farklı fiyatlandırma politikası uygulayabilir.</p>	<p>1. Süreç Optimizasyonu: Süreçlerin daha iyi hale getirilmesi için her bir adımın titizlikle izlenmesi gerektiği durumlarda IoT önemli bir görev üstlenmektedir. Örneğin kağıt endüstrisinde sıcaklığın personel tarafından sürekli kontrol edilerek ayarlanması yerine fırın alevinin şeklini ve yoğunluğunu otomatik olarak ayarlama işlevi olan sıcaklık sensörleri kullanılarak bir üretim işletmesinde yüzde 5 üretim artışı sağlanmıştır.</p>
<p>2. Geliştirilmiş Durumsal Farkındalık: Birçok nesneye yerleştirilen sensörlerden elde edilen verilerin, karar alıcılara gerçek zamanlı olarak iletilmesini sağlamaktadır. Örneğin nakliye firmasıyla ilgili lojistik yöneticileri, hava koşulları, trafik durumu ve araç konumuna ait verilerin anlık olarak elde edilmesi sayesinde tikanıklık veya aksaklıkları en aza indirebilir.</p>	<p>2. Optimize Edilmiş Kaynak Tüketimi: Ağa bağlı sensörler ve otomatik geri bildirim sistemleri, enerji ve su gibi kaynakların kullanımını daha optimum seviyede gerçekleştirmeye olanak sağlayabilir. Örneğin bir fabrikada üretimin azaldığı zamanlarda bile tam kapasitede üretim yapılmış gibi enerji kullanılmaya devam edebilmektedir ve bunun önüne geçilmesi sağlanabilir.</p>
<p>3. Sensör Odaklı Karar Analizi: Daha uzun bir süreyi kapsayan şekilde daha karmaşık kararların alınması için gerekli yazılımlarla donatılmış sistemler kullanılabilir. Örneğin mağazalarda gezen binlerce müşterinin sensörler vasıtasıyla, bir ekran veya vitrin önünde ne kadar süre kaldıkları ve ilgili ürünü satın alıp almadıklarına ait bilgiler kaydedilebilir ve bu yolla ürünler veya reklamlara yönelik bir çalışma yapılabilir.</p>	<p>3. Karmaşık Otonom Sistemler: IoT, öngörülemez koşulların hızlı ve gerçek zamanlı olarak algılanmasını ve otomatik sistemler ile çözüm geliştirilmesini sağlayabilir. Örneğin otomobillerde çarpışmayı engelleyici otomatik fren sistemleri, çevresel koşullarda meydana gelen ani değişimlere cevap verebilmektedir.</p>

Kaynak: (Chui vd., 2010)

IoT; e-sağlık, ev otomasyonu, akıllı çevre-su-tarım-hayvancılık-enerji ve şehir, güvenlik, alışveriş ve lojistik başta olmak üzere birçok alanda iyileştirmelerin yapılmasına katkı sağlamaktadır (Gökrem ve Bozuklu, 2016: 49). Örneğin akıllı şehir uygulamalarıyla ilgili çalışmaların şu şekilde sıralanması mümkündür (Gökrem ve Bozuklu, 2016: 53);

- Boş park yerlerini belirleyen sistemler
- Trafik sıkışıklığını algılayıp alternatif güzergâhlar sunan sistemler
- Hava durumuna göre kendini ayarlayan sokak ve yol aydınlatmaları
- Şehir merkezinde gürültü haritasının çıkarılması
- Baz istasyonları tarafından yayılan elektromanyetik alan seviyelerinin ölçülmesi

Bir başka açıdan bakıldığında, canlıların üzerine yerleştirilen sensörler aracılığıyla genel sağlık durumlarının takibi, acil durumlar için hızlı müdahale imkânı sağlamaktadır. Tansiyon ve kalp hastalığı gibi pek çok alanda IoT etkin şekilde kullanılabilir. Bunun yanında gıda sektöründe ürünlerin depolanması, muhafazası ve dağıtım aşamalarındaki süreçler RFID sistemleri gibi cihazlar kullanılarak kontrol edilip problemlerin daha ortaya çıkmadan önlenmesi sağlanabilir (Bozdoğan, 2015: 7-8). Bu sayılanların dışında IoT sistemlerine ait bazı uygulama alanları Tablo 2’de gösterilmiştir.

Tablo 2: Nesnelerin İnterneti için Bazı Uygulama Alanları

Ulaştırma ve Lojistik Alan Uygulamaları	Sağlık Hizmetleri	Akıllı Ortam Uygulamaları	Kişisel ve Sosyal Alan Uygulamaları
- Lojistik - Akıllı Ulaşım Sistemleri - Akıllı Otoparklar - Çevresel İzleme	- Algılama - Takip Etme - Tele-Tıp - Ortam Destekli Yaşam	- Endüstriyel Otomasyon - Akıllı Tarım - Akıllı Evler ve Binalar	- Sosyal Ağlar - Geçmişe Ait Sorgulamalar - Geliştirilmiş Oyun Odaları

Kaynak: (Khalil ve Özdemir, 2018: 318)

Çalışmanın başlangıç bölümünde sunulan araştırmacıların IoT uyguladıkları alanlar literatür araştırması dikkate alınarak ise Tablo 3'te sunulmuştur.

Tablo 3: IoT Uygulanan Çalışmalar

Uygulama Alanı	Yılı	Araştırmacı
Muhasebe denetiminde	2017	Erturan ve Ergin
Giyilebilir akıllı teknolojilerde	2017	Öymen
Akıllı şehir uygulamalarında	2018	Köseoğlu ve Demirci
Yürüme analizi ile sağlık kontrolünde	2018	Çalışkan vd.
Spor sahalarında	2018	Tekin ve Karakuş
Evde sağlık hizmeti alan hastalarda	2018	Bektaş ve Görmüş
Lojistik alanında	2018	Şekkeli ve Bakan
Evcil hayvanların hareketleri ile hastalık tespitinde	2018	Demir ve Erman
Akıllı ulaşım sistemlerinde	2018	Koşunalp ve Arucu
Giyilebilir teknolojik ürünlerde	2018	Çakır vd.
Deprem erken uyarı sisteminde	2018	Karacı
Hava kirliliği ölçümünde	2018	Karacı
Lojistik ve tedarik faaliyetlerinde	2018	Görçün
Servis araçları ve öğrenci hareketlerinin takibinde	2018	Çelik vd.

Tablo 3'te sıralanan çalışmalardan biri olan yürüme analizine ait oluşturulan prototip görseli aşağıda verilmiştir.

Şekil 5: Yürüme Analizi için Prototip



Kaynak: (Çalışkan vd., 2018: 244)

Oldukça yaygın kullanım alanları bulunan bu sistemlerin hızlı bir şekilde gelişme göstereceği ve daha fazla alanda karşımıza çıkacağını tahmin etmek hiç de zor görünmemektedir. Dolayısıyla IoT

uygulamasının henüz başında olan veya yakın gelecekte yaygınlaşması beklenen uygulamaların Tablo 4'teki gibi sıralanması mümkündür:

Tablo 4: Mevcut veya Gelecekte Yaygınlaşabilecek Nesnelerin İnterneti Uygulamaları

Uygulama Alanı	Uygulama	Açıklama
Akıllı Kentler	Akıllı Araç Otoparkı	Şehirdeki park yerlerinin izlenmesi
	Yapısal Sağlık	Bina vb. yapılardaki titreşimler ile malzeme koşullarının izlenmesi
	Trafiği Kontrol Etmek	Araç ve yaya yoğunluğuna göre rotaların optimizasyonu
	Akıllı Aydınlatma Sistemi	Hava koşullarına göre sokak lambalarının uyarlanması
	Akıllı Yollar	Hava koşulu, kaza, trafik sıkışıklığı vb. durumlara göre alternatif yollara ait uyarı mesajı gönderme
Akıllı Ortam İzleme Sistemleri	Orman Yangınları için Alarm Sistemi	Yangına hassas bölgeler için sıcaklık ve gaz seviyelerinin izlenmesi
	Deprem için Erken Alarm Sistemleri	Fay hatlarının ve titreşim bölgelerinin izlenmesi
	Hava Kirliliği	Araba, fabrika ve çiftliklerden yayılan zehirli gaz seviyelerinin izlenmesi
	Sel İzleme Sistemi	Nehir, baraj ve rezervuarlardaki su seviyesi değişimlerinin izlenmesi
Perakende Dağıtımlar	Tedarik Zinciri Kontrolü	Tedarik zinciri boyunca depolama koşulları ve ürünlerin takibi
	Akıllı Ürün Yönetimi	Otomatik depolama işlemleri için raflarda ve depolarda ürünlerin durumunun kontrolü
Akıllı Tarım	Akıllı Seralar	Ürün kalitesini ve verimliliği yükseltmek için mikro iklim koşullarının kontrolü
	Bitkisel Sağlık	Mantar vb. olumsuzlukları önlemek için toprakta ve samanda nem/sıcaklık kontrolü
Ev Otomasyonu	Enerji ve Su Kullanımı	Daha az enerji ve su kullanımının kontrolü
	Uzaktan Kumandalı Sistemler	Kazaları önlemek ve enerji tüketimini sınırlamak için uzaktan kontrol
	Akıllı Güvenlik Sistemleri	İzinsiz girişleri ve açık kapı vb. tespit etmek
E-Sağlık	Akıllı İzleme Sistemi	Yalnız yaşayan yaşlı/engelliler için tıbbi takip
	Elektronik Sağlık Kaydı	Hastanın tıbbi geçmişini kaydetme
	Tıbbi Buzdolabı	Aşı, ilaç ve organik malzemelerin depolanmasında sıcaklık kontrolü

Kaynak: (Khalil ve Özdemir, 2018: 322)

IoT, sadece özel sektörü ilgilendirmeyip devletin de çeşitli şekillerde üzerinde durduğu bir alan olarak karşımıza çıkmaktadır. 2015 yılında Resmi Gazete'de yayımlanan "2015-2018 Bilgi Toplumu Stratejisi ve Eylem Planı" çalışmasında IoT aşağıda belirtildiği şekilde yer almaktadır:

"2020 yılına kadar 50 milyar cihazın birbiri ile bağlantılı olacağı tahmin edilmektedir. Sensör ve gelişen çip teknolojilerinin günlük hayattaki pek çok canlı ve cansız varlığa entegre edilmesi ve bunların birbirleriyle olan iletişimi (makinalar arası iletişim - M2M) etrafımızdaki nesnelere yaşayan bir bilgi sisteminin unsuru haline getirmektedir. Nesnelerin interneti olarak

adlandırılan bu yapı bilginin analizi ve otomasyon alanlarında önemli fırsatlar sunmaktadır. Bilginin analizinde nesne veya verinin konum ve zaman bazlı takibi ve sensör tabanlı karar destek sistemleri öne çıkmaktadır. Örneğin, cep telefonu sinyali ve araçlardan alınan GPS verisiyle insan hareketliliğinin en yoğun olduğu bölgeler gerçek zamanlı olarak izlenebilmekte ve bu verilere dayalı olarak ticari kararlar alınabilmektedir” (BTDB, 2015: 32).

IoT, kurumsal bilgi sistemlerinin uygulanmasında da önemli bir yere sahiptir. Bu sistemler, kuruma ait iş ve işlemleri birbirine entegre ederek onları sürekli olarak iyileştiren bilgi sistemleridir ve kurumsal kaynak planlaması (KKP,) tedarik zinciri yönetimi (TZY) ve müşteri ilişkileri yönetimi (MİY) olmak üzere üç çeşidi bulunmaktadır. İşletmenin finans, muhasebe, insan kaynakları, satış gibi bölümlerinin ihtiyaç duyduğu bilgilerin oluşturulması ve entegrasyonu KKP sistemleri ile sağlanabilmektedir ve bu sistemler verinin gerçek zamanlı işlenmesi, işgücünün daha az kullanılması ve daha hızlı raporlama imkânlarını sunmaktadır. TZY, tedarikçilerle daha iyi bir işbirliği ortamının kurulması, müşteri isteklerinin daha hızlı karşılanması ve daha düşük stok maliyetinin ortaya çıkmasında önemli bir yere sahiptir. MİY ise müşteri memnuniyeti ve bağlılığının oluşmasını ve sürdürülmesini sağlamaktadır (Şener vd., 2016: 243). Söz konusu sistemlerin her birinde yoğun şekilde veri transferi gerçekleşmektedir ve IoT uygulamaları da verinin toplanması, depolanması ve ilgili birimlere dağıtılmasında kullanılan sistemler olduğu için işletmelere önemli ölçüde katkı sağlamaktadır.

2.5. Endüstriyel Nesnelerin İnterneti (IIoT)

Günümüzde endüstriyel alanda IoT daha çok otomatik depolama ve çekme sistemleri aracılığıyla hammadde, yarımamul ve mamullerin hasar görmeden üretim hattına gönderilmesi veya depolanması; üretimde kullanılan makinelerdeki olağandışlıkların algılayıcılar aracılığıyla tespit edilerek

sorumluların bilgilendirilmesini içeren, koşullara bağlı önleyici bakım faaliyeti ve yer altı madenciliğinde ortaya çıkabilecek olumsuzlukların önlenmesi işlemlerinde etkin şekilde kullanılmaktadır (Ercan ve Kutay, 2016: 603-604). Bunun yanında stok yenileme süreçlerini otomatikleştirmek amacıyla raf ve depo kontrolünün sağlanması, saklama koşullarının izlenmesi de IoT ile daha etkin bir şekilde gerçekleştirilebilmektedir (Gökrem ve Bozuklu, 2016: 57). Bunlara ek olarak endüstriyel nesnelerin interneti (IIoT) mimarisinin üstünlükleri aşağıdaki gibi sıralanabilir (Ercan ve Kutay, 2016: 602-603):

- Algılayıcı cihazlar, maliyeti oldukça düşük bir şekilde bataryalarından enerji sağlayarak kablosuz ağlara bilgi aktarabilirler.
- Toplanan veriler; depolama, yapılandırma ve izleme işlemlerinin yanında veri çözümüleme teknikleri kullanılarak değerlendirme ve analiz edip karar verme süreçlerinde kullanılır.
- Çözümlenen veriler sonucunda elde edilen bilgiler doğru zamanda, fabrika içinde veya dışındaki doğru kişilere iletilir.
- Üretimle ilgili düzeltici çalışmalar, üretim kaybı yaşanmadan hızlı bir şekilde hayata geçirilir.

Üretim süreçlerindeki hızlı gelişme ve buna bağlı olarak işletmelerin rakipleri karşısında tutunabilme ve hayatta kalabilme gereksinimi gibi nedenlerle IIoT, günümüzde gelişmeye en açık alanlardan biri olarak karşımıza çıkmaktadır ve özellikle aşağıda sıralanan bazı alanlarda bu sistemlerin gelişme kaydetmesi gerekmektedir (Ercan ve Kutay, 2016: 605):

- Her bir nesneye isim/kimlik verilmesine yönelik yönetim sistemlerinin geliştirilmesi gerekmektedir.
- Her bir akıllı cihaz üreticisinin kendi teknolojisini kullanması nedeniyle farklı üreticilerin cihazları birlikte çalışmamakta ve dolayısıyla bu uyum

sorununa yönelik çözümler getirilmesi gerekmektedir.

- İnternet ortamında herhangi bir yerden gelebilecek saldırılara karşı yetkisiz kişilerin erişiminin engellenmesi ve ağ güvenliğinin sağlanması için gerekli önlemlerin alınması gerekmektedir.
- Algılayıcıların iletişimde yetersiz kalması sebebiyle dinamik bilişsel haberleşme teknikleri geliştirilmelidir.
- Kullanılan akıllı cihaz sayısındaki artış nedeniyle enerji tüketimini azaltacak şekilde verimli çalışan cihazların tasarlanması gerekmektedir.

2.6. Endüstride Nesnelerin İnterneti Uygulanması için Gerekli Koşullar

IoT her alanda olduğu gibi üretim işletmelerinde de kendine geniş bir uygulama alanı bulmaktadır. Ancak söz konusu uygulamaların hayata geçirilmesi, diğer uygulama alanlarıyla benzerlik gösterse de bazı farklı özellikleri içinde barındırması gerekebilmektedir. Bu kapsamda nesnelerin internetine yönelik endüstri uygulamaları için gerekli olan unsurlar aşağıdaki gibi sıralanabilir (Fantana vd., 2013: 158-160):

- **Güvenilirlik:** Güvenilir IoT cihazları ve sistemleri, endüstriyel süreçlerin sürekli olarak çalışmasına olanak sağlamalı ve faaliyetler yerinde gerçekleştirilebilmelidir.
- **Dayanıklılık:** IoT uygulama ve cihazları zorlu çalışma koşullarına dayanabilecek şekilde sağlam olmalı ve belirli çalışma ortamları için gerekli sertifikaları içermelidir.
- **Makul maliyet:** Fayda-maliyet dengesi sağlanmalıdır; çünkü maliyeti düşük ama yetersiz bir sistem, tüm kurulum üzerinde olumsuz etkiye sahip olacaktır.
- **Güvenlik ve emniyet:** Güvenlik gereksinimi, siber tehditlerle ilgilidir ve şirketin tüm güvenlik stratejisinin bir parçası haline gelmelidir.
- **Basit kullanım:** IoT uygulamaları basit, sezgiye dayalı kullanım, çevreden haberdar olma; kullanıcı, konum veya

ortam becerilerine uyum sağlama özelliklerine sahip olmalıdır.

- **İdeal ve uyarlanabilir özellikler:** Gerekli yeterliliğe sahip olmalı ve daha sonra gerekli olacak özelliklerin eklenmesine uygun olmalıdır.
- **Az bakım veya bakım gerektirmeyen bir yapı:** Bakım gerektirmeme veya çok az bakım gerektirme tüm cihazlar için beklenen bir özellik olmasına rağmen IoT sistemlerinde bu daha önemli bir hale gelmektedir.
- **Standardizasyon:** IoT cihazları ve uygulamaları, birlikte çalışabilme ve kolay veri alışverişi yapabilme gerekliliği için bazı standartlara sahip olmalıdır.
- **Uyum yetenekleri:** Bilgi teknolojisine kolay entegrasyon ve endüstriyel alanın otomasyonu, bir IoT sisteminin kullanılıp kullanılmayacağına belirleyicilerindedir.
- **Algılama ve veriye ulaşma:** IoT uygulamaları, dağılmış verileri çok daha kompleks algılama sistemleri sayesinde tekrar yönlendirecektir.
- **Destek ve servis:** IoT uygulamaları sürekli güncelleme hizmetleriyle yıllarca çalıştırılabilir.

2.7. Endüstriyel Nesnelerin İnterneti Uygulamalarının Sağladığı Faydalar ve Örnek Uygulamalar

Endüstride IoT uygulamaları birçok yönden fayda ve değer ortaya çıkarmakta olup bunlardan bazıları aşağıda sıralanmıştır (Fantana vd., 2013: 156):

- Kimlik ve konum izlemeden gelen değer
- Zorlu endüstri ortamlarında IoT destekli güvenlikten gelen değer
- Doğru bilgi elde edilmesinden sağlanan değer
- Gelişmiş endüstriyel süreçlerden gelen değer
- Azalmış üretim kayıplarından gelen değer
- Azalmış enerji tüketiminden gelen değer

- IoT uygulamaları tarafından mümkün hale getirilen yeni tür süreçlerden gelen değer
- Yeni tür koruma ve yaşam boyu sürdürme yaklaşımlarından gelen değer
- Akıllı nesnelere tarafından mümkün kılınan değer
- Sürdürülebilirlikten gelen değer

Yukarıdakiler yanında IIoT uygulamaları, gerçek zamanlı uygulama verileri aracılığıyla tahmini bakım zamanlarının belirlenmesini sağlamakta ve makinelerin arızalanma olasılığına karşı önceden harekete geçilmesini olanaklı hale getirmektedir. Ayrıca müşteri tarafından ürünlerin nasıl kullanıldığına dair verilerin elde edilmesiyle söz konusu ürünün gelecekte daha fazla müşteri odaklı şekilde tasarlanmasına imkân sağlamaktadır (Rouse, 2018). Örneğin, üreticinin varsaydığından daha zorlu bir şekilde müşteri tarafından bir makinenin kullanılması sonucunda söz konusu makinenin kullanım süresi kısılacak, daha fazla arıza ortaya çıkacak, söz konusu arızalar garanti kapsamındaysa üreticiyi olumsuz etkileyecek, aksi durumda ise müşteri memnuniyetsizliği ortaya çıkabilecektir. Bunun önüne geçilebilmesi için söz konusu makineye IoT uygulamalarının entegre edilmesi sonucunda makinenin kullanım bilgilerinin üreticiye ulaştırılması, gerekiyorsa kullanıcının uyarılması ve makine üreticisinin daha zorlu kullanım koşullarına uygun üretim yapması gerektiği hakkında bilgi sahibi olması sağlanabilecektir.

Dünyanın önde gelen robot üreticilerinden biri, üretim tesislerinde ortaya çıkan duruş sürelerini azaltmak amacıyla, bulut tabanlı analitik çözümler aracılığıyla robotiklerinde sensörler kullanarak, robotik bir sistem veya proses ekipmanı gibi bir bileşenin ne zaman arızalanabileceğini önceden tahmin edebilmekte olup “sıfır duruş süresi sistemi” ile “yılın tedarikçisi inovasyon ödülü”nü almıştır (Qualist, 2017). Bunun yanında IIoT uygulamalarına ait bazı örnekler aşağıda sıralanmıştır (Rouse, 2018):

- Robot ve robotik firması olan ABB, parçaların arızalanmadan önce tamiratının yapılması için sensörler kullanmaktadır.
- Uçak üreticisi Airbus, sensörler yoluyla hataları azaltmaya ve işyeri güvenliğini artırmaya yönelik sistemler kullanmaktadır.
- Robot üreticisi olan Fanuc, robotlara entegre edilen sensörler aracılığıyla bakımların zamanında yapılmasını ve dolayısıyla olası arıza sürelerinin önüne geçilmesini sağlamaktadır.
- Otomotiv üreticisi Magna Steyr, araç ve araç parçalarını takip ederek gerektiğinde fazla stok yapmak için IIoT sistemlerinden faydalanmaktadır.

3. TAM ZAMANINDA ÜRETİM

İşletmelerin başarılı olabilmesi, üretim ve stok kontrolünün birlikte dikkate alınmasıyla daha mümkün hale gelmektedir (Acar, 2005: 108) ve bu birlikteliği sağlayan tam zamanında üretim fikri ilk olarak Japonya’da Toyota Motor firması başkanı Taiichi Ohno tarafından geliştirilmiştir. Stokların tamamıyla ortadan kaldırılmasının hedeflendiği bu sistemin sağlıklı bir şekilde işleyebilmesi oldukça zor olmasına rağmen üretim sürecindeki tüm personelin yüksek düzeyde dikkatli olması, çok küçük bir sorunun bile büyümeden ortadan kaldırılmasına imkan sağlamaktadır (İpekgil ve Gökşen, 1994: 166). Dolayısıyla üretim hattında ortaya çıkabilecek herhangi bir arıza, yarı mamul stoklarının oluşmasına neden olarak sistemin akışının tıkanmasına yol açtığı için her personel, çalıştığı makineye ait küçük arızaları onarabilecek şekilde eğitilmeli ve aynı personel belirli zamanlarda makinenin bakımını yapmakla sorumlu tutulmalıdır (İpekgil ve Gökşen, 1994: 170).

Tam zamanında üretim (TZÜ), gerekli zamanda gerekli miktardaki mamulün üretilmesi için talep doğrultusunda faaliyetlerin hayata geçirildiği, ayrıca stokların azaltılarak israf alanlarının ve değer katmayan faaliyetlerin belirlenmesini

sağlayan bir maliyet yönetim tekniğidir (Altınbay, 2006: 110). Dolayısıyla TZÜ sisteminin temel amacı “sıfır stok ve sıfır israf” olarak nitelendirilebilir (Alkan, 2001: 185). Bu kapsamda TZÜ sisteminin temel amaçlarının daha geniş bir çerçevede aşağıdaki gibi sıralanması mümkündür (Zerenler ve İraz, 2006: 763):

- Hatalı mamul sayısını sıfıra indirmek
- Ön hazırlık süresini sıfıra indirmek
- Stok düzeyini sıfıra indirmek
- Taşıma süresini sıfıra indirmek
- Tezgâh arızasından kaynaklanabilecek aksaklıkları önlemek

Yukarıda sayılan unsurların her biri, TZÜ sisteminin etkin ve amaçlarına uygun bir şekilde uygulanabilmesi için gerekli koşulları ve aynı zamanda ulaşılması gereken amaçları ifade etmektedir. Dolayısıyla bu unsurlardan hiçbirinin göz ardı edilmeksizin sistem içerisinde özenli bir şekilde dikkate alınması gerekmektedir.

3.1. Tam Zamanında Üretim Sisteminde Tedarikçinin Önemi

TZÜ sistemi öncelikle stoksuz çalışmayı esas aldığı için tedarikçiler oldukça önemli bir yer tutmaktadır ve tedarikçiyle ilgili olarak dikkat edilmesi gereken bazı hususlar aşağıda sıralanmıştır (Güner ve Karaca, 2004: 445):

- Az sayıda tedarikçi ile sürekli çalışılmalıdır.
- Tedarikçiyle uzun vadeli sözleşme yapılmalıdır.
- Uzaktaki tedarikçilerin bir araya getirilmesi sağlanmalıdır.
- Alıcı firma, tedarikçinin işini elinden almaya (kendisi yapmaya) çalışmamalıdır.
- Üretim miktarı istikrarlı olmalıdır.
- Sevkiyat küçük miktarlarda sıklıkla yapılmalıdır.
- Alıcı firmanın kalite kontrol ekibi ile tedarikçi arasında sıkı bir ilişki olmalıdır.

TZÜ sisteminde tedarik faaliyetinin dalgalanma göstermemesi önem arz etmektedir. Çünkü tedarikçiler, kapasitelerini talebe göre ayarlayacak, normalden daha az talep ortaya çıkması durumunda atıl kapasite sorunu yaşayacak ve sonuçta bunun maliyeti de TZÜ yapan firmanın girdi maliyetlerine yansıtacaktır (Basık, 2012: 357).

3.2. Tam Zamanında Üretim Sisteminin Maliyetler Üzerindeki Etkisi ve Geleneksel Yöntem ile Karşılaştırılması

Üretim işletmelerinde tam zamanında üretim sisteminin uygulanması, özellikle stok hareketlerinin azalması başta olmak üzere kalite kontrol ve depolama gibi birçok alanda maliyetlerin azalmasını sağlamaktadır. Bu kapsamda sistemin maliyetlere etkisi aşağıda maddeler halinde incelenmiştir (Acar, 2005: 112-114):

- **Direkt İlk Madde ve Malzeme Giderleri:** Sistemli bir satın alma politikasının uygulanması nedeniyle istenilen miktar ve kalitede ilk madde ve malzemenin uzun süreli anlaşmalı tedarikçilerden temin edilmesi, satın alma maliyetlerini azaltacaktır.
- **Direkt İşçilik Giderleri:** Üretim sürecinin üretim, kontrol, hareket, bekleme ve depolama zamanlarından oluştuğu dikkate alındığında mamule değer katan zaman dilimi sadece üretim zamanıdır. Dolayısıyla diğerlerinden sağlanan tasarruf, işçilik maliyetlerini de düşürecektir. Ayrıca işçilerin birden fazla işi yapabilir özellikte olması da söz konusu maliyetleri önemli ölçüde azaltacaktır.
- **Genel Üretim Giderleri:** Otomasyona dayalı sistemler sonucunda genel üretim giderlerinin payı önemli bir yer kaplamaktadır; ancak TZÜ sistemi bakım-onarım, enerji ve makine amortismanı gibi birçok endirekt maliyeti direkt maliyet olarak dikkate almaktadır.

TZÜ sisteminin yukarıda belirtildiği gibi endirekt üretim maliyetlerini ele alış biçimi farklılık göstermekte olup direkt işçilik ve

genel üretim giderleri birlikte değerlendirilmekte ve şekillendirme maliyeti olarak sınıflandırmaktadır (Hacırüstemoğlu ve Şakrak, 2002: 79). Ayrıca üretim süreçlerinin her birinin küçük birer fabrika gibi oluşturulduğu hücre tipi üretimin benimsendiği TZÜ sisteminin (Basık, 2012: 355) geleneksel üretim sistemlerinden farkları ise aşağıda sıralanmıştır (Acar, 2005: 114):

- İtme sistemi yerine çekme sistemi kullanılmaktadır.
- Yığın üretim yerine talebe göre üretim yapılmaktadır.
- İmalatta durma ve yeniden başlama sürelerinin en aza indirilmesi sağlanmaktadır.
- Bir veya iki maliyet havuzu yerine gerektiği kadar maliyet havuzu ile genel üretim giderlerinin dağıtılması sağlanmaktadır.
- Çok yönlü tecrübeli işçiler çalıştırılmaktadır.
- Normal atıklar olmadan sadece anormal atıklar bulunmaktadır.
- Kalite kontrol, üretim bittikten sonra değil sürekli olarak yapılmaktadır.
- Kabul edilebilir kalite düzeyi değil toplam kalite kontrolü sağlanmaktadır.
- Yardımcı hizmet gider yeri, merkezi olmayan bir yapıdadır.
- Az sayıda tedarikçi ile çalışılmaktadır.
- Maliyet muhasebesi basit bir yapıya sahiptir.

4. ARAŞTIRMANIN AMACI VE ÖNEMİ

Günlük hayatın bir parçası haline gelen IoT uygulamalarının TZÜ sistemi içerisinde nasıl bir konuma sahip olduğu ve bu

sisteme ne gibi katkılar sağlayabileceğinin belirlenmesi bu çalışmanın amacını oluşturmaktadır.

Gerçekleştirilen literatür çalışması sonucunda TZÜ sistemi ile nesnelerin interneti uygulamalarının bir arada ele alındığı herhangi bir çalışmaya rastlanmamış olması, bu çalışmayı önemli kılmaktadır.

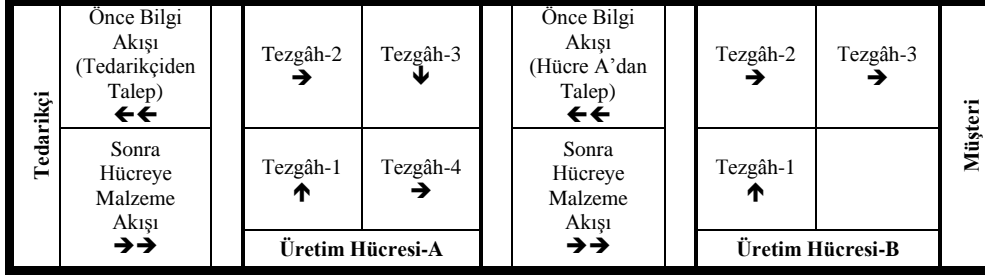
Bu kapsamda öncelikle TZÜ sistemindeki işleyiş hakkında bilgi verilmiş, sonrasında ise IoT uygulamasının TZÜ sistemine nasıl uyarlanabileceği ve hangi faydaları sağlayacağı üzerinde durulmuştur.

4.1. Tam Zamanında Üretim Sistemin İşleyişi

TZÜ sisteminde üretim yapılabilmesinin ideal koşulu, “imalatın bekleme ve yığılma olmaksızın su gibi akıp gitmesidir” ve söz konusu akışın sağlanması için ürün odaklı bir organizasyon yapısının hâkim olduğu U tipi yerleşim, tek parça akış tipi üretim ve istasyonların yakın olarak konumlandırılması gerekmektedir. Ayrıca ihtiyaca göre malzeme akışını sağlayan çekme sistemi, çok yönlü yeteneğe sahip personel ve karma ürün bazında dengeli üretim de sistemin temel gereksinimlerindedir (Torkul ve Kurt, 2001: 21).

TZÜ sistemi içerisinde önemli bir rolü bulunan kanbanlar, iş istasyonları arasındaki malzeme akışının denetimini sağlamaktadır. Kanban, malzeme istek fişi olarak nitelendirilebilir ve bu istek fişleri aracılığıyla üretim süreci “itme” esasına göre değil, “çekme” esasına göre işlemektedir. Dolayısıyla ihtiyaç duyulan malzeme, istek fişleriyle çekilmekte, yani talep edilmektedir (Özkan ve Esmeray, 2002: 130-131). Söz konusu işleyiş aşağıdaki şekilde gösterilmiştir.

Şekil 6: TZÜ Sisteminin İşleyişi



Şekil 6 incelendiğinde müşterinin talebi doğrultusunda üretim sürecinin başladığı görülmektedir. Sonrasında ilk üretim hücresi olan Üretim Hücresi-A'da kullanılmak üzere tedarikçiden malzeme talep edilmekte, bu talep sonucunda tedarikçiden temin edilen malzeme ilk hücredeki tezgâhlarda işlenmektedir. Ancak Üretim Hücresi-A'da yarı mamul stoku oluşmaması için sonraki aşamalarda öncelikle Üretim Hücresi-B tarafından yarı mamul talebinin ortaya çıkması beklenmeli, daha sonra üretim yapılmalıdır.

4.2. Nesnelerin İnterneti ve Tam Zamanında Üretim İlişkisi

IoT, birbirine çeşitli elektronik iletişim cihazları entegre edilmiş nesnelerin çeşitli ağlar ile veri alış-verişinde bulunması ve bunun sonucunda daha önceden belirlenen amaçlara uygun şekilde bu verilerin kullanılmasını sağlayan sistemler olarak karşımıza çıkmaktadır. İnsanların hayatını kolaylaştırmak ve işletmelerin daha verimli ve kârlı çalışmasını sağlamak gibi temel amaçları bulunan IoT uygulamaları, TZÜ sistemlerinin uygulandığı işletmelere, amaçlarına uygun hareket imkanı sunacaktır.

TZÜ sistemlerinde üretim için gerekli olan malzemenin tedarikçiden talep edilmesi veya bir sonraki üretim bölümü tarafından yarı mamulün, bir önceki bölümden talep edilmesi kanbanlar aracılığıyla yapılmakta ve bu işleyiş her ne kadar aksamadan yürütülse de zamanlama açısından bazı gecikmelere sebep olabilecektir ve bunun önüne geçilmesi için IoT sistemlerinden faydalanılabilir. Örneğin hücresel üretimin

gerçekleştirildiği bir TZÜ işletmesinde, sonraki hücrenin ihtiyacı olan yarı mamul, üretim belirli bir seviyeye ulaştığı zaman sensörler aracılığıyla tespit edilip, insan unsuru kısmen devre dışı bırakılarak doğrudan bir önceki hücreden talep edildiğinde insan kaynaklı gecikmelerin önüne geçilmiş olacaktır. Aynı şekilde, üretimin belirli aşamalarında gerekli olan malzemenin tedarikçiden temin edilmesi için IoT uygulamalarının kullanılması ve aynı şekilde tedarikçinin de bu sistemi kullanıyor olması durumunda sistemin otomatikleşmesi ve herhangi bir gecikme veya aksama ortaya çıkmadan sürecin işlemeye devam etmesi sağlanacaktır.

Bir başka açıdan bakıldığında, TZÜ sistemlerinde çalışanlar aynı zamanda kullandıkları makinelerin bakımını yapabilmekte, küçük arızalara anında müdahale edebilmektedir. Dolayısıyla nesnelerin interneti uygulamalarının temel kullanım alanlarından birinin, arıza henüz ortaya çıkmadan bakım zamanlarının belirlenip ilgili kişiye iletilmesi olduğu düşünüldüğünde iki sistemin birlikte kullanımının sağlayacağı fayda oldukça üst düzeyde olacaktır. Çünkü bu noktada her iki sistemin amacı ortaktır ve aksaklığa meydan vermeksizin üretimde devamlılığın sağlanmasıdır.

TZÜ sisteminde ön hazırlık işleminin ortadan kaldırılması, esasında belirli bir standardizasyon sağlanmasını gerektirmektedir ve bu standartlaşma, hücrelerde gerçekleştirilen üretim işlemlerinin devamlılık arz etmesi ve herhangi bir değişiklik olması gerektiğinde ise bunun basit ve hızlı bir şekilde hayata

geçirilmesi anlamına gelmektedir. IoT sistemleri ise nesnelere elde ettiği veriler sayesinde çok sayıda değişkenin değerlendirilmesine imkan sağlamakta ve üretim hücresi içinde veya süreç içerisinde herhangi bir değişiklik olması gerektiğinde bunun için en uygun ortamın oluşturulmasına yardımcı olmaktadır.

TZÜ sistemlerinde çalışanlar çok önemli bir konumda yer almakta ve sürecin aksamadan

işlemesi için kilit bir rol üstlenmektedirler. Bu nedenle çalışanların üretim performansı ve arızalara müdahalede başarı düzeyleri gibi unsurların sürekli olarak takip edilebilmesi IoT sistemleri aracılığıyla kolaylıkla sağlanabilecektir.

Yukarıda detaylı şekilde anlatılan IoT uygulamalarının TZÜ sistemine sağladığı faydalar Tablo 5’te bir arada sunulmuştur.

Tablo 5: IoT Uygulamalarının TZÜ Sistemine Sağladığı Faydalar

İşlem	TZÜ Sistemi	IoT Sistemi	Amaç
Malzeme Tedariki	Kanban kullanma	Sensör ile algılama	Aksamaların önüne geçme
Makine Bakımı	Çalışanlar makine bakımından sorumludur	En uygun makine bakım zamanlarının bildirilmesini sağlar	Daha etkin makine bakımı sonucu üretimde devamlılık sağlama
Standartlaşma	Ön hazırlık süresini ortadan kaldırmak için standartlaşma gerekir	Standartlaşma için en uygun seçeneğin belirlenmesini sağlar	En uygun standartların belirlenmesini ve uygulanmasını sağlama
Çalışanların Performansı	Her aşamada çalışanların yüksek performansı gereklidir	Arızalara müdahale ve üretim performansı ölçümünü sağlar	Personelin en yüksek performansla çalışmasını sağlama

5. SONUÇ

Üretim teknolojisindeki gelişmenin yanında iletişim teknolojisinin geldiği günümüz koşulları, hayatın her alanında ortaya çıkan verinin çok hızlı ve yoğun bir şekilde aktarılmasını ve bu verilerin bilgiye dönüşerek kullanılabilir hale gelmesini sağlamaktadır. Cep telefonlarının kullanılması sonucunda insanların hemen her mekânda birbiriyle iletişim kurması, bilgi alış-verişinde bulunması mümkün hale gelmiştir; ancak sadece insanların iletişimi, birçok verinin gözden kaçmasına ve kullanılamamasına neden olmaktadır. Bu nedenle ortaya çıkabilecek her türlü verinin kullanılabilir hale gelmesi için, insandan bağımsız şekilde nesnelerin kullanılması gerekliliği, IoT sistemleri aracılığıyla sağlanmaktadır.

IoT sistemleri konut, park ve işyerleri gibi hayatın her alanında kullanılabilen olup bu çalışmada, sözü edilen sistemlerin TZÜ sistemi uygulanan işletmeler üzerindeki etkisi üzerinde durulmuştur. Stoksuz çalışmayı ilke edinen ve bunun sonucunda

israfın ortadan kaldırılmasını amaçlayan TZÜ sistemleri, tedarikçilerden sağlanan malzeme teslimi yanında, işletme içindeki malzeme ve yarımamul akışının tam zamanında gerçekleşmesini ve müşteriye de yine tam zamanında mamul teslimini gerektirmektedir. Tüm bunların tam zamanında gerçekleşmesi, stok oluşmasını engellemektedirken bununla ilgili maliyetleri de ortadan kaldırmaktadır. Malzeme tedariki, makine bakımı, standartlaşma ve çalışanların performansı başta olmak üzere tüm bu sürecin aksamadan en verimli şekilde işleyebilmesi ise IoT sistemlerinin kullanılmasıyla daha olanaklı hale gelmektedir.

Bu çalışmada TZÜ sistemi ile IoT sistemlerinin birlikte uygulanması durumunda ortaya çıkacak faydalar üzerinde durulmuş olup bundan sonraki çalışmalarda diğer üretim sistemleri ile IoT uygulamalarının birlikteliğinin ele alınması, işletmeler üzerinde endüstri 4.0 kapsamındaki gelişmelerin olumlu yansımaları açısından katkı sağlayacaktır.

KAYNAKÇA

1. ACAR, D. (2005). Küresel Rekabette Maliyet Yönetimi ve Yaklaşımları: Tekstil Sektörü ile İlgili Bir Araştırma, Asil Yayın Dağıtım, 1. Baskı, Ankara.
2. AKKUŞ, S. (2016). “Nesnelerin İnterneti Teknolojisinde Güvenli Veri İletişimi- Programlanabilir Fiziksel Platformlar Arasında WEP Algoritması ile Kriptolu Veri Haberleşmesi Uygulaması”, Marmara Fen Bilimleri Dergisi, 28(3): 100-111.
3. ALÇIN, S. (2016). “Üretim için Yeni Bir İzlek: Sanayi 4.0”, Journal of Life Economics, 3(2): 19-30.
4. ALKAN, H. (2001). “İşletme Başarısında Maliyet Yönetiminin Rolü ve Maliyet Yönetiminde Yeni Yaklaşımlar, (Ormancılık Açısından Bir Değerlendirme)”, Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, A(2): 177-192.
5. ALTINBAY, A. (2006). “Kaizen Maliyetleme Sistemi: Dinamik Bir maliyet Yönetimi Sistemi”, Afyon Kocatepe Üniversitesi, İİBF Dergisi, 8(1): 103-121.
6. ARSLAN, K. ve KIRBAŞ, İ. (2016). “Nesnelerin İnterneti Uygulamaları İçin Algılayıcı/Eyleyici Kablosuz Düğüm İlkörneği Geliştirme”, Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi Özel Sayı 1: 35-43.
7. BASIK, F.O. (2012). Rekabet Stratejisinde Maliyet Yönetimi, Türkmen Kitabevi, İstanbul.
8. BEKTAŞ, M. ve GÖRMÜŞ, S. (2018). “Evde Sağlık Uygulamaları için Enerji Verimli Nesnelerin İnterneti Protokolü”, 26th Signal Processing and Communications Applications Conference (SIU), 2-5 Mayıs, İzmir.
9. BOZDOĞAN, Z. (2015). Nesnelerin İnterneti için Mimari Tasarımı, Düzce Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bilgisayar Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi.
10. BTDB, 2015, 2015-2018 Bilgi Toplumu Stratejisi ve Eylem Planı, Kalkınma Bakanlığı, Bilgi Toplumu Dairesi Başkanlığı.
11. BULUT, E. ve AKÇACI, T. (2017). “Endüstri 4.0 ve İnovasyon Göstergeleri Kapsamında Türkiye Analizi”, ASSAM Uluslararası Hakemli Dergi, 4(7): 50-72.
12. CHUİ, M., LÖFFLER, M. ve ROBERTS, R. (2010). The Internet of Things, McKinsey Quarterly, <http://www.mckinsey.com/industries/high-tech/our-insights/the-internet-of-things>, 23.05.2018.
13. ÇAKIR, F.S., AYTEKİN, A. ve TUMİNÇİN, F. (2018). “Nesnelerin İnterneti ve Giyilebilir Teknolojiler”, Sosyal Araştırmalar ve Davranış Bilimleri Dergisi, 4(5): 84-95.
14. ÇALIŞKAN, M., TUMER, A.E. ve ŞENGÜL, S.B. (2018). “Development of a Prototype Using the Internet of Things for Kinetic Gait Analysis”, International Journal of Intelligent Systems and Applications in Engineering, 6(3): 242-247.
15. ÇAVDAR, T. ve ÖZTÜRK, E. (2018). “Nesnelerin İnterneti için Yeni Bir Mimari Tasarımı”, Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 22 (1): 39-48.
16. ÇAYLI, A., AKYÜZ, A., BAYTORUN, A.N., BOYACI, S., ÜSTÜN, S. ve KOZAK, F.B. (2017). “Sera Çevre Koşullarının Nesnelerin İnterneti Tabanlı İzleme ve Analiz Sistemi ile Denetlenmesi”, Türk Tarım - Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi, 5(11): 1279-1289.
17. ÇELİK, B., KÜÇÜK, K. ve BAYILMIŞ, C. (2018). “Nesnelerin İnterneti Teknolojileri ile Gerçek Zamanlı Okul Servisi ve Öğrenci Takip Sistemi Tasarımı”, Düzce Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi, 6(4): 1211-1223.

18. DEMİR, G. ve ERMAN, A.T. (2018). “Evcil Hayvanlar için Eylem Tanıma ve İzleme Sistemi”, 26th Signal Processing and Communications Applications Conference (SIU), 2-5 Mayıs, İzmir.
19. DİVARCI, S. ve URHAN, O. (2018). “IoT Sistemlerde Ağ Katmanı Güvenliği İçin Güvenli Ağ Geçidi”, 26th Signal Processing and Communications Applications Conference (SIU), 2-5 Mayıs, İzmir.
20. DOĞAN, K. ve ARSLANTEKİN, S. (2016). “Büyük Veri: Önemi, Yapısı ve Günümüzdeki Durum”, DTCF Dergisi, 56(1): 15-36.
21. EBSO (2015). Sanayi 4.0, Ege Bölgesi Sanayi Odası, Araştırma Müdürlüğü.
22. ERCAN, T. ve KUTAY, M. (2016). “Endüstride Nesnelerin İnterneti (IoT) Uygulamaları”, Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi, 16(3): 599-607.
23. ERDEM, Ö. (2015). HoneyThing: Nesnelerin İnterneti için Tuzak Sistem, İstanbul Şehir Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi.
24. ERTURAN, İ.E. ve ERGİN, E. (2017). “Muhasebe Denetiminde Nesnelerin İnterneti; Stok Döngüsü”, Muhasebe ve Finansman Dergisi, Temmuz, (75): 13-30.
25. FANTANA, N.L., RIEDEL, T., SCHLICK, J., FERBER, S., HUPP, J., MILES, S., MICHAHELLES, F. ve SVENSSON, S. (2013). “IoT Applications – Value Creation for Industry”, 153–206, (Ed.) Vermesan, O. ve Friess, P. Internet of Things: Converging Technologies for Smart Environments and Integrated Ecosystems, River Publishers, Aalborg.
26. GABAÇLI, N. ve UZUNÖZ, M. (2017). “IV.Sanayi Devrimi: Endüstri 4.0 ve Otomotiv Sektörü”, 3. International Congress on Political, Economic and Social Studies (ICPESS), 09-11 November, 149-174.
27. GÖKREM, L. ve BOZUKLU, M. (2016). “Nesnelerin İnterneti: Yapılan Çalışmalar ve Ülkemizdeki Mevcut Durum”, Gaziosmanpaşa Bilimsel Araştırma Dergisi, (13): 47-68.
28. GÖRÇÜN, Ö.F. (2018). “Lojistikte Teknoloji Kullanımı ve Robotik Sistemler”, Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 10(24): 351-368.
29. GÖRMÜŞ, S., AYDIN, H. ve ULUTAŞ, G. (2018). “Nesnelerin İnterneti Teknolojisi için Güvenlik: Var Olan Mekanizmalar, Protokoller ve Yaşanılan Zorlukların Araştırılması”, Gazi Üniversitesi, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi, Kabul Edilmiş ve Derginin İnternet Sayfasında Kullanıma Sunulmuş; Ancak Henüz Yayınlanmamıştır.
30. GÜNDÜZ K.A. ve AKYÜZ, E.T. (2017). “Nesnelerin İnterneti ve Hayvancılık Alanındaki Uygulamalar”, Selçuk Üniversitesi Sosyal ve Teknik Araştırmalar Dergisi, (14): 232-246.
31. GÜNDÜZ, M.Z. ve DAŞ, R. (2018). “Nesnelerin İnterneti: Gelişimi, Bileşenleri ve Uygulama Alanları”, Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi, 24(2), 327-335.
32. GÜNER, E. ve KARACA, M.E. (2004). “Tam Zamanında Üretim Sisteminde Tedarikçi İlişkileri ve En İyi Parti Büyüklüğü Üzerine Bir Uygulama”, Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi, 19(4): 443-454.
33. HACİRÜSTEMOĞLU, R. ve ŞAKRAK, M. (2002). Maliyet Muhasebesinde Güncel Yaklaşımlar, Türkmen Kitabevi, İstanbul.
34. İPEKGİL, Ö. ve GÖKŞEN, Y. (1994). “Tam Zamanında Üretim Felsefesinde Grup Teknolojisinin Yeri ve Önemi”, DEÜ İİBF Dergisi, 9(2): 165-182.

35. KARACI, A. (2018a). "IoT-Based Earthquake Warning System Development And Evaluation, Mugla Journal of Science and Technology, 4(2): 156-161.
36. KARACI, A. (2018b). "Akıllı Şehir Hava Takip Sistemi ve Astım Hastaları İçin Pm2.5 Konsantrasyonu Ölçüm Aracının Geliştirilmesi", Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi, 6(3): 418-425.
37. KHALIL, E.A. ve ÖZDEMİR, S. (2018). "Nesnelerin İnternetine Genel Bir Bakış: Kavram, Özellikler, Zorluklar ve Fırsatlar", Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi, 24 (2): 311-326.
38. KOCA, K.C. (2018). "Sanayi 4.0: Türkiye Açısından Fırsatlar ve Tehditler", Sosyoekonomi Dergisi, 26(36): 245-252.
39. KOŞUNALP, S. ve ARUCU, M. (2018). "Nesnelerin İnterneti ve Akıllı Ulaşım", Akıllı Ulaşım Sistemleri ve Uygulamaları Dergisi, 1(1): 1-7.
40. KÖSEOĞLU, Ö. ve DEMİRCİ, Y. (2018). "Akıllı Şehirler ve Yerel Sorunların Çözümünde Yenilikçi Teknolojilerin Kullanımı", International Journal of Political Studies, August 2018, 4(2):40-57.
41. KRAJAK, S. ve TUWANUT, P. (2015). "A Survey on IOT Architectures, Protocols, Applications, Security, Privacy, Real-World Implementation and Future Trends", Wireless Communications, Networking and Mobile Computing (WiCOM 2015), 11th International Conference: 1-6.
42. KUTUP, N. (2011). "Nesnelerin İnterneti; 4H, Her Yerden, Herkesle, Her Zaman, Her Nesne ile Bağlantı", XVI. Türkiye'de İnternet Konferansı, İzmir, 30 Kasım-2 Aralık. <http://inet-tr.org.tr/inetconf16/bildiri/27.pdf>,
43. MAİNTENANCENEWS (2017). Endüstriyel Sürdürülebilirlik ve Bakım Teknolojileri Gazetesi Maintenance News, 1(2).
44. NTV (2018). "Vestel ve Arçelik'ten IoT (Nesnelerin İnterneti) Hamlesi", https://www.ntv.com.tr/teknoloji/vestel-ve-arcelikteniot-nesnelerin-interneti-hamlesi,ZYhWjj-zfEKtTFNwRf_KAw, 10.01.2018.
45. ORAL, O. ve ÇAKIR, M. (2017). "Nesnelerin İnterneti Kavramı ve Örnek Bir Prototipin Oluşturulması", Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi Özel Sayı 1: 172-177.
46. OYUCU, S. ve POLAT, H. (2016). "M2M ve IoT Platformları Üzerinde Prototip Uygulama Geliştirme", Türkiye Bilişim Vakfı Bilgisayar Bilimleri ve Mühendisliği Dergisi, 9(2): 11-20.
47. ÖYMEN, G. (2017). "Giyilebilir Teknolojilerin Moda Endüstrisi Üzerindeki Etkileri", 1. Uluslararası İletişimde Yeni Yönelimler Konferansı, İstanbul, 131-138.
48. ÖZBİLGİN, İ.G. (2017). Ulusal Nesnelerin İnterneti Stratejisi Önerisi, 4. Uluslararası Yönetim Bilişim Sistemleri Konferansı "Endüstri 4.0", 17-20 Ekim 2017 İstanbul Üniversitesi, İstanbul. http://www.kbd.org.tr/s/2389/i/Ulusal_NesNet_Strateji_O%CC%88nerisi_Sunulmus%CC%A7_Bildiri.pdf, 27.04.2018.
49. ÖZKAN, A. ve ESMERAY, M. (2002). "Bir Maliyet Kontrol Sistemi Olarak JIT Üretim Sistemi ve Muhasebe Uygulamaları", C.Ü. İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi, 3(1): 129-146.
50. QUALIST (2017). <https://www.qualist.com/en/Knowledge-Hub/iot-ve-iiot-nedir>, 25.07.2018.
51. ROUSE, M. (2018). Industrial Internet of Things (IIoT), <https://internetofthingsagenda.techtarget.com/definition/Industrial-Internet-of-Things-IIoT>, 24.07.2018.

52. SARIOĞLU, M. ve OKTUĞ, S.M. (2018). “RPL Ağları için Hibrit bir Çalışma Kipi”, 26th Signal Processing and Communications Applications Conference (SIU), 2-5 Mayıs, İzmir.
53. SOYLU, A. (2018). “Endüstri 4.0 ve Girişimcilikte Yeni Yaklaşımlar”, Pamukkale Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, (32): 43-57.
54. ŞEKKELİ, Z.H. ve BAKAN, İ. (2018). Endüstri 4.0’ın Etkisiyle Lojistik 4.0, Journal of Life Economics, 5(2): 17-36.
55. ŞENER, S. ve ELEVLİ, B. (2017). “Endüstri 4.0’da Yeni İş Kolları ve Yüksek Öğrenim”, Mühendis Beyinler Dergisi, 1(2): 25-37.
56. ŞENER, U., GÖKALP, E. ve EREN, P.E. (2016). “Bulut Tabanlı Kurumsal Bilgi Sistemlerinin Benimsenmesini Etkileyen Faktörlerin Değerlendirilmesi”, Smart Technology & Smart Management (Akıllı Teknoloji & Akıllı Yönetim), Havelsan, İzmir.
57. TEKİN, Z. ve KARAKUŞ, K. (2018). “Gelenekselden Akıllı Üretime Spor Endüstrisi 4.0”, İnsan ve Toplum Bilimleri Araştırmaları Dergisi, 7(3): 2103-2117.
58. TORKUL, O. ve KURT, E. (2001). “Tam Zamanında İmalat Ortamında Sıralama Kurallarının Karşılaştırılması için Bir Benzetim Modeli”, SAÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 5(1): 21-27.
59. TÜSİAD (2016). Türkiye’nin Küresel Rekabetçiliği için Bir Gereklik Olarak Sanayi 4.0, Gelişmekte Olan Ekonomi Perspektifi, Mart, 2016.
60. YERLİKAYA, Ö. ve DALKILIÇ, G. (2017). “Mesaj Kuyruk Telemetri Taşıma Protokol Güvenliği”, 25th Signal Processing and Communications Applications Conference (SIU), 15-18 Mayıs. Antalya.
61. YILDIZ, A. (2018). “Endüstri 4.0 ve Akıllı Fabrikalar”, Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 22 (2): 546-556.
62. ZERENLER, M. ve İRAZ, R. (2006). “Japon Yönetim Anlayışı ve Şirket Ağları (Keiretsu) Analizi”, Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, (16): 757-776.

ENDÜSTRİ 4.0 VE LOJİSTİK SEKTÖRÜNE YANSIMALARININ ÖRNEK OLAY KAPSAMINDA DEĞERLENDİRİLMESİ

EVALUATION OF INDUSTRY 4.0 AND ITS REFLECTIONS OF LOGISTICS SECTOR: A CASE STUDY

Ömür Yaşar SAATÇIOĞLU*, Gökçe TUĞDEMİR KÖK**, Nergis ÖZİSPA***

* Prof. Dr., Dokuz Eylül Üniversitesi, Denizcilik Fakültesi, Lojistik Yönetimi Bölümü, yasar.saatci@deu.edu.tr, <https://orcid.org/0000-0001-9054-2054>

** Arş. Gör., Dokuz Eylül Üniversitesi, Denizcilik Fakültesi, Denizcilik İşletmeleri Yönetimi Bölümü, gokcetugdemir@hotmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-9642-3985>

*** Arş. Gör., Dokuz Eylül Üniversitesi, Denizcilik Fakültesi, Denizcilik İşletmeleri Yönetimi Bölümü, nergis.ozispa@deu.edu.tr, <https://orcid.org/0000-0002-2467-5286>

ÖZ

Birçok çağdaş otomasyon sistemini, veri alışverişini ve üretim teknolojilerini de içeren bir kavram olan Endüstri 4.0 son birkaç yılda büyük önem kazanmıştır. İmalatın daha dijital, kişiselleştirilmiş, bilgi temelli ve sürdürülebilir hale gelmesini sağlayacak akıllı üretim tesisleri elde etmek için siber fiziksel sistemler inşa etmeye odaklanan, bilgi ve iletişim teknolojilerinin ve endüstriyel teknolojinin entegrasyonunu temel alan Endüstri 4.0 kavramı tüm değer zinciri üzerinde bir etkiye sahip olacaktır. Günümüzdeki şirketler; artan küresel rekabet, müşteri gereksinimlerinin her zamankinden daha hızlı değişime uğraması ve sürekli gelişen dijitalleşme gibi sebeplerle büyük zorluklarla mücadele etmektedir. Endüstri 4.0 için dijital dönüşüm; tedarik zincirinin, ilk ve son noktası olarak kabul edilen müşteri ihtiyaçlarının tespit edilmesinden ürünün son kullanıcının eline ulaşmasına kadar her aşamasında daha akıllı, daha şeffaf ve daha verimli hale getiren tek bir veri tabanı oluşturacaktır. Bu bağlamda, tüm tedarik zincirinde aktif rol oynayan lojistik firmaları büyük önem arz etmektedir. Tedarikçiler, depolar, market rafları, yoldaki araçlar, akıllı fabrikalar Endüstri 4.0 sayesinde iletişim halinde olabilecek ve bu sayede tedarik zincirinin tüm adımları da sürece katılarak anlık iletişim ile yönetilebilecektir. Lojistik süreçte anlık paylaşılan veriler sayesinde verimlilik ve kapasitenin etkin kullanımı sağlanabilecek ve yeniden koordine edilebilecektir. Endüstri 4.0 uygulamaları ve dijital dönüşüm için tedarik zinciri içindeki firmaların süreç ve teknoloji uyumunun incelenmesinin mevcut yazına katkı sağlayacağı düşünülmektedir. Bu sebeple çalışmanın amacı Lojistik sektörünün endüstri 4.0 dönüşümünü, endüstri 4.0 bileşenleri dâhilinde derinlemesine incelemek olarak belirlenmiştir. Bu kapsamda logosuna lojistik 4.0 amblemi ekleyerek farkındalık yaratan ve endüstri 4.0 kapsamındaki çalışmaları ile sektörün lokomotifini konumunda bulunan bir lojistik firması ile vaka analizi yapılmasının uygun olacağına karar verilmiştir. Çalışmada, lojistik firmasının Endüstri 4.0 kapsamında devam eden proje bilgileri, projenin amaçları, hedefleri, kullandığı teknolojiler ve sonuç olarak proje çıktıları sunulacaktır. Lojistik firması projelerinden büyük veri ve nesnelerin interneti Avrupa Birliği Horizon 2020 projesi olup, görüntü işleme teknolojisini temel alan proje ise TÜBİTAK Teknoloji ve Yenilik Destek Programları Başkanlığı (TEYDEB) tarafından desteklenmektedir. Çalışma araştırmanın bulguları, sektör için öneri ve gelecek araştırmalar için yönergeler ile sonuçlandırılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Lojistik 4.0, Endüstri 4.0, Büyük Veri, Nesnelerin İnterneti, Görüntü İşleme

Jel Kodu: L90, N70, L86

ABSTRACT

Industry 4.0, a concept that includes many modern automation systems, data exchange and production technologies, has gained great importance in the last few years. The concept of Industry 4.0, which focuses on building cyber physical systems to obtain intelligent production facilities that will enable manufacturing to be more digital, personalized, information-based and sustainable, based

on the integration of information and communication technologies and industrial technology, will have an impact on the entire value chain. Today's companies; is struggling with great difficulties due to the increasing global competition, rapid change in customer requirements and the ever-evolving digitalization. Digital transformation in Industry 4.0; will create a single database that makes the supply chain smarter, more transparent and more efficient at every stage from the first point to the last point of the supply chain which starts with detection of customer needs till reach the end-user. In this context, logistics companies that play an active role in the whole supply chain are of great importance. Suppliers, warehouses, market racks, road vehicles, smart factories can be in communication with Industry 4.0, so that all steps of the supply chain can be managed through instant communication by participating in the process. With the help of the instant shared data in the logistics process, productivity and efficient use of capacity can be ensured and re-coordinated. It is thought that analyzing the process and technology compliance of firms within the supply chain for Industry 4.0 applications and digital transformation will contribute to the current literature. For this reason, the purpose of the study is to examine the industry 4.0 transformation of the logistics sector in depth within the industry 4.0 components. Thus, it was decided that it would be appropriate to conduct a case study with a logistics company that is creating the awareness by adding the logistics 4.0 insigne to its logo and which is the locomotive of the sector with its works within the scope of the industry 4.0. In the study, the project information of the logistics company within the scope of Industry 4.0, the main goals of the project, objectives, technologies used and consequently project outputs will be presented. The two of the Logistics company's projects, which are about big data and internet of things, are The European Union Horizon 2020 projects. The project based on image processing technology is supported by TÜBİTAK Technology and Innovation Support Programs (TEYDEB). The study concluded with the findings of the study, recommendations for the sector and guidelines for future researches.

Keywords: Logistics 4.0, Industry 4.0, Big Data, Internet of Things, Image Processing

Jel Codes: L90, N70, L86

1. GİRİŞ

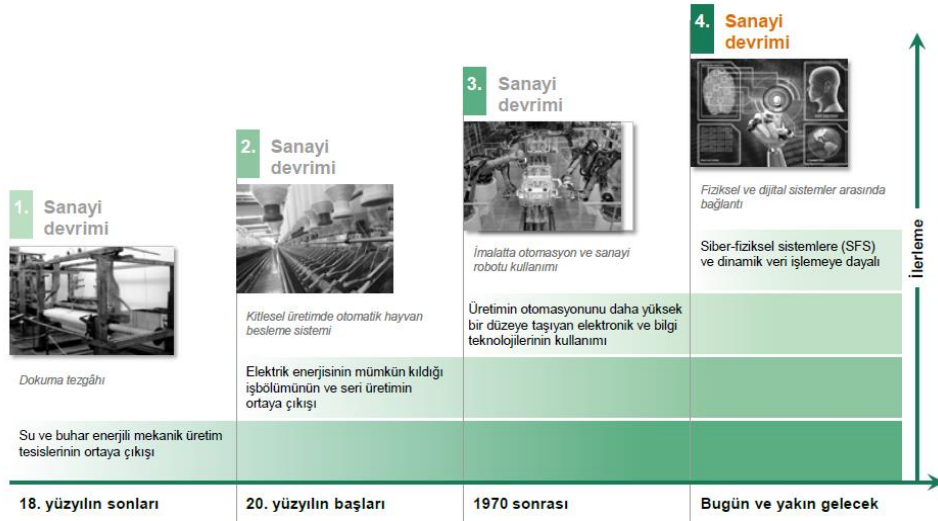
Endüstri 4.0 ya da 4. Sanayi Devrimi olarak adlandırılan, birçok çağdaş otomasyon sistemini, veri alışverişini ve üretim teknolojilerini de içeren kavram son birkaç yılda oldukça önem kazanmıştır (Selek, 2018). Endüstri 4.0'ın vizyonu, bir operasyonun tüm bölümlerini entegre otomasyon sistemleri ile birbirine bağlayan, etkin, verimli ve düşük maliyetli bir hedef sunmaktır (Evans, 2017). Genel kabul görmüş bir tanımlı olmayan kavram, farklı yazarlar tarafından farklı şekillerde tanımlanmıştır. 2014 yılında Lasi vd. Endüstri 4.0 kavramını “*özerk, bilgi ve sensör temelli, kendi kendini düzenleyen üretim sistemleri*” olarak tanımlamıştır. Gilchrist (2016) kavramı “*veri odaklı modelleri ve kararları entegre ederek, üretim sürecinin tüm döngüsünün esnek hale getirilmesi*” olarak tanımlamıştır. Götz ve Jankowska (2017) ise Endüstri 4.0'ı “*sanal ve gerçek dünyaların kaynaşmasını sağlayan, üretim sanayisinin dijitalleşmesi, otomasyon ve robotik teknolojilerinin de*

birleşmesiyle iş modellerinde radikal bir dönüşüme sebep olan bir sistem” olarak tanımlamışlardır. Avrupa Parlamentosu 2015 yılında terimi; “*bir grup hızlı değişimin, üretim sistemleri ve ürünlerinin tasarımı, imalatı, işletimi ve servisinde uygulanması*” olarak tanımlamıştır (EPRS, 2015). Endüstri 4.0 kavramının ortaya çıktığı yer olarak bilinen Almanya'nın Başkını Angela Merkel de terimi “*geleneksel sanayi ile dijital teknolojinin ve internetin birleşmesi yoluyla endüstriyel üretimin tüm alanının kapsamlı bir şekilde dönüştürülmesi*” şeklinde tanımlamıştır (EPRS, 2015). Kavramın ne olduğundan ziyade ne için olduğunu tanımlamaya çalışan bir başka çalışma ise, Endüstri 4.0'ın amacını; “*üretim süreci boyunca insanlar, ürünler ve cihazlar arasında gerçek zamanlı etkileşimler içeren, kişiselleştirilmiş ve dijital ürün ve hizmetlerin oldukça esnek bir üretim modelini oluşturmak*” olarak tanımlamıştır (Zhou vd., 2015).

Alman hükümeti tarafından Kasım 2011’de yayınlanan bir makalede 2020 yılı yüksek strateji hedefi olarak ortaya çıkan Endüstri 4.0 kavramı (Zhou vd., 2015) ilk 3 sanayi devriminin devamı olarak görülmektedir. Bir endüstriyel devrimi neyin oluşturduğu konusunda hâlâ evrensel bir anlaşma olmamasına rağmen (Maynard, 2015), teknoloji perspektifinden incelendiğinde yaygın olarak tanımlanan dört aşama yer almaktadır. (Kagermann vd., 2013; Liao vd., 2017). Su ve buhar gücünü kullanarak mekanik üretim sistemleri ile ortaya çıkan 18.yy birinci sanayi devrimi (1712 buhar makinesinin icadı), elektrik gücünün yardımıyla seri üretime geçilen 19. yy ikinci sanayi devrimi (1840-1880 telgraf ve telefonların icadı, 1920 bilimsel yönetim), dijital devrim olarak adlandırılan,

elektroniklerin ve bilgi teknolojilerinin kullanıldığı 20.yy üçüncü sanayi devrimi (1971 ilk mikro bilgisayar, 1976 Apple 1) ve 21. yy dördüncü sanayi devrimi (1988 AutoIDLab, 2000 nesnelerin interneti, 2010 hücresel taşıma sistemi, 2020 otonom etkileşim ve sanallaştırma) olarak adlandırılan Sanayi 4.0 kavramı endüstri devriminin tarihini oluşturmaktadır (Selek, 2018). Genel olarak, imalatın daha dijital, kişiselleştirilmiş, bilgi temelli ve sürdürülebilir hale gelmesini sağlayacak akıllı üretim tesisleri elde etmek için siber fiziksel sistemler (CPS) inşa etmeye odaklanan, bilgi ve iletişim teknolojilerinin ve endüstriyel teknolojinin entegrasyonunu temel alan Endüstri 4.0 kavramı (Zhou vd., 2015) ve diğer üç sanayi devrimi Şekil 1’de detaylı olarak gösterilmektedir.

Şekil 1: Endüstri’nin Tarihsel Gelişimi



Kaynak: Tüsiad, 2016.

Mekanizasyon, elektrifikasyon ve enformasyonun ardından sanayileşmenin dördüncü aşaması olarak adlandırılan Endüstri 4.0 kavramı, Nisan 2013’te tekrar Almanya’da Hannover’da bir sanayi fuarında gündeme gelmiştir ve hızla Alman ulusal stratejisi olarak yükselmiştir (Zhou vd., 2015). 2014 yılında; AT&T, Cisco, General Electric, IBM ve Intel tarafından Endüstriyel İnternet’in öncelikleri ve teknolojilerini kolaylaştırmak ve koordine

etmek için "Endüstriyel İnternet Konsorsiyumu'nu (IIC)" kurulmuştur (Evans ve Annunziata, 2012). Aynı zamanlarda; Siemens, Hitachi, Bosch, Panasonic, Honeywell, Mitsubishi Electric, ABB, Schneider Electric ve Emerson Electric gibi diğer büyük şirketler ise Nesnelerin İnterneti (IOT) ve Siber Fiziksel Sistemler (CPS) ile ilgili projelere büyük yatırımlar yapmıştır ve son birkaç yıldır dördüncü sanayi devrimi tüm dünyada

giderek daha fazla ilgi çekmeye devam etmektedir (Liao vd., 2017).

2013 yılından itibaren, başta Almanya olmak üzere farklı coğrafyalarda Endüstri 4.0'ı incelemeye yönelik akademik araştırmalar yapılmaya başlanmış, araştırma ilgi alanlarına dayanarak, çoğunun alana özgü bir araştırma konusunun incelenmesine veya araştırılmasına odaklandığı tespit edilmiştir (Liao vd., 2017). 2017 yılında Liao vd., tarafından gerçekleştirilen sistematik içerik analizi çalışmasının sonuçlarına göre, Endüstri 4.0 literatüründe dikkat çeken kavramlar; bulut teknolojileri (Zhan, vd., 2015), endüstriyel kablosuz ağlar (Li vd.,2015), standartlar (Janak ve Hadas, 2015; Leitao vd., 2015), entegrasyon teknolojileri (Bangemann vd., 2016; Schmidt vd., 2015), şirket stratejileri (Sommer, 2015, Wahl, 2015), hizmet sunumu (Rennung vd., 2016), yaşam döngüsü modelleri (Thoben, vd., 2014), yaygın bilgi işlem teknolojileri (Chen ve Tsai, 2017) ve temsilci tabanlı teknolojiler (Adeyeri vd.,2015) olarak sıralanmıştır.

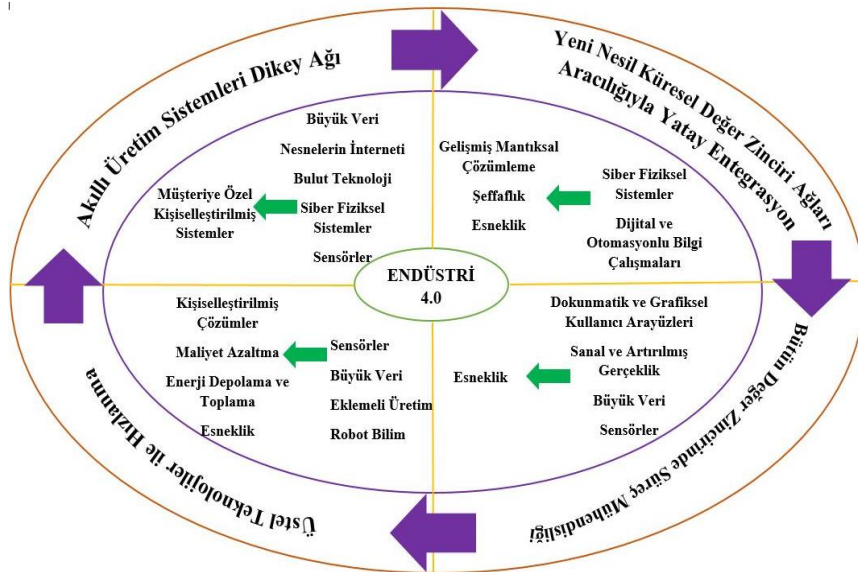
Akademik çalışmaların odaklandıkları konuların çalışmanın devamında açıklanan, endüstri 4.0'ı tetikleyen dokuz teknolojik unsur; akıllı robotlar, simülasyon,

yatay/dikey yazılım entegrasyonu, nesnelerin interneti, siber güvenlik, bulut teknolojisi, 3D-eklemeli üretim, artırılmış gerçeklik ve büyük veri ve analiz (BCG, 2016; Tüsiad, 2016) olarak adlandırılan teknolojiler ile büyük ölçüde paralellik gösterdiği tespit edilmiştir.

2. ENDÜSTRİ 4.0

Endüstri 4.0'ı uygulamak tüm değer zinciri üzerinde bir etkiye sahip olacaktır. Akıllı ağ, sektördeki tüm kullanıcılar arasında entegrasyonu sağlamaktadır. Geleceğin üretiminin bu vizyonu Kagermann vd.'e (2013) göre üç ana özellik kullanılarak kullanıcıları birbirine bağlar. Bunlar; yeni nesil küresel değer zinciri ağları aracılığıyla yatay entegrasyon, akıllı üretim sistemleri dikey ağı ve bütün değer zincirinde süreç mühendisliğidir (Shafiq vd. 2015; Stock ve Seliger, 2016; Taha vd., 2017; Wang vd., 2016; Acatech, 2013). Deloitte'in (2014) raporuna göre ise bunlara ek olarak üstel teknolojiler ile hızlanma dördüncü ana özellik olarak kullanıcıları birbirine bağlar. Endüstri 4.0'ın genel mekanizması, hedefleri ve kullandığı teknolojiler Şekil 2'de gösterilmektedir.

Şekil 2: Endüstri 4.0 Hedefleri ve Kullanılan Teknolojiler



Kaynak: Mckinsey, 2015 ve Deloitte, 2014 kaynakları baz alınarak hazırlanmıştır

2.1. Endüstri 4.0 Amaçları

Tüm sanayi devrimlerinin dönemlerindeki teknolojik buluşların üretim faaliyetlerinde kullanılması ile verimliliği artırmak amacıyla ortaya çıkmışlardır. Dördüncü sanayi devrimi olarak adlandırılan Endüstri 4.0'da amaç olarak diğerlerinden farklı değildir. Yılmaz (2016) Endüstri 4.0 kavramının en temel amacını "*her işlemi bilgisayar ile yönetilebilir hale getirmek*" olarak özetlemektedir. Günümüzün bilişim teknolojisi ile endüstriyi birleştirme stratejisi olarak görülen Endüstri 4.0'ın başlıca amaçları; maliyetleri azaltmak, kullanılan alanın verimliliğini artırmak ya da alanı küçültmek, enerji kullanımını azaltmak, yüksek hız ve güvenilirlikte çalışmak ve eski sistemlere kıyasla daha verimli, daha kaliteli üretim yapmaktır (Yılmaz, 2016). Özel (2016) ise, Endüstri 4.0'ın amacını; sensörler yardımı ile ortamı algılayabilen, birbirleriyle haberleşebilen ve verileri analiz ederek ihtiyaçları fark edebilen robotların üretimde kullanılmasıyla üretimi daha ucuz, daha hızlı, daha kaliteli ve daha az israf yapılan duruma getirmek olarak tanımlamıştır. Bodrow (2017), Endüstri 4.0'ın tanımlanan amacını; her bir iş sürecine uyan bireysel bağımlılık matrisinin uygulanması ve kullanılması olarak belirtmiştir. Endüstri 4.0 kavramının yaratıcısı olarak görülen Alman hükümeti Endüstri 4.0'ın nihai amacını alman üretim üssü için sürdürülebilir bir rekabet üstünlüğü oluşturmak ve bir taraftan, CPS (Siber Fiziksel Sistemler- Entegre yazılımlara sahip donanımlar)'ın kurulması için Alman endüstrisi eğitilirken, diğer yandan rekabetçi kalmalarını sağlayabilmek olarak tanımlamıştır (Bernardini, 2015). Tüsiad (2016) raporunda Endüstri 4.0'ın 3 nihai amacı; esnek, kişiselleştirilmiş çözümler sunan ve hızlı üretim sistemleri oluşturmak olarak belirtilmiştir (Tüsiad, 2016).

Tüm bu tanımlardan yola çıkarak endüstri 4.0'ın amaçlarını;

- Esneklik
- Kişiselleştirilmiş Çözümler

• Hız

olarak belirten 3 temel olgudan yola çıkararak;

- Üretimi daha kaliteli, daha hızlı, daha ucuz ve daha verimli hale getirmek,
- Enerji tasarrufu sağlamak,
- İsrafi azaltmak,
- Üretim alanlarının daha verimli kullanılmasını sağlamak,
- Çalışma hızını ve güvenilirliği artırmak (riski azaltmak),
- Sürdürülebilir rekabet üstünlüğü sağlamak

olarak tanımlamak mümkündür.

2.2. Endüstri 4.0 Hedefleri

Endüstri 4.0'ın hedefleri literatürde dört ana başlık altında incelenmektedir. Birincisi; değer ağları aracılığı ile farklı zincirlerdeki süreçlerin, faaliyetlerin, eylemlerin ve nesnelerin yatay entegrasyonudur. İkinci hedef; aynı zincirde yer alan ağ bağlantılı imalat sistemlerinin, alt süreçlerin, faaliyetlerin ve nesnelerin dikey ağıdır. Üçüncü hedef ise; tüm değer zinciri boyunca mühendislik sistemlerinin uçtan uca dijital entegrasyonudur. Son olarak, üstel teknolojiler ile hızlanma sayesinde süreçlerde esneklik ve maliyet tasarrufu sağlamaktır.

2.2.1.Yeni Nesil Küresel Değer Zinciri Ağları Aracılığıyla Yatay Entegrasyon

Yatay bütünleşme; iş ortakları ve müşteriler, iş ve işbirliği modelleri gibi farklı temsilcilerin entegrasyonunu kapsayan değer yaratma ağlarının oluşmasını ifade etmektedir (Shafiq vd. 2015; Stock ve Seliger, 2016; Deloit, 2014; Wang vd., 2016). Bu entegrasyon sayesinde yeni iş modellerinde ülkeler hatta kıtalar arasında sorunsuz işbirliği, gerçek zamanlı bir hizmet ve ürün, değer zinciri içindeki kaynak ve bilgi entegrasyonu sağlanmakta, bu şekilde küresel bir ağ oluşturulması amaçlanmaktadır (Gilchrist, 2016; Luo, 2014; Zhou vd., 2015). Yatay entegrasyon, aynı müşteri tipine sahip şirketler arasındaki birleşmeyi ifade etmektedir

(Taha vd., 2017). İzleme ve izleme cihazlarından, gerçek zamanlı entegre planlamaya kadar olan teknolojileri içerir (PwC, 2014; 2016). Stock ve Seliger'a (2016) göre tüm değer yaratma ağı boyunca yatay entegrasyon, bir ürün yaşam döngüsünün değer zincirinde ve bitişik ürün yaşam döngülerinin değer zincirleri arasında, değer yaratma modüllerinin çapraz-şirket ve şirket içi akıllı çapraz bağlanması ve dijitalleştirilmesini ifade etmektedir. Yeni değer yaratma ağları; entegre şeffaflığı mümkün kılan gerçek zamanlı optimize edilmiş ağlardır, problemlere ve hatalara daha hızlı yanıt vermek için yüksek düzeyde esneklik sunar ve daha iyi küresel optimizasyon sağlar (Deloitte, 2014).

2.2.2.Akıllı Üretim Sistemleri Dikey Ağı

Şirketteki farklı hiyerarşik seviyeler ve özellikle üretim bilgi teknolojileri (aktüatör, sensör, performans yönetimi, üretim kontrolü, üretim ve şirket planlama seviyelerini birbirine bağlı tutmak ve uçtan uca çözüm oluşturarak) ile birbirine bağlanmalıdır. Bu, üretimde daha esnek ve dinamik planlama ve performans yönetiminin amacını güçlendirmektedir (Kagermann vd., 2013; ICV, 2015; Stock ve Seliger, 2016; Wang vd., 2016). Dikey ağın özü, fabrikaların ve üretim tesislerinin talep seviyeleri, stok seviyeleri, makine kusurları ve öngörülemeyen gecikmeler gibi değişkenlere hızlı ve uygun şekilde tepki vermesini sağlayan siber-fiziksel üretim sistemlerinin (CPPS) kullanılmasından kaynaklanmaktadır (Gilchrist, 2016). Dikey ağ, akıllı üretim sistemlerine, örneğin; akıllı fabrikalara, akıllı ürünlere, akıllı lojistik, üretim ve pazarlama ve hizmet ağına, güçlü ihtiyaçlara yöneliktir (Stock ve Seliger, 2016). Esnek ve yeniden yapılandırılabilir imalat sisteminin geliştirilmesi, uygulanması yoluyla dikey entegrasyonun sağlanması ile Endüstri 4.0 ile ilgili geliştirilen stratejiler başarılı olabilecektir (Taha vd., 2017). Bu entegrasyonla, akıllı makineler farklı ürün tiplerine uyum sağlamak için dinamik olarak yeniden yapılandırılabilen, kendi kendini organize

eden bir sistem oluşturulur ve üretim sürecini şeffaf hale getirmek için muazzam bilgiler toplanır ve işlenir (Acatech, 2013; Wang vd., 2016). Akıllı fabrikalar kendilerini organize eder ve müşteriye özel ve bireyselleştirilmiş üretim sağlar. Bu, verilerin kapsamlı bir şekilde entegre edilmesini gerektirir. Akıllı sensör teknolojisi, organizasyonun izlenmesine yardımcı olmak için de gereklidir (Deloitte, 2014).

2.2.3.Bütün Değer Zincirinde Süreç Mühendisliği

Tüm değer zincirinde süreç mühendisliğinin amacı; tam dijitalleşme sağlayarak gerçek dünyanın bir tasvirini oluşturmaktır. İşletmelerdeki artan karmaşıklığı çözmek için tüm değer zincirinde süreç mühendisliği uygulanabilir ve yeni modelleme olasılıkları kullanılabilir. Süreç mühendisliği sayesinde; geleceğin müşterilerinin istedikleri ürün, üretici tarafından tanımlanan ürün portföyüne bağlı kalmadan, müşteri gereksinimlerine ve özel ihtiyaçlarına göre şekillendirilebilir (Kagermann vd., 2013; ICV, 2015; Shafiq vd., 2015; Gilchrist, 2016; Wang vd., 2016; Acatech, 2013; Luo, 2014; Zhou vd., 2015). Bütün değer zincirinde süreç mühendisliği; tasarımdan, gelen lojistikten üretime, pazarlamaya, giden lojistik ve hizmetten satış sonrası hizmete kadar geniş bir yelpazeye sahiptir (Smit vd., 2016; Taha vd., 2017). Tüm ürün yaşam döngüsündeki süreç mühendisliği, ürün yaşam döngüsünün tüm aşamaları boyunca akıllı çapraz bağlantı ve dijitalleşmeyi tanımlar: hammadde ediniminden imalat sistemine, ürün kullanımına ve ürünün ömrünün sonuna kadar (Stock ve Seliger, 2016). Ürün tasarımının üretim ve hizmet üzerindeki etkisi, özelleştirilmiş yazılımların etkinleştirilmesi için güçlü yazılım araç zinciri kullanılarak öngörülebilir (Wang vd., 2016; Acatech, 2013). Süreç mühendisliğinin özelliği; bir ürünün yaşam döngüsünün her aşamasında veri ve bilginin mevcut olması, modelleme, prototipler ve ürün aşaması yoluyla

verilerden yeni ve daha esnek süreçlerin tanımlanabilmesidir (Deloitte, 2014).

2.2.4. Üstel Teknolojiler İle Hızlanma

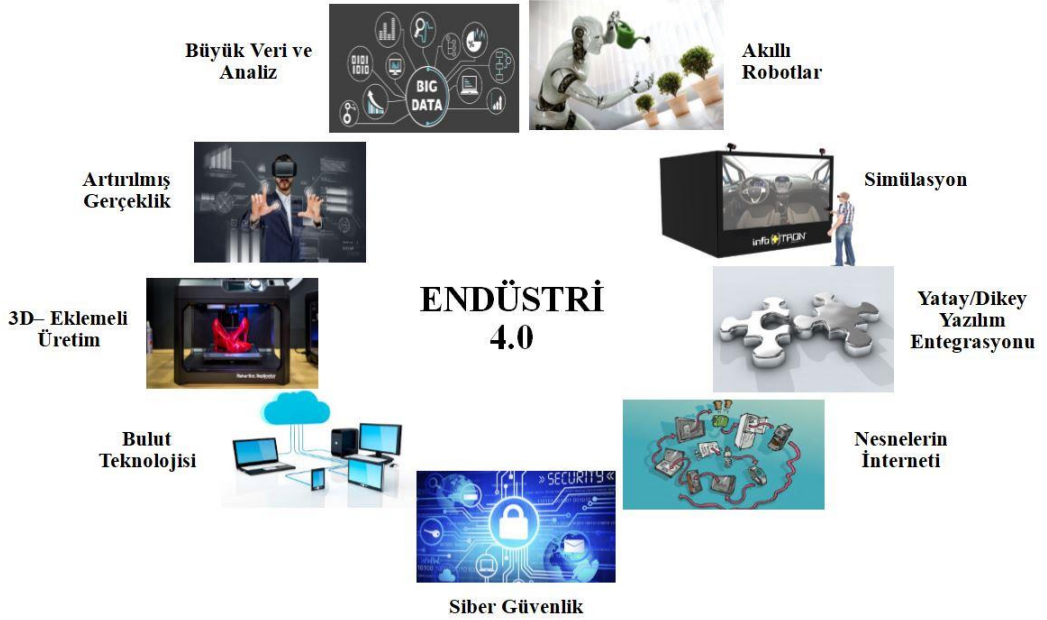
Endüstri 4.0'ın dördüncü ana özelliği, üstel teknolojilerin, bir katalizörün hızlandırıcısı olarak etkisi; endüstriyel süreçlerde bireyselleştirilmiş çözümler, esneklik ve maliyet tasarrufu sağlamaktır (Deloitte, 2014; Gilchrist, 2016). Endüstri 4.0 yüksek bilişsel ve yüksek otonom için otomasyon çözümleri gerektirmektedir. Yapay zekâ, gelişmiş robotik ve sensör teknolojisi, bireyselliği daha da artırma potansiyeline

sahip olup, bölünmeyi ve esnekleşmeyi hızlandırma potansiyeline sahiptir (Deloitte, 2014).

2.3. Endüstri 4.0 Teknolojileri

Endüstri 4.0'ın dönüşümü, dokuz temel teknoloji ile sağlanmaktadır. Bu teknolojiler; otonom robotlar, simülasyon, yatay ve dikey sistem entegrasyonu, nesnelerin interneti, siber güvenlik, bulut bilişim, eklemeli üretim, artırılmış gerçeklik ve büyük veridir (BCG, 2015). Endüstri 4.0'ı tetikleyen 9 teknolojik unsur Şekil 3'te gösterilmektedir.

Şekil 3: Endüstri 4.0'ı Tetikleyen Dokuz Teknolojik Unsur



Kaynak: BCG, 2016; Tüsiad, 2016.

Akıllı Robotlar, önceden programlanan işleri ve görevleri yerine getiren elektromekanik cihazlardır (BCG, 2015; Davutoğlu vd., 2017; Eldem, 2017). Otonom robotlar hem doğrudan operatör kontrolünde hem de bilgisayar programı aracılığı ile çalışabilmektedir. Bu robotlar diğer makine, malzeme ve bileşenlerle iletişim halinde esnek üretim ortamlarının üretkenliğini arttırmayı sağlayacaktır (BCG, 2015, KPMG, 2015). Prosoft'un (2016) yayınladığı rapora göre, otonom

robotlar son birkaç yıldır dünya genelinde üretim katalizörlüğünü gerçekleştiren ve şirketler içi üretimi daha hızlı, daha ucuz hale getiren bir teknolojidir.

Simülasyon, ürünlerin, malzemelerin ve üretim süreçlerinin tasarım aşamasında üç boyutlu olarak gerçek zamanlı veriler kullanarak hazırlanan sanal modeldir. Simülasyon, sistem nesneleri arasında tanımlanmış ilişkileri içeren sistem veya süreçlerin bir modelidir (Davutoğlu vd., 2017). Simülasyon, operatörlerin fiziksel

değişimden önce sanal dünyadaki bir sonraki ürünün makine ayarlarını test etmelerini ve optimize etmelerini sağlayacak ve böylece makine kurulum sürelerini azaltacak ve kaliteyi artıracaktır (BCG, 2015). Simülasyonun amacı, olasılıkların sanal dünyada önceden gözlenebilmesi ve gerekli hazırlıkların planlanabilmesidir (Bungartz vd., 2014; Landriscina, 2013).

Yatay ve Dikey Sistem Entegrasyonu, işletme içerisinde evrensel veri entegrasyon ağlarının geliştirilmesiyle işletmelerin, birimlerin, mevkilerin birbirleriyle daha uyumlu çalışmasıdır. Bu kavramla; üretim daha verimli, esnek, hızlı ve sorunsuz olacaktır. Sistem entegrasyonu sayesinde; makineler, bir sonraki üretim adımını başlatmak için yeni bir bileşenin, üretim sürecini tamamladığı an diğer makinelerle veya lojistik ekipmanlara bilgi aktaracaktır (Davutoğlu vd., 2017; BCG, 2015). Sistemlerin işlevselliğini arttırabilmek ancak alt sistemlerin birbiri ile entegre olması ile mümkündür (EBSO, 2015). Endüstri 4.0 sayesinde, dikey ve yatay entegrasyonun gerçekleştirebilen işletmeler, üretim süreçlerindeki değişikliklere ve sorunlara hızla karşılık verilebilecek, müşteriye özel ve kişiselleştirilmiş üretim sunabilecek, kaynak verimliliği arttırabilecek ve böylelikle küresel tedarik zincirinde optimizasyon elde edebileceklerdir (Eldem, 2017).

Nesnelerin İnterneti: Literatür nesnelerin internetini algı, iletim, hesap ve uygulama katmanları ile sınıflandırmıştır (Trappey, 2016). Nesnelerin internetini aktif ve detaylı kullanan işletmeler; üretim yönetimini kolaylaştırabilecek, tedarik zincirini daha aktif hale getirebilecek, enerji ve altyapı maliyetlerini azaltabilecek, gerçek zamanlı yanıtlar sağlayabilecek, daha az insan kaynağına ihtiyaç duyacak ve böylelikle gelir ve kar düzeyinde artış sağlayabilecektir (EBSO, 2015; Davutoğlu vd., 2017; BCG, 2015). Nesnelerin interneti; internete bağlanabilen radyo frekanslı tanımlama (RFID) cihazları, kızılötesi sensörler, global konumlandırma sistemleri, lazer tarayıcılar, diğer bilgi

algılama cihazları ve diğer keyfi nesnelere içerir (Miao, 2014). Nesnelerin interneti; akıllı sensör teknolojisi, makineler arası algoritmalar, analitik (büyük veri) ve bulut bilgi işlem veri bağlama ve değerlendirme için yeni olanaklar yaratır (Wehle, 2016).

Ekleme Üretim: Şirketler, çoğunlukla prototip oluşturmak ve tek tek bileşenler üretmek için kullandıkları 3 boyutlu baskı gibi ek üretim yöntemlerini uygulamaya başlamışlardır (BCG, 2015; Eldem, 2017). Dijital üç boyutlu bilgisayar verisini elle tutulabilecek gerçek nesnelere dönüştüren makineler eklemeli üretim olarak tanımlanmaktadır. Bu tür yazıcıyla elektronik parçalar ve motorlar dışında bütün mekanik parçaların basımı yapılabilmektedir. Üç boyutlu yazıcılar ile modelleme, 3D baskı, yüzey iyileştirme gibi işlerin yapılmasının yanı sıra genetikten bilişim teknolojilerine, tıptan sanayiye, şehir planlamadan gıdaya kadar tüm işlerde kullanılmaktadır (EBSO, 2015). Ekleme üretim, ayrıca, üreticinin maliyet ve zaman verimsizliklerini azaltırken müşterilere veya son kullanıcılara daha fazla değer sunan küçük ölçekli özelleştirilmiş ürünlerin üretimini mümkün kılar (Gilchrist, 2016; CRO, 2015).

Arttırılmış Gerçeklik; gerçek dünyanın bilgisayar tarafından üretilen ses, görüntü, grafik verileriyle zenginleştirilerek meydana getirilen canlı, doğrudan veya dolaylı fiziksel görünümüdür. İşletmeler bu teknolojinin yardımıyla etrafındaki bilgi ile etkileşime girebilmekte, sayısal bilgi işleneği ile çevresiyle ilgili yapay bilgi ve öğelerin doğru kullanılması vasıtasıyla gerçek dünyayla ilgili verilere kolaylıkla ulaşabilmektedir (Davutoğlu vd., 2017). Arttırılmış gerçeklik tabanlı sistemler, bir depoda parça seçimi ve mobil cihazlar üzerinden onarım talimatları gönderme gibi çeşitli hizmetleri desteklemektedir (BCG, 2015; EBSO, 2015). Bu teknoloji sayesinde; birbirleriyle gerçekte aynı ortamda olmayan çalışanlar tıpkı aynı ortamdaymış gibi beyin fırtınası ve tartışmalar yapabilmekte, dokunmatik ekran ve tablolar aracılığıyla ortak görselleştirme kullanan toplantılar, interaktif dijital yazı

tahtaları, paylaşılan tasarım alanları ve dağıtılmış kontrol odaları içerebilmektedir (Eldem 2017; Wehle, 2016). İşletmeler; üretim, pazarlama ve satış sonrası destek ile ilişkili bakım ve eğitim genel giderlerini azaltmak istemekte ve bu yüzden arttırılmış gerçekliğe dayalı sistemlere yönelmektedirler (Gilchrist, 2016).

Büyük Veri; toplumsal medya paylaşımları, ağ günlükleri, blog, fotoğraf, video, log dosyaları vb. gibi değişik kaynaklardan toparlanan tüm verinin, anlamlı ve işlenebilir biçime dönüştürülmüş biçimi olarak tanımlanmaktadır (Fırat ve Fırat, 2017). Büyük veri ile işletmeler sahip oldukları bilgileri güçlendirecek ve yöneticiler büyük verilerden faydalanarak üretim esnasındaki gerçek zamanlı kusurları, hataları ve eksiklikleri anlayabileceklerdir. Yani büyük veri; süreçleri optimize etme, kaynakları verimli kullanma ve beklenen ürün kalitesini koruma potansiyelini çok daha erken aşamalarda belirlenmesine yardımcı olacaktır. Özellikle Endüstri 4.0'ın yüksek rekabet ortamında; işletmelerin bir adım öne geçebilmek için fark yaratmak zorunda olmaları, en ufak bir bilginin bile büyük önem taşıması sonucu büyük veri aracılığıyla doğru bilgilere zaman kaybetmeden sahip olma ve bunu hızlı değişim amacıyla kullanma bu kavramın önemini ortaya koymaktadır (Davutoğlu vd., 2017; KPGM, 2015; Eldem, 2017; Gilchrist, 2016; Banger, 2016). PwC (2016) tarafından yapılan bir araştırmaya göre, büyük veri analizi karar verme sürecinde önemli bir rol oynamaktadır.

Bulut Bilişim, tüm uygulama, program ve verilerin sanal bir sunucuda, yani bulutta, toplanması ve internete bağlı her bir cihazın bilgilere, verilere, programlara kolayca ulaşımın sağlanabildiği hizmetlerin bütününe denir. Bu sistem sayesinde bilişim tamamen ayrı bir sektör haline gelecek, bilişim teknolojisi üreten toplumlar Endüstri 4.0 kavramını daha iyi algılayacak, sürdürülebilir rekabette ön sıralarda olacaktır (Davutoğlu vd., 2017; BCG 2015; EBSO 2015). Bulut bilişim sayesinde kullanıcılar; işletme için gerekli

uygulamaları tesis içindeki bilgisayarlarda ya da veri merkezlerinde tutmak yerine servis sağlayıcıdaki bilgisayarlar aracılığıyla internet üzerinden istedikleri anda kullanabilmekte ve böylece daha ekonomik, esnek ve çevik veri yönetimi elde etmektedir (Eldem, 2017; Siemens, 2015; Gilchrist, 2016). Akıllı cihazlar arasındaki iletişimin de devreye girmesiyle, büyük veri, nesnelerin interneti ve bulut bilişim bir arada çalışarak endüstride yeni bir çığır açmaktadır (Eldem, 2017). Bulut bilişim; depolama hizmetleri, erişim ve çevrimiçi bilgisayar hizmetlerinin kullanımını içeren bir eğilimdir. Bu eğilim, sağlanan hizmetlere bağlı olarak üç farklı seviyede yansıtılabilir: hizmet olarak altyapı, hizmet olarak platform ve hizmet olarak yazılım (Prosoft, 2016).

Siber Güvenlik: Endüstri 4.0 ile birlikte gelen standart iletişim protokollerinin artan bağlantısı ve kullanımı ile kritik endüstriyel sistemleri ve üretim hatlarını siber güvenlik tehditlerine karşı koruma ihtiyacı çarpıcı bir şekilde artmaktadır. Makinelerin ve kullanıcıların karmaşık kimlik ve erişim yönetiminin yanı sıra güvenli, güvenilir iletişim kurulması da önemlidir (BCG, 2015). Endüstri 4.0'ın sağlamış olduğu imkânların getirdiği avantajlardan tam olarak yararlanabilmek için, söz konusu ortamlarda güvenliğin de maksimum düzeye çıkarılması gerekmektedir (Eldem, 2017; Gilchrist, 2016). Üretimdeki her noktanın birbiriyle güvenli şekilde iletişim kurabilmesi, farklı tesislerin etkileşime girebilmesi, üretimde optimizasyonun temel anahtarlarından birini oluşturmaktadır. Rekabetin böylesine yoğun olduğu bir alanda aktarılan verilerin güvenliğinin sağlanması gerekmektedir (Siemens,2015).

2.4. Endüstri 4.0 Hizmetleri

Günümüzde şirketler; artan küresel rekabet, müşteri gereksinimlerinin her zamankinden daha hızlı değişime uğraması ve sürekli gelişen dijitalleşme gibi sebeplerle büyük zorluklarla mücadele etmekte, özellikle imalat sektörü hayatta kalmak için iş modellerini sürekli güncel tutacak yeni yaklaşımlar geliştirmek zorunda

kalmaktadır. (Mitsubishi Electric, 2016). Başarı için en önemli faktör ise daha hızlı, daha esnek ve verimli üretim sistemleri kullanarak yeni ürünlerin maliyetini ve pazara sürülme süresini azaltarak rekabet gücünü korumaktır (Mitsubishi Electric, 2016). Bu noktada; daha esnek, daha hızlı, daha kaliteli, daha verimli ve müşteri eksenli üretim gibi hizmetler vaat eden dördüncü sanayi devrimi olan endüstri 4.0 kavramı hayati önem kazanmıştır (EPRS, 2015).

Otomasyon, süreç iyileştirme, verimlilik artışı, üretim optimizasyonu, yeni iş modellerine ve gelir kaynaklarına ulaşım (www.i-scoop.eu, 2018) hizmetleri sunan kavram dokuz teknolojik unsur ile şirketlerin üretkenlik, kalite ve iş süreçlerini geliştirebilmelerinin birçok yolunu sunmaktadır (Festo, 2018). Avrupa Parlamentosu tarafından 2015 yılında yayınlanan raporda Endüstri 4.0 kaynaklı dijitalleştirilmiş üretimin; imalat süreçlerinde, iş modellerinde ve elde edilen çıktılarda büyük değişikliklere neden olacağı sonucuna ulaşılmıştır. Akıllı fabrikalar üretimde *esnekliği* artıracak, müşteri isteklerine hızla cevap vermeye yarayacak otomasyon sistemleri ve üç boyutlu yazıcılar, *müşteri eksenli üretim* olarak isimlendirilen *kişiselleştirilmiş* hizmetlere harcanan *zamanı* azaltırken, ürün *kalitesini* artıracaktır. Kalite artışı ise *maliyetlerin düşürülmesinde* ve dolayısıyla *rekabet avantajı* elde etmede önemli bir rol oynamaktadır. Avrupa’da bulunan ilk 100 üretim işletmesinin; üretim sürecindeki hataları gidermeleri durumunda, hatalı ürünleri hurdaya çıkarma ve yeniden işleme maliyetlerinden kurtulup yaklaşık olarak 160 milyar Euro tasarruf sağlayacakları öngörülmektedir. Dijital tasarımlar ve sanal modelleme teknolojileri ise ürünlerin tasarımı, üretimi ve sunumu arasındaki *süreyi* kısaltacaktır. Ayrıca, ürün geliştirmenin dijital ve fiziksel üretim teknolojileri ile entegre edilmesi ürün *kalitesini* artırırken *hata oranlarının önemli ölçüde azalması* ile ilişkilendirilmiştir. Sensörler aracılığıyla toplanan veriler, *büyük veri* teknikleri ile analiz edilerek

küçük ya da büyük devam eden sorunları hızlı bir şekilde tanımlamak ve çözmek için kullanılmaktadır (EPRS, 2015).

Bugüne kadar sadece tekrara dayalı basit görevler, robotlar tarafından gerçekleştirilebilirken son yıllarda yapay zekâ ve yapay zekâ ile öğrenme gibi teknolojilerin ortaya çıkmasının yanı sıra mevcut verilerin üssel olarak büyümesine ve bu verilerin *gelişmiş mantıksal çözümlene* yöntemleri aracılığıyla analiz edilebilmesine olanak sağlanmıştır. IBM’in bilişsel sistemi Watson, çok sayıda yapılandırılmamış verilerden sentezlenen sezgilere dayalı karmaşık soruları cevaplayabilmektedir (McKinsey, 2015). Polimer, metal, cam, şeker ve çimento dâhil birçok malzemeye uygulanabilen *3 boyutlu yazıcılar* sadece eklemeli üretim ekipmanı olmaktan çıkmış ve geliştirilmiş robot bilim teknolojileri ile entegre olarak daha düşük maliyetli üretim ve depolama gibi seçenekleri ile *enerji depolama ve toplamının yenilikçi bir şekli* haline dönüşmüştür (McKinsey, 2015).

Dijital dönüşüm; tedarik zincirinin, ilk ve son noktası olarak kabul edilen müşteri ihtiyaçlarının tespit edilmesinden ürünün son kullanıcının eline ulaşmasına kadar her aşamasında daha *akıllı*, daha *şeffaf* ve daha *verimli* hale getiren tek veri tabanı oluşturacaktır (Deloitte, 2014).

3. METODOLOJİ

Almanya’da ortaya çıkmasının ardından tüm dünyada hızla yayılan dördüncü sanayi devrimi kavramı, rekabetin ön planda olduğu tüm diğer sektörler gibi lojistik sektöründe de hızlı bir şekilde önemli duruma gelmiştir. Bu sebeple çalışmanın amacı; lojistik sektörünün endüstri 4.0 dönüşümü; lojistik şirketlerinde kullanılan endüstri 4.0 teknolojileri, dönüşüm sırasında karşılaşılan zorluklar ve elde edilen faydalar olarak örnek olaylar ışığında derinlemesine incelemek olarak belirlenmiştir. Daha önce de söz edildiği gibi endüstri 4.0 ve lojistik 4.0 kavramları literatüre yeni girmiş kavramlardır ve

öncelleri ve sonuçlarına dair henüz yeterli veri bulunmamaktadır. Bu doğrultuda kavramın nitel yöntemler kullanılarak araştırılmasının konunun daha iyi anlaşılmasında literatüre önemli bir katkı sağlayacağı düşünülmektedir. Bu kapsamda lojistik 4.0 kapsamındaki çalışmaları ile farkındalık yaratan ve sektörün lokomotif konumunda bulunan bir lojistik firması ile vaka analizi yapılmasına karar verilmiştir. Çalışmada; lojistik firmasının Endüstri 4.0 kapsamında devam eden proje bilgileri, projenin amaçları, çözülmesi amaçlanan problemler, kullanılan endüstri 4.0 teknolojileri, projenin mevcut durumu ve projelerden beklenen faydalar sunulacaktır.

Örnek olay çalışmaları, temsil niteliğine sahip tek bir kişi, kurum veya olayın ayrıntılı biçimde incelenmesine ve tanıtılmasına yönelik çalışmalar olup elde edilen bilgilerin benzeri durumlar için de geçerli olacağı varsayılmaktadır (Seyidoğlu, 1995). Örnek olay çalışmaları; bir kişi, bir süreç, bir kurum ya da bir grubu derinlemesine incelemek, araştırmak için oldukça elverişli desenler olarak tanımlanmasına ek olarak tek bir vakanın seçilmesi durumunda “gerçek” hakkında olabildiğince anlamlı ve çok bilgi sağlayabilmektedir (Vural ve Cenkseven, 2005). Örnek olay çalışmaları; bireysel, örgütsel, politik ya da sosyal olaylar ile ilgili konularda mevcut bilgilere katkıda bulunmak amacıyla oldukça yoğun kullanılmaktadır (Aytaçlı, 2012). Örnek olay çalışmaları literatürde; açıklayıcı, keşfedici ve tanımlayıcı olmak üzere üç ana grupta incelenmektedir (Yin, 2003). Keşfedici durum çalışmaları genel olarak araştırmacının odak noktası doğrultusunda toplanılan verilerin içerisinde araştırılan olguyu keşfetmek için kullanıldığından (Leymun vd., 2017), bu çalışmada keşfedici örnek olay çalışması uygulanmasına karar verilmiştir. Keşfedici örnek olay çalışmalarında amaç; temel olarak “ne”, “neden” ya da “nasıl” sorularını cevaplamak, gelecek çalışmalar için öneriler getirmek ya da hipotezler geliştirmektir (Leymun vd., 2017). Bu sebeple, çalışmada lojistik firmasının

endüstri 4.0 teknolojilerini, lojistik 4.0 kavramında kullanımı, keşfedici örnek olay çalışması yöntemi ile derinlemesine analiz edilmiştir. Elde edilen verilere çalışmanın bulguları kısmında yer verilmiştir.

4. BULGULAR

Çalışmada lojistik firmasının endüstri 4.0 kapsamında devam etmekte olan; nesnelerin interneti, büyük veri ve görüntü izleme teknolojileri ile ilgili üç projesi detaylı olarak analiz edilmiştir. Analiz sürecinde; projelerin amaçları, çözüm bulmaya çalışılan problemleri, kullandıkları teknolojiler, projeden elde edilmesi beklenen fayda ve projelerin mevcut durumları incelenmiştir.

4.1. Nesnelerin İnterneti

Proje İsmi: Nesnelerin Sosyal İnterneti ile Geleceğin Bilişsel Lojistik Operasyonları

Projenin çıkış noktası, ulaştırma sektörünün dünya enerji tüketiminin yaklaşık %30'unu ve karbondioksit emisyonlarının %25'ini oluşturması, bu durumun lojistik endüstrisinin önemli sorunlarından biri haline gelmiş olması, bu duruma çözüm bulabilmek ve lojistik operasyonların çevreye verdiği zararı azaltabilmenin öneminin gün geçtikçe artıyor olmasıdır. Bu sebeple projenin amacı; karmaşıklığı azaltmak, işbirlikçi lojistiği geliştirmek, mümkün olduğunda yük paylaşımından ve nakliye ihtiyaçlarını birleştirmekten kaynaklanan maliyetleri azaltmak olarak tanımlanmıştır.

Projede; lojistik organizasyonların eski sistemlerinin, bilişim ve iletişim teknolojileri kapsamında sunulan yenilikçi birlikte çalışabilirlik (interoperability) çözümleri ile değiştirilip mevcut yazılımların güncellenmesi ile önemli miktarlarda tasarruf potansiyeli bulunabileceği savunulmaktadır. Altyapı yatırımlarının ve teknolojik geliştirme ve iyileştirmelerin gerekli olduğu tüm kara ve demir yolu bağlantılarının omurgası konumunda bulunan multimodal merkezlerde (hub), navlunun farklı birimler

tarafından yönetilmesi sebebiyle veri alışverişlerinde önemli ölçüde boşluklar olduğu görülmektedir. Bu boşlukların ortadan kaldırılması adına tüm paydaşların (ulaştırma ve lojistik operatörleri, KOBİ'ler, kamu otoriteleri ve toplum) karşılıklı olarak kabul edilmiş diller ve protokoller altında dinamik olarak etkileşime girdiği bu merkezlerde oluşturulacak olan entegre sistemler, daha verimli bir lojistik yönetim sisteminin oluşturulmasının ilk adımı olarak görülmektedir. Nesnelerin interneti teknolojisinin ise, bu multimodal sistemlerde farklı kaynak ve sistemlerden gelen verilerin füzyon ve akıllı analizi yoluyla lojistik süreçleri daha akıllı ve daha birlikte çalışabilir hale getirebileceği düşünülmektedir.

Projeden beklenen nihai sonuç; gelecekteki lojistik süreçlerin daha bilişsel ve işbirlikçi (birlikte çalışabilir) hale gelmesini sağlayacak gerekli kavramsal çerçeve ve araçları oluşturmak, lojistik süreçlerde yer alan tüm nesnelere bilişsel davranış özellikleri kazandırmak ve bu bilişsel nesnelerin birbirleri ile iletişim kurmasına, güvenli ağlar aracılığıyla gerekli bilgileri paylaşmalarına ve dış müdahale gerekmeden birlikte çalışmalarına olanak sağlayacak ortamı ve teknolojiyi geliştirebilmektir. Söz konusu sonuca ulaşabilmek adına proje, bilimsel, teknolojik ve işletme olmak üzere üç ana yapısal blok üzerine kurulmuştur. Şekil 4'te projenin genel şeması ve üç ana yapısal boyutun işlevleri detaylı olarak gösterilmektedir.

Bilişsel lojistik nesnelere (cognitive logistics objects- CLO) davranışı olarak isimlendirilen bilimsel boyut, bir lojistik operasyona katılan tüm fiziksel nesnelere ve sistemleri içermektedir. Buna göre, tüm nesne ve sistemler (CLO'lar), özerktir, duyarlıdır, öğrenilebilir ve iş birliği yapabilir. Proje, CLO'ların bir sonraki eylemlerine karar vermesine, sosyal ağlar oluşturmasına, birbirleri ile iletişim kurmasına, birbirlerine yardım etmesine ve yerel sorunları çözmesine yardımcı olacak bir bilimsel danışman tarafından

yönlendirilen ve bunu yaparken oluşturulan büyük verileri analiz ederek verimli olarak kullanan bir multimodal yük taşıma sistemi olarak planlanmaktadır. Projenin bu aşamasından elde edilecek nihai çıktının ise oluşturulan bu CLO'ların süreçteki aktörlere (sürücü, yönetici, vb.), daha verimli ve çevre dostu multimodal ulaştırma seçenekleri önermesi olarak planlanmaktadır.

Teknolojik boyut ise, nesnelerin sosyal interneti tarafından desteklenen işbirliği platformu olarak isimlendirilmiştir. Bu boyutun temel işlevi, büyük lojistik operatörleri, KOBİ'ler ve diğer paydaşların temel işlevselliğine erişim kolaylığı sağlayan ve kesintisiz operasyonel entegrasyona olanak tanıyan bir altyapı kurulumudur. Nesnelerin Sosyal İnterneti (Social Internet of Things- SIOT) olarak adlandırılan sistem ile bilimsel boyut aracılığıyla elde edilen CLO'ların mevcut statü ve tespit edilen potansiyel anormalliklere dayanarak potansiyel alternatifleri ve çözümleri analiz etmesini, iletişim kurmasını ve "pazarlık etmesini" sağlaması beklenmektedir. Ayrıca, güvenli bilgi paylaşımı amacıyla projede; veri güvenliği, gizlilik, veri sahipliği yönetimi ve veri paylaşımı politikalarının uygulanmasıyla ilgili mekanizmaları birleştirerek veri paylaşımı, etkinlik yönetimi ve süreç geliştirilmesine yönelik araçların sunulması planlanmaktadır.

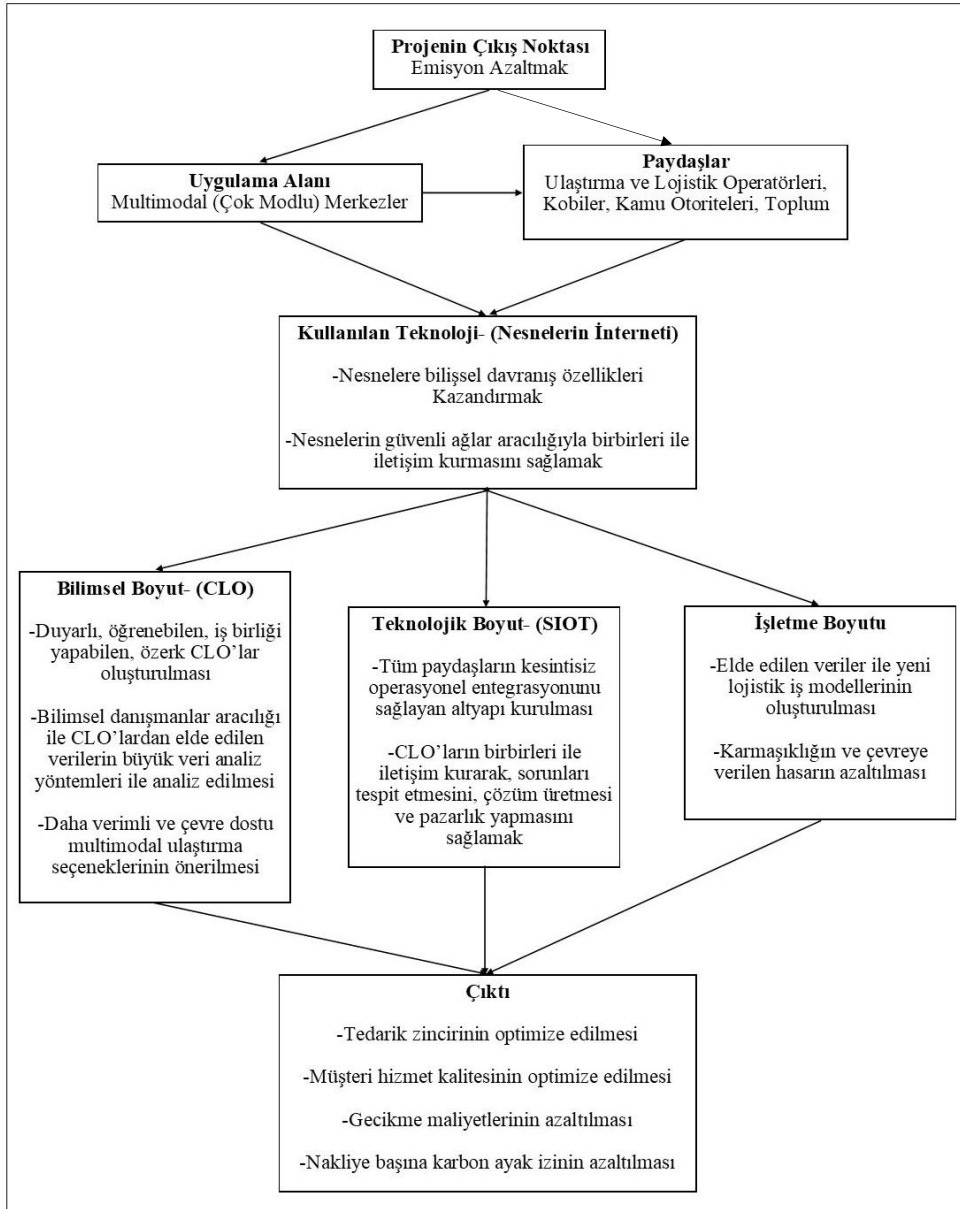
İşletme boyutu ile sürekli daha fazla "dinamik ve özerk karar verme ihtiyacı ile karşı karşıya olan" ve bu sayede performansı artan ya da azalan her düzeyde aktöre (sürücü, operatör, vb.); ayrıca lojistik işletmecileri ve diğer paydaşlara (şehirler, yetkililer, vb.) yeni lojistik iş modellerinin sunulması ve böylece karmaşıklığın ve zararlı çevresel etkilerin azaltılması hedeflenmektedir.

Sonuç olarak, proje kapsamında geliştirilen CLO'lar, esnek ve dinamik planlama ile yeni bir operasyonel model uygulayacaklar ve bir CLO limana ulaştığında, elleçleme, taşıma işlemleri gibi ve başlangıçta gömülü olan bilgiler (başlangıç, hedef, yük durumu,

hasar durumu, vb.) verilerin paylaşıldığı bir entegre sosyal ağ tarafından dikkate alınarak yönetilecektir. Sürecin gizliliği, tasarımda entegre edilen güvenlik mekanizmaları ile garanti altına alınmış olacak ve bilgiler süreç ilerledikçe tedarik zincirinin sonraki adımlarına doğru

güncellenecektir. Tüm bu adımlar sayesinde; tedarik zincirinin optimize edilmesi, müşteri hizmet kalitesinin optimize edilmesi, gecikme maliyetlerinin azaltılması ve nakliye başına karbon ayak izinin azaltılması projeden elde edilecek başlıca çıktılar olarak belirlenmiştir.

Şekil 4: Nesnelerin İnterneti Projesi Şeması



4.2. Büyük Veri

Lojistik firmasının Avrupa Birliği Horizon 2020 projesi kapsamında geliştirdiği projenin adı “Akıllı Lojistikte Süreç Modelleme için Büyük Veri Analizinin Kullanımı”dır. Bu proje kapsamında lojistik 4.0, akıllı lojistik ve gelişmiş dijitalleşme terimleri önem arz etmektedir. “Lojistik 4.0”, Siber Fiziksel Sistemler (CPS) tarafından eklenen yenilikler ve uygulamalar ile lojistiğin kullanılması kombinasyonu anlamına gelmektedir. “Akıllı Lojistik”, esnekliği arttırabilen, piyasa değişikliklerine uyum sağlayabilen ve şirketin müşteri ihtiyaçlarına daha yakın olmasına yardımcı olacak bir lojistik sistemidir. Bu yeni paradigma; makinelerin, cihazların ve insanların gerçek zamanlı iletişimini ve “Gelişmiş Dijitalleşme” olarak bilinen terimin kullanımını mümkün kılan internetin artan ve geliştirilmiş kullanımının bir sonucudur.

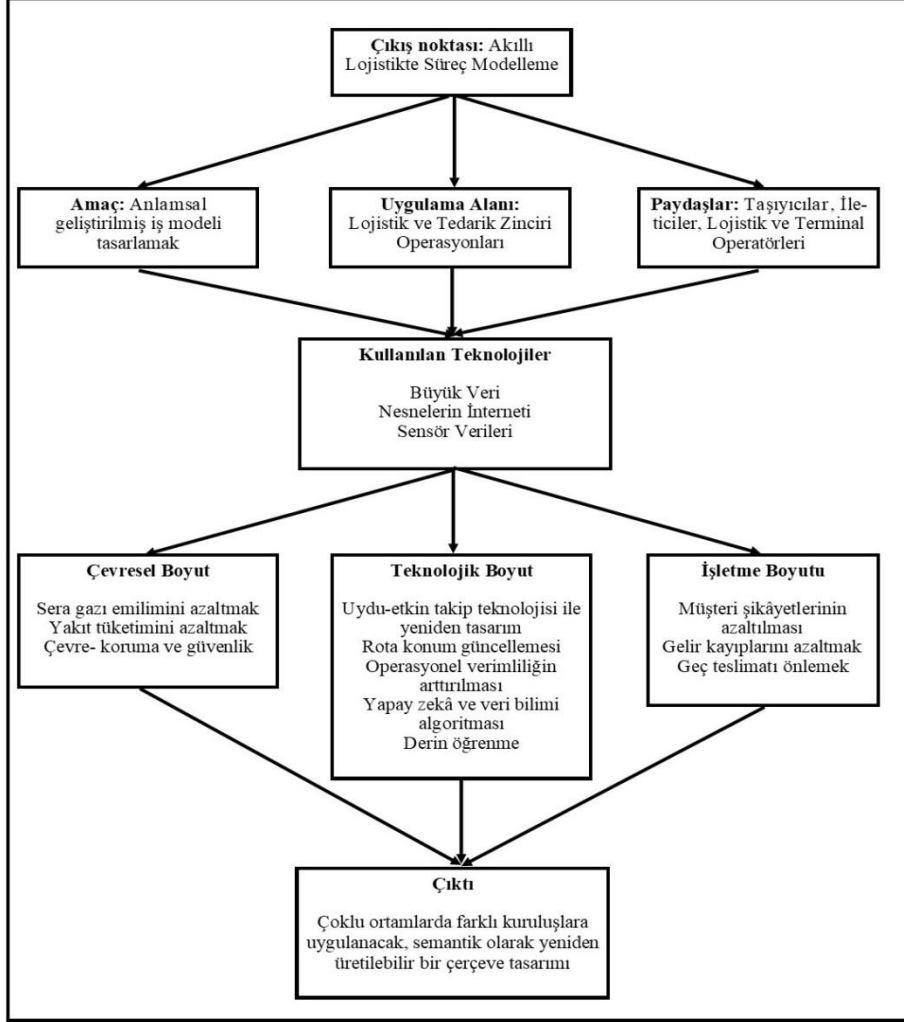
Küresel pazardaki zorlu rekabet, nakliye şirketlerini lojistik ve tedarik zinciri operasyonlarını daha etkin bir şekilde yönetmek için akıllı çözümler geliştirmeyi gerektirmekte ve bu çözümlere ulaşmak için endüstri 4.0’ın dokuz teknolojisinden biri olan büyük veri önemli fırsatlar sağlamaktadır. Bu projede;

- nesnelerin interneti teknolojisi olan uydu-etkin araç takip teknolojilerinden üretilen tüm verilerin yeniden tasarlanması (trafik, hava durumu ve yol durumu bilgisi ile diğer araçlarla iletişim halinde olan akıllı sistemlere doğru)

- çeşitli araç ve yük ile ilgili, her bir araç için rota ve konum güncellemelerinin bağımsız olarak ayarlandığı sensör verileri,
- müşterilerin iş emirleri,
- üçüncü parti lojistik hizmetleri (taşıyıcılar, ileticiler, lojistik ve terminal operatörleri),
- açık kaynaklı sistemler ve
- sosyal medyaya değinilmesi amaçlamaktadır.

Horizon 2020 kapsamındaki projenin amacı; operasyonla ilgili verileri gerçek zamanlı olarak analiz ederek mevcut altyapının ritmini yakalayan, mevcut altyapı ve kaynakların kullanımını olumlu yönde etkilemek için öğrenilmiş verileri kullanan, sistem esnekliğini ve hizmetini geliştiren, anlamsal-geliştirilmiş bir kendi kendine öğrenme işlem modeli tasarlamaktır. Büyük veri teknolojilerinin kullanımı yoluyla kalite, sera gazı emisyonları, yakıt tüketimi, gecikme zamanları, trafik sıkışıklığı, gelir kayıpları, geç teslimatlar ve müşteri şikâyetlerinin azaltılması hedeflenmektedir. Bunun yanı sıra, makine öğrenimi, derin öğrenme, yapay zekâ ve veri bilimi algoritmaları, operasyonel verimlilik, çevre koruma ve güvenliğini en üst düzeye çıkarmak için tahminler ve yönlendirmeler sağlanması beklenmektedir. Projenin sonucunda ise çoklu ortamlarda farklı kuruluşlara uygulanabilecek, semantik olarak yeniden üretilebilir bir model oluşturması beklenmektedir.

Şekil 5: Büyük Veri Projesi Şeması



4.3. Görüntü İşleme

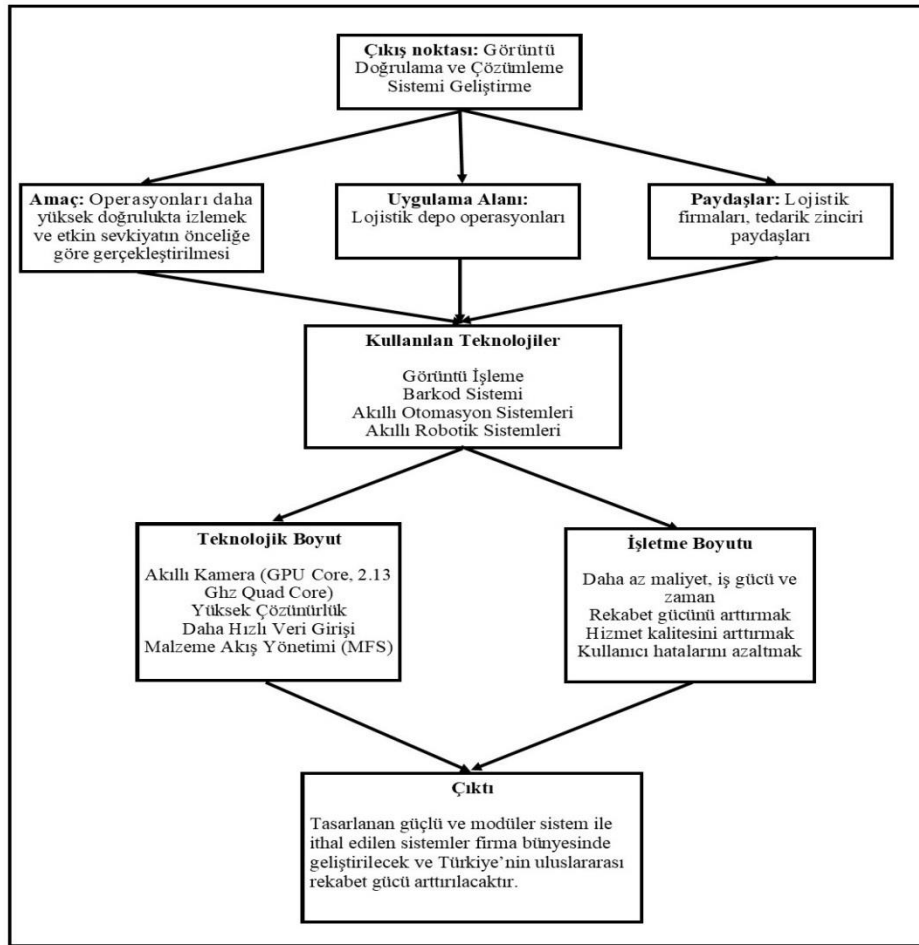
TÜBİTAK Teknoloji ve Yenilik Destek Programları Başkanlığı (TEYDEB) tarafından desteklenen ve lojistik firması tarafından yürütülen bir diğer proje ise "Endüstriyel Tabanlı Dinamik Yapıda Tümüleşik Görüntü Doğrulama ve Çözümleme Sistemi Geliştirilmesi"dir. Proje kapsamında, firma bünyesinde geliştirilecek dinamik yapıda tümleşik görüntü doğrulama ve çözümleme sistemi ile lojistik depo operasyonlarındaki ürünlerin barkod bulunan etiketler ile daha yüksek doğrulukta izlenebilmesi ve etkin malzeme sevkiyatının Malzeme Akış

Yönetimi (MFS) ile öncelik durumlarına göre gerçekleştirilmesi hedeflenmektedir. Proje kapsamında Türkiye’de ilk defa 192 adet GPU Core ve 2.13 GHz Quad Core işlemciye sahip "Akıllı Kamera" tasarlanacaktır. Akıllı kamera (embedded smart camera) tasarımıyla, görüntü işleme uygulamaları pahalı ve büyük bilgisayarlara aktarılmadan kamera üzerindeki yüksek işlemci gücüne sahip sistem üzerinde gerçekleştirilmesi beklenmektedir. Bu sistem ile tek kamera üzerinde yüksek çözünürlüklü görüntü hızla işlenerek; hareket eden ve üründeki konumu değişken olan barkod ve kare kodlar okunabilecektir. Böylelikle, karmaşık depo

operasyonlarındaki hizmet kalitesini azaltıcı ve ürünün son tüketiciye ulaşmasında tedarik zinciri halkasını zayıflatan problemler çözülerek, kullanıcı hataları azaltılacak, daha hızlı veri girişi yapılması sağlanmasında hedeflenecektir. Endüstri 4.0 ile birlikte; görüntü işleme teknolojilerinin, otomasyon sistemlerinin ve robotik sistemlerin akıllı hale getirilmesi

noktasındaki önemi doğrultusunda daha az maliyet, iş gücü ve zaman ile depo operasyonlarında operasyonel mükemmellik sağlanabilecektir. Tasarlanacak güçlü ve modüler sistem ile ithal edilen sistemler firma bünyesinde geliştirilebilecek, Türkiye'nin uluslararası arenadaki rekabet gücü artırılacaktır.

Şekil 6: Görüntü İşleme Projesi Şeması



4.4. Projelerin Genel Özellik ve Çıktıları

Çalışma kapsamında incelenen lojistik şirketinde geliştirilen projeler detaylı olarak incelendiğinde nesnelerin interneti, büyük veri ve görüntü işleme teknolojilerinin ağırlıklı olarak kullanıldığı gözlemlenmiştir. Endüstri 4.0 projelerinin lojistik sektöründe kullanımının başlıca

amaçları; maliyetlerin ve çevreye verilen zararların azaltılması, yeni iş modellerinin tasarlanması ve izlenebilirliğin artırılması olarak belirtilmiştir. Çalışmada projelerin paydaşları olarak yasa koyucu kamu otoritelerinden kobilere, tedarik zincirinin her aşamasındaki araçlara ve nihai tüketicilere kadar geniş kitlelerin projelere ortak olması gerekliliği ya da proje

çıkartılardan yararlanacakları belirtilmiştir. Projelerden beklenen faydalar ise işletmelerin organizasyon yapıları dâhilinde değerlendirilmiş ve teknolojik ve işletme

boyutu olmak üzere iki ana grupta değerlendirilmiştir. Projelerin beklenen faydaları ve nihai çıktıları ile ilgili detaylı bilgi Tablo 1’de gösterilmektedir.

Tablo 1: Projelerin Genel Özellikleri

No	7.1	7.2	7.3
Çıkış Noktası	Bilişsel Lojistik Operasyonları	Akıllı Lojistikte Süreç Modelleme	Görüntü Doğrulama ve Çözümleme Sistemi Geliştirme
Projenin Amacı	Maliyeti düşürmek ve emisyon azaltmak	Anlamsal geliştirilmiş iş modeli tasarlamak	Operasyonları daha yüksek doğrulukta izlemek ve etkin seviyatin önceliğe göre gerçekleştirmek
Uygulama Alanı	Multimodal Merkezler	Lojistik ve Tedarik Zinciri Operasyonları	Lojistik Depo Operasyonları
Paydaşlar	Lojistik Operatörleri, KOBİler, Kamu Otoriteleri, Toplum	Taahhütçüler, İleticiler, lojistik ve terminal operatörleri	Lojistik firmaları, tedarik zinciri paydaşları
Kullanılan Teknolojiler	- Nesnelerin İnterneti - Büyük Veri	- Büyük Veri - Nesnelerin İnterneti - Sensör Verileri	- Görüntü İşleme - Barkod Sistemi - Akıllı Otomasyon Sistemleri - Akıllı Robotik Sistemleri
Beklenen Fayda	Teknolojik Boyut - Paydaşların entegrasyonunu sağlayacak kesintisiz operasyonel altyapı kurulması - Duyarlı, öğrenebilen, iş birliği yapabilen, özerk CLO’ların birbirleri ile iletişim kurması	Teknolojik Boyut - Uydu-etkin takip teknolojisi ile yeniden tasarım - Rota konum güncellemesi - Yapay zekâ ve veri bilimi algoritması - Derin öğrenme	Teknolojik Boyut - Akıllı Kamera - Yüksek Çözünürlük - Daha hızlı veri girişi - Malzeme Akış Yönetimi (MFS)
	İşletme Boyutu - Lojistik iş modelleri oluşturması - Karmaşıklık ve çevreye verilen zararın azaltılması	İşletme Boyutu - Müşteri şikâyetlerinin azaltılması - Gelir kayıplarının azaltılması - Geç teslimatın önlenmesi - Yakıt tüketimini azaltmak - Sera gazı emilimini azaltmak - Çevre-koruma ve güvenlik	İşletme Boyutu - Düşük maliyet, daha az iş gücü ve zaman - Rekabet gücünün artırılması - Hizmet kalitesinin artırılması - Kullanıcı hatalarının azaltılması
Projenin Çıktısı	- Tedarik zincirinin optimize edilmesi - Müşteri hizmet kalitesinin optimize edilmesi - Gecikme maliyetlerinin azaltılması - Nakliye başına karbon ayak izinin azaltılması	Çoklu ortamlarda farklı kuruluşlara uygulanacak, semantik olarak yeniden üretilebilir bir çerçeve tasarımı	Tasarlanan güçlü ve modüler sistem ile ithal edilen sistemler firma bünyesinde geliştirilecek ve Türkiye’nin uluslararası rekabet gücü arttırılacaktır

5. SONUÇ

2011 yılında Alman hükümeti tarafından ortaya çıkarılan dördüncü sanayi devrimi kavramı gündeme geldiği ilk günden beri dikkatleri üzerine çekmekte ve son yıllarda geliştirilen teknolojiler ve robotik teknolojilerdeki gelişmeler; çeşitli ulusal ve uluslararası kongre ve konferanslar aracılığıyla popülerliğini hızla arttırmaktadır. Amacı; lojistik sektörünün endüstri 4.0 dönüşümünü, çalışmada söz edilen endüstri 4.0 bileşenleri dahilinde derinlemesine incelemek olan çalışmada, Türkiye’de lojistik 4.0 uygulamalarını aktif olarak kullanmakta olan bir lojistik şirketi ile derinlemesine görüşmeler yapılmış ve işletmenin lojistik 4.0 uygulamaları, işletmenin projeleri kapsamında detaylı olarak incelenmiştir.

Çalışmada; nesnelerin interneti, büyük veri, sensör/görüntü işleme ve otomasyon teknolojilerinin lojistik sektöründe ağırlıklı olarak kullanılan teknolojiler olduğu gözlenmiştir. Bununla birlikte çalışma kapsamında incelenen üç projede, dokuz endüstri 4.0’ teknolojisinin beşinin aktif olarak kullanıldığı tespit edilmiştir. Akıllı robotlar, yatay ve dikey sistem entegrasyonu, nesnelerin interneti, büyük veri ve bunlarla bağlantılı olarak bulut bilişim teknolojileri incelenen lojistik firmasında aktif olarak kullanılan teknolojilerdir. Simülasyon, eklemeli üretim, artırılmış gerçeklik ve siber güvenlik gibi teknolojilerin ise incelenen lojistik firması düzeyinde çalışmadığı tespit edilmiştir.

Endüstri 4.0 projelerinin lojistik sektöründe kullanımının başlıca amaçlarının; maliyetlerin ve çevreye verilen zararların azaltılması, yeni iş modellerinin tasarlanması ve izlenebilirliğin artırılması olarak belirtilmiştir. Ayrıca çalışmada projelerin paydaşları olarak yasa koyucu kamu otoritelerinden Kobilere, tedarik zincirinin her aşamasındaki araçlara ve nihai tüketicilere kadar geniş kitlelerin projelere ortak olması gerekliliği ya da proje çıktılarında yararlanacakları belirtilmiştir. Bu çıktı Endüstri 4.0

projelerinin yeni bir vizyon geliştirilmesine ihtiyaç duyduğu ve sisteme dahil olan herkesin işbirliği içinde hareket etmesinin önemini ortaya koymuştur. Bunu mümkün kılmak için ise devlet destekli yatırımlara ek olarak nihai tüketicilerin farkındalığını arttıracak yeni düzenleme ve pazarlama araçlarına ihtiyaç duyulduğu düşünülmektedir.

İşletmelerin organizasyon yapıları dâhilinde bilimsel, teknolojik, çevresel ve işletme boyutu olmak üzere 4 ana grupta incelenen proje beklentilerinde, çevresel boyutta; sera gazı emilimi, yakıt tüketimi ve karbon ayak izini azaltmak başlıca beklentiler olarak tespit edilmiştir. Projelerin teknolojik beklentileri incelendiğinde; sistemler ve paydaşlar arası entegrasyonu sağlayacak altyapıların oluşturulması, daha yüksek çözünürlükteki akıllı kameralar ile uydutakip sistemlerinin verimli hale getirilmesi, akıllı robotların birbirleri ile iletişim kurmasının sağlanması beklenen başlıca faydalar olarak belirtilmiştir. İşletme boyutu özellikle daha verimli lojistik iş modelleri oluşturulması üzerine odaklanmıştır. Bunun yanında, müşteri şikâyetlerinin, maliyetlerin, iş gücünün ve birim işe harcanan zamanın azaltılması, hizmet kalitesinin ve rekabet gücünün artırılmasının da literatürde söz edilen Endüstri 4.0 hedeflerine paralel olarak incelenen lojistik firması tarafından hedeflendiği gözlenmiştir.

Projelerin nihai çıktıları, projelerden beklenen faydalar ile aynı doğrultuda oluşturulmuş ve endüstri 4.0 projelerinin başarılı olarak yapılandırılması sonucunda tedarik zincirinin ve müşteri hizmet kalitesinin optimize edileceği ve tasarlanan güçlü sistemler ile Türkiye’nin uluslararası rekabet gücünün artacağı öngörülmektedir.

Çalışmadaki en önemli kısıt sadece bir lojistik firmasının Endüstri 4.0 projelerinin incelenmiş olmasıdır. Lojistik sektörde görev alan farklı aktörler ve lojistik hizmetlerden yararlanan farklı paydaşlar açısından Endüstri 4.0 kavramı üzerine ve mevcut Endüstri 4.0 projelerinin

incelenerek farklı sorunların, eksikliklerin tespit edilmesinin ve eksikliklerin önem sırasının tespit edilerek çözüm önerilerinin geliştirilmesinin literatüre ve sektör uygulayıcılarına fayda sağlayacağı düşünülmektedir.

TEŞEKKÜR

Çalışmanın uygulama kısmında incelenen projeleri bizimle paylaşan EKOL Lojistik Ar-Ge Merkez Proje Ofisi'ne ve Sayın Ebru Al hanıma yardım ve desteklerinden ötürü teşekkür ederiz.

KAYNAKÇA

1. ACATECH (2013). "Industrie 4.0. Recommendations for Implementing the Strategic Initiative", Final Report of the Industry 4.0 Working Group.
2. ADEYERİ, M. K., KHUMBULANI M., and OLUKOREDE T. A., (2015). "Integration of Agent Technology into Manufacturing Enterprise: A Review and Platform for Industry 4.0." In 2015 International Conference on Industrial Engineering and Operations Management (IEOM), 1–10. Dubai: IEEE
3. AYTAÇLI, B. (2012). "Durum Çalışmasına Ayrıntılı Bir Bakış", Adnan Menderes Üniversitesi Eğitim Fakültesi Eğitim Bilimleri Dergisi, Haziran 2012, 3 (1), 1-9
4. BANGEMANN, T., MATTHIAS R., MARIO T., AND CHRISTIAN D. (2016). "Integration of Classical Components into Industrial Cyber-Physical Systems", Proceedings of the IEEE 104 (5): 947–959.
5. BANGER, G. (2016). Endüstri 4.0. UMYO, Dorlion Yayıncılık, Ankara
6. BCG (THE BOSTON CONSULTING GROUP) (2015). "Industry 4.0: The Future Productivity and Growth in Manufacturing Industries", Nisan 2015.
7. BCG (THE BOSTON CONSULTING GROUP) (2016). "Winning the Industry 4.0 Race: How Ready are Danish Manufacturers?", Aralık, 2016.
8. BERNARDINI, L. D., (2015). "Industry 4.0 or Industrial Internet of Things: What's Your Preference?" <https://www.automationworld.com/industry-40-or-industrial-internet-things-whats-your-preference>, 06.03.2018.
9. BUNGARTZ, H.J., ZIMMER, S., BUCHHOLZ, M., PFLÜGER, D. (2014). "Modeling and Simulation: An Application-Oriented Introduction", Springer Verlag Berlin Heidelberg, 2014.
10. CHEN, T. VE TSAI, H. (2017). "Ubiquitous Manufacturing: Current Practices, Challenges, and Opportunities" Robotics and Computer-Integrated Manufacturing 45 (June): 126–132.
11. CRO (2015). "The Smart Factory – Risk Management Perspectives", Aralık 2015.
12. DAVUTOĞLU, N. A., AKGÜL, B. VE YILDIZ, E. (2017). "İşletme Yönetiminde Sanayi 4.0 Kavramı İle Farkındalık Oluşturarak Etkin Bir Şekilde Değişimi Sağlamak", Akademik Sosyal Araştırmalar Dergisi, 52: 544-567.
13. DELOITTE (2014). "Industry 4.0. Challenges and Solutions for The Digital Transformation and Use of Exponential Technologies", <http://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/ch/Documents/manufacturing/ch-en-manufacturing-industry-4-0-24102014.pdf>, 25/07/2018.
14. EBSO (2015). Ege Bölgesi Sanayi Odası, "Sanayi 4.0 Uyum Sağlayamayan Kaybedecek", Ege Bölgesi Sanayi Odası Dergisi, Ekim 2015. <http://www.inovasyon.org/pdf/EBSO.S>

- anayi-4.0_Raporu.Ekim.2015.pdf,
Erişim Tarihi:13.11.2016.
15. ELDEM, M. O. (2017). “Endüstri 4.0”,TMMOB EMO Ankara Şubesi Haber Bülteni 2017/3
 16. EPRS (2015). “Industry 4.0 Digitalisation for productivity and growth. European Parliament Research Service”. Briefing, September, 2015.
 17. EVANS, C., (2017). “How to achieve Industry 4.0 goals?”,<https://www.medicalplasticsnews.com/news/how-to-achieve-industry-4-0-goals/>, 07.03.2018.
 18. EVANS, P. C., AND ANNUNZIATA, M. (2012). “Industrial Internet: Pushing the Boundaries of Minds and Machines”, Boston, MA: General Electric.
 19. FESTO (2018). “The fundamentals of Industry 4.0:Its drivers, goals and core elements”,
http://www.festodidactic.com/ov3/media/customers/1100/festo_the_fundamentals_of_industry_4.0_its_drivers,goals_and_core_elements_one_day_seminar_1.pdf, 07.03.2018.
 20. FIRAT, S. Ü. VE FIRAT, O. Z. (2017). “Sanayi 4.0 Üzerine Karşılaştırmalı Bir İnceleme: Kavramlar, Küresel Gelişmeler ve Türkiye”. Toprak İşveren Dergisi, 114.:10-23
 21. GILCHRIST, A. (2016). “Industry 4.0 – The Industrial Internet of Things”, Bangken, Nounthabri, Thailand.
 22. GÖTZ, M. VE JANKOWSKA, B. (2017). “Clusters and Industry 4.0–do they fit together?”, European Planning Studies, 25(9), 1633-1653.
 23. ICV (INTERNATIONAL CONTROLLER ASSOCIATION) (2015). “Industrie 4.0 Controlling in the Age of Intelligent Networks: Dream Car of the Dream Factory of the ICV 2015”.
 24. JANAK, L., AND ZDENEK H. (2015). Machine Tool Health and Usage Monitoring System: An Initial Analyses”, MM Science Journal 2015 (4): 794–798.
 25. KAGERMANN, H., WAHLSTER, W. AND HELBIG, J. (2013). “Securing the Future of German Manufacturing Industry: Recommendations For Implementing The Strategic Initiative Industrie 4.0”, Frankfurt/Main 2013.
 26. KPMG (2015). “Sanayi 4.0 Dördüncü Sanayi Devrimi. Yarının Fabrikaları Neye Benziyor?”, Kasım 2015
 27. LANDRISCINA, F. (2013). “Simulation and Learning A Model-Centered Approach”, Springer-Verlag New York, 2013.
 28. LASI, H., FETTKE, P., KEMPER, H. G., FELD, T., & HOFFMANN, M. (2014). “Industry 4.0”, Business & Information Systems Engineering, 6(4), 239-242.
 29. LEITAO, P., JOSE B., MARIA-ELEFThERIA CH. PAPAPOPOULOU, AND IAKOVOS S. VENIERIS. (2015). “Standardization in Cyber-Physical Systems: The ARUM Case.” In 2015 IEEE International Conference on Industrial Technology (ICIT), 2988–2993. Seville: IEEE.
 30. LEYMUN, Ş. O., ODABAŞI, H. F., YURDAKUL, I. K., OZAN LEYLUM, Ş., ODABAŞI, H. F., & KABAĞÇI YURDAKUL, I. (2017). “Eğitim Ortamlarında Durum Çalışmasının Önemi”, Eğitimde Nitel Araştırmalar Dergisi, 5(3), 367-385.
 31. LI, X., DI L., JIAFU W., ATHANASIOS V. V., CHIN-FENG L., AND SHIYONG W. (2015). “A Review of Industrial Wireless Networks in the Context of Industry 4.0”, Wireless Networks, 1–19.
 32. LIAO, Y. X., DESCHAMPS, F., LOURES, E. D. R., & RAMOS, L. F. P. (2017). “Past, Present And Future Of Industry 4.0-A Systematic Literature Review And Research Agenda

- Proposal”, *International Journal of Production Research*, 55 (12): 3609-3629.
33. LUO, W. (2014). “Germany Industrial 4.0 Strategic Enlightenment to China’s Industrial Transformation”, *Fiber Reinforced Plastics/Composites*, 125-128.
34. MAYNARD, A. D. (2015). “Navigating the Fourth Industrial Revolution”, *Nature Nanotechnology* 10 (12): 1005–1006.
35. MCKINSEY (2015). “Industry 4.0 How to Navigate Digitization of The Manufacturing Sector”, *McKinsey Digital*
36. MIAO, X. (2014). “Industry 4.0: New Industrial Revolution Andupgrading of Industrial Automation”, *Automation In Petro-Chemical Industry*, 1-5.
37. MITSUBISHI ELECTRIC (2016). “Industry 4.0 Solutions Centre Stage for Mitsubishi Electric During SPS IPC Drives 2016”, *Mitsubishi Electric: Changes for the Better*. Nuremberg, Germany.
38. ÖZEL, M. A., (2016). “Endüstri 4.0 Nedir?”, <https://www.muhendisbeyinler.net/endustri-4-0-nedir/>, 06.03.2018.
39. PROSOFT (2016). “Crafting the Future: A Roadmap For Industry 4.0 In Mexico”, *Meksika*, Nisan, 2016.
40. PWC (PRICEWATERHOUSECOOPERS) (2014). “Industry 4.0 – Opportunities and Challenges of the Industrial Internet”, 2014: 52.
41. PWC (PRICEWATERHOUSECOOPERS) (2016). “Industry 4.0: Building the Digital Industrial Enterprise”, 2016 *Middle East Industry 4.0 Survey*.
42. RENNUNG, F., CAIUS T. L., AND ANCA D. (2016). “Service Provision in the Framework of Industry 4.0”, *Procedia - Social and Behavioral Sciences* 221: 372–377.
43. SCHMIDT, N., ARNDT L., RONALD, D. R., MATTHIAS F., AND JAN V. (2015). “Characterizing Integration Approaches: Identifying Integration Approach Candidates for Use in Industrie 4.0.” In 2015 IEEE 13th International Conference on Industrial Informatics (INDIN), 527–532. Cambridge: IEEE.
44. SELEK, A., (2018). “Endüstri Tarihine Kısa Bir Yolculuk”, <http://www.endustri40.com/endustri-tarihine-kisa-bir-yolculuk/>, 04.03.2018.
45. SEYIDOĞLU, H. (1995). *Bilimsel Araştırma ve Yazma El Kitabı*, Güzem Yayınları, İstanbul. ISBN: 975-7516-09-0.
46. SHAFIQ, SI, SANIN, C., SZCZERBICKI, E. VE TORO, C. (2015). “Virtual Engineering Object / Virtual Engineering Process: a Specialized Form of Cyber Physical System for Industrie 4.0”, *Procedia Computer Science* 60: 1146-1155.
47. SIEMENS, AG. (2015). “Endüstri 4.0 Yolunda”, Siemens.com.tr/dijitalfabrikalar
48. SMIT., J., KREUTZER, S., MOELLER, C.VE CARLBERG, M. (2016). “Industry 4.0,” *Industry 4.0 Analytical Study*. European Parliament's Committee on Industry, Research and Energy (ITRE)[http://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/STUD/2016/570007/I_POL_STU\(2016\)570007_EN.pdf](http://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/STUD/2016/570007/I_POL_STU(2016)570007_EN.pdf),.04.04.2018.
49. SOMMER, L. (2015). “Industrial Revolution—Industry 4.0: Are German Manufacturing SMEs the First Victims of This Revolution?” *Journal of Industrial Engineering and Management* 8 (5): 1512–1532.
50. STOCK, T VE SELIGER, G. (2016). “Opportunities of Sustainable Manufacturing in Industry 4.0”, 13th *Global Conference on Sustainable*

- Manufacturing – Decoupling Growth from Resource Use. Security and Sustainability Issues 5 (2): 241–247.
51. TAHA, E., TOKUR, İ., VE AKAR, H. (2017). “Endüstri 4.0 ve Geleceğin Lojistiği”, Lojistik Sektör Raporu, MUSIAD (Müstakil Sanayici Ve İşadamları Derneği). Kasım 2017, İstanbul.
 52. THOBEN, K., JENS P., STEFAN W., MICHAEL T., AND DIRK W. (2014). “Considerations on a Lifecycle Model for Cyber-Physical System Platforms.” In *Advances in Production Management Systems: Innovative and Knowledge- Based Production Management in a Global-Local World*, edited by Bernard Grabot, Bruno Vallespir, Samuel Gomes, Abdelaziz Bouras, and Dimitris Kiritsis, 85–92. Berlin: Springer Berlin Heidelberg.
 53. TRAPPEY A.J.C., TRAPPEY C. V., GOVINDARAJAN U. H., CHUANG A. C., SUN J. J. (2016). “A Review of Essential Standards and Patent Landscapes for the Internet of Things: A Key Enabler for Industry 4.0”, *Advanced Engineering Informatics*, Article in Press, 2016.
 54. TUSIAD (2016). “Türkiye’nin Küresel Rekabetçiliği için Bir Gereklik Olarak Sanayi 4.0: Gelişmekte olan Ekonomi Perspektifi”, Mart, 2016.
 55. VURAL, R. A. VE CENKSEVEN, F. (2005). “Eğitim Araştırmalarında Örnek Olay (Vaka) Çalışmaları: Tanımı, Türleri, Aşamaları Ve Raporlaştırılması”, *Süleyman Demirel Üniversitesi Burdur Eğitim Fakültesi Dergisi*, 6(10), 126-139.
 56. WAHL, M. (2015). “Strategic Factor Analysis for Industry 4.0.”, *Journal of*
 57. WANG, S., WAN, J., LI, D. VE ZHANG, C. (2016). “Implementing Smart Factory of Industrie 4.0: An Outlook”, Hindawi Publishing Corporation – *International Journal of Distributed Sensor Networks*.
 58. WEHLE, H. (2016). “Augmented Reality and the Internet of Things (IoT) / Industry 4.0”, <https://www.researchgate.net/publication/288642701>, 27.03.2018.
 59. WWW.I-SCOOP.EU (2018). <https://www.i-scoop.eu/industry-4-0/>, *Industry 4.0: the fourth industrial revolution – guide to Industrie 4.0*, 07.03.2018.
 60. YILMAZ, E. (2016). “Endüstri 4.0 Nedir? Amacı ,Pozitif Yönleri ve Faydaları ve Zararları”, <http://korkmazhaber.com/endustri-4-0-nedir-amaci-pozitif-yonleri-faydalari-ve-zararlari-8906.htm>, 06.03.2018.
 61. YIN, R. K. (2003). *Case Study Research Design and Methods* (3. Baskı). London: Sage Publications.
 62. ZHAN, Z., XIAO F. L., YUE J. G., JUN Z., HENRY S. H. C., AND YUN L. (2015). “Cloud Computing Resource Scheduling and a Survey of Its Evolutionary Approaches”, *ACM Computing Surveys* 47 (4): 1–33.
 63. ZHOU, K., LIU, T. VE ZHOU, L. (2015). “Industry 4.0: Towards Future Industrial - Opportunities and Challenges”, 12th *International Conference on Fuzzy Systems and Knowledge Discovery (FSKD)*.

**SERMAYE BİRİKİMİ, TEKNOLOJİ VE ULUSLARARASILAŞMA
OLGULARINI ENDÜSTRİ 4.0 DÖNEMİNDE YENİDEN DÜŞÜNMEK**
**RETHINKING CAPITAL ACCUMULATION, TECHNOLOGY AND
INTERNATIONALIZATION CASES IN INDUSTRY 4.0 PERIOD**

Suat AKSOY*

* Doktora Öğrencisi, Marmara Üniversitesi, İktisat Bölümü, suataksoy1611@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-6772-6768>

ÖZ

Sanayileşme sürecinin yeni bir evresi olan Endüstri 4.0, akıllı teknolojilerin ve robotların yoğun bir şekilde kullanıldığı yeni bir üretim biçimidir. Üretim alanında Sanayi Devrimi'nden günümüze hiç olmadığı kadar sermaye yoğun başka bir ifadeyle robot yoğun üretimi imkanı hale getirmiştir. Emek gücüne olan ihtiyacın giderek azalması ise küresel rekabetteki konumlarını başta bol ve ucuz emek gücünün varlığından alan gelişmekte olan ve geç kapitalistleşen ülkelerin (GKÜ) kalkınma planlarını Endüstri 4.0 döneminde yeniden oluşturmalarını zorunlu kılmaktadır. Başka bir ifadeyle, Endüstri 4.0 teknolojisi ile dünya ölçeğinde iş bölümü ve uzmanlaşma alanları yeniden belirlenmektedir. Yaşanan değişim süreci teknoloji indirgenliğinde büyüme, refah artışı, akıllı, hatasız ve kişiselleştirilmiş üretim gibi kendi içinde tutarlı, kusursuz bir yaşam olarak sunulabilir. Diğer taraftan kapitalizmin işleyiş yasaları üzerinden ele alındığında ise "akıllı" teknolojiye sahip ol(a)mayanların kaybedeceği bir dönemden bahsedilebilir. Bu çalışmada Türkiye'nin geç kapitalist sanayileşen ülke olma halinden hareketle ikinci seçenek tercih edilecek ve kapitalizmin dünya ölçeğindeki yeni yönelimi olan Endüstri 4.0: Akıllı Üretime geçiş sürecinin etkileri eleştirel bir bakışla incelenecektir.

Anahtar Kelimeler: Endüstri 4.0, uluslararasılaşma, rekabet gücü, iş bölümü ve uzmanlaşma.

Jel Kodları: O1, O3, F14

ABSTRACT

Industry 4.0, a new phase of the industrialization process, is a new mode of production using intelligent technologies and robots. The gradual decline in the importance of labor force necessitates the developing countries, which have taken their positions in the global competition from the presence of abundant and cheap labor force, to re-establish their development plans in the Industry 4.0 period. In other words, Industry 4.0 technology redefines areas of division and specialization on a world scale. When the process of change is handled only through technology, it can be presented as perfect as growth, prosperity, smart, error-free and personalized production. On the other hand, when we the laws of capitalism are taken into account, we are entering a period that some countries who do not have smart technology, will lose. In this study, the effects of new direction of capitalism, Industry 4.0: Intelligent Production, will be examined critically.

Keywords: Industry 4.0, internationalization, competitiveness, division of labor and specialization

Jel Codes: O1, O3, F14

GİRİŞ

Kapitalizmin dünya geneline yayılma eğiliminin önemli aşaması olan Neo-liberal dönemde sermaye, küresel ölçekte mekansal sınırları hızla aşmaya ve her alanda uluslararasılaşmaya başlamıştır. Sermayenin dünya ölçeğinde bu hareketinin itici gücü olan ve aynı zamanda bunu olanaklı hale getiren ise ulaştırma, iletişim ve üretim alanlarına ait teknolojilerde yaşanan gelişmelerdir. Bu gelişmeler hem ülkelerin ve sermayelerin birbiriyle olan ilişkisini hem de emek gücü piyasasını niteliksel olarak etkilemiş ve dönüştürmüştür.

Teknoloji üzerinden ele alındığında dünya ölçeğinde oluşan yeni iş bölümü ve uzmanlaşma alanları karşımıza çıkar. Oluşan her yeni iş bölümü ve uzmanlaşma ise ülkelerin uluslararası ticaretini belirlemiştir. Başka bir ifadeyle, her ülke gelişmişlik düzeyine göre uzmanlaştığı alanlarda (ürün ve hizmetlerde) uluslararası ticarete yerini alır. Örneğin, kapitalist sanayileşme sürecine geç dahil olan ve az gelişmiş olarak tanımlanan geç kapitalistleşmiş ülkeler (GKÜ'ler) daha çok katma değeri düşük alanlarda uzmanlaşırken, sanayileşme sürecine erken başlayan gelişmiş, erken kapitalistleşen ülkelerin (EKÜ'ler) ise daha çok yüksek katma değerli ürünlerde uzmanlaştığı görülür.

Bu çalışmada sermaye birikimi, teknoloji, sermayenin uluslararasılaşması olguları arasındaki ilişkiye Endüstri 4.0: Akıllı Üretim Dönemi çerçevesinde bakılmaya çalışılacaktır. Amaç giriş niteliğinde ve bundan sonraki çalışmalara yol göstermesi bakımından, Endüstri 4.0 teknolojisinin ortaya çıkardığı/çıkarmakta olduğu yeni üretim organizasyonunun ve üretim yeriteknoloji ilişkisinin geçmişte ortaya koyulan yaklaşımların dışında bir gelişmeye doğru evrildiği gösterilmeye çalışılacaktır. Çalışmanın ilk bölümünde sermaye birikimi ile ortaya çıkan teknolojik gelişmelerin üretim organizasyonunda yaptığı etkiler bir dönemlendirme yapılarak gösterilmiş ve Sanayi Devrimi'nden bugüne

yaşanan endüstri evrelerinin bilgisi sunulmuştur. İkinci bölümde önce Endüstri 4.0'ın uluslararası ticarete yapacağı etkiler ele alınmış sonrasında bunun Türkiye'nin küresel değer zincirindeki konumuna etkisi incelenmiştir. Son bölümde ise Endüstri 4.0'ın çalışma kapsamında ele alınan olgulara etkileri üzerine bir değerlendirme yapılmıştır.

1. ENDÜSTRİDE YAŞANAN DEĞİŞİM-LERİN TARİHSEL DÖNEMLEN-DİRMESİ

Tarihsel süreç içinde, insanın doğayı kendi istek ve ihtiyaçlarına göre değiştirme ve dönüştürme çabasında basitten kompleks olanlara doğru üretim araçları kullanmıştır. Bu değişimin hızını belirleyen ise bilgi yani teknolojidir. Üretim araçlarında yaşanan değişimler 18.yy.da İngiltere'de ortaya çıkan Sanayi Devrimi sonrasında muazzam bir ivme kazanmıştır.¹ Sanayi Devrimi sonrası artık ülkelerin gelişmişlik göstergelerinin en önemli ölçütü sanayileşme düzeyleri olmuştur.² Sanayileşme en genel tanımıyla “insan ihtiyaçları”³ doğrultusunda doğanın dönüştürülmesidir. Sanayi Devrimi sonrası insanın doğaya olan bu yeni bakışı, tarım toplumundan farklılık gösterir. Çünkü doğa ile ilişkisi değişen insan, doğayı artık üretim sürecinin bir girdisi, hammadde, olarak görür. İşleyiş kabaca şöyledir: Sermaye sahibi elindeki belirli bir miktar para ile üretimi başlatmak için gerekli girdileri bir araya getirerek üretimi başlatır. Sonrasında doğadan aldığı bu hammaddeyi

¹ Değişimin hızı ve arkasındaki itici güç olan sermaye birikimine dair genel bir bilgi için bkz: (Aksoy, 2017)

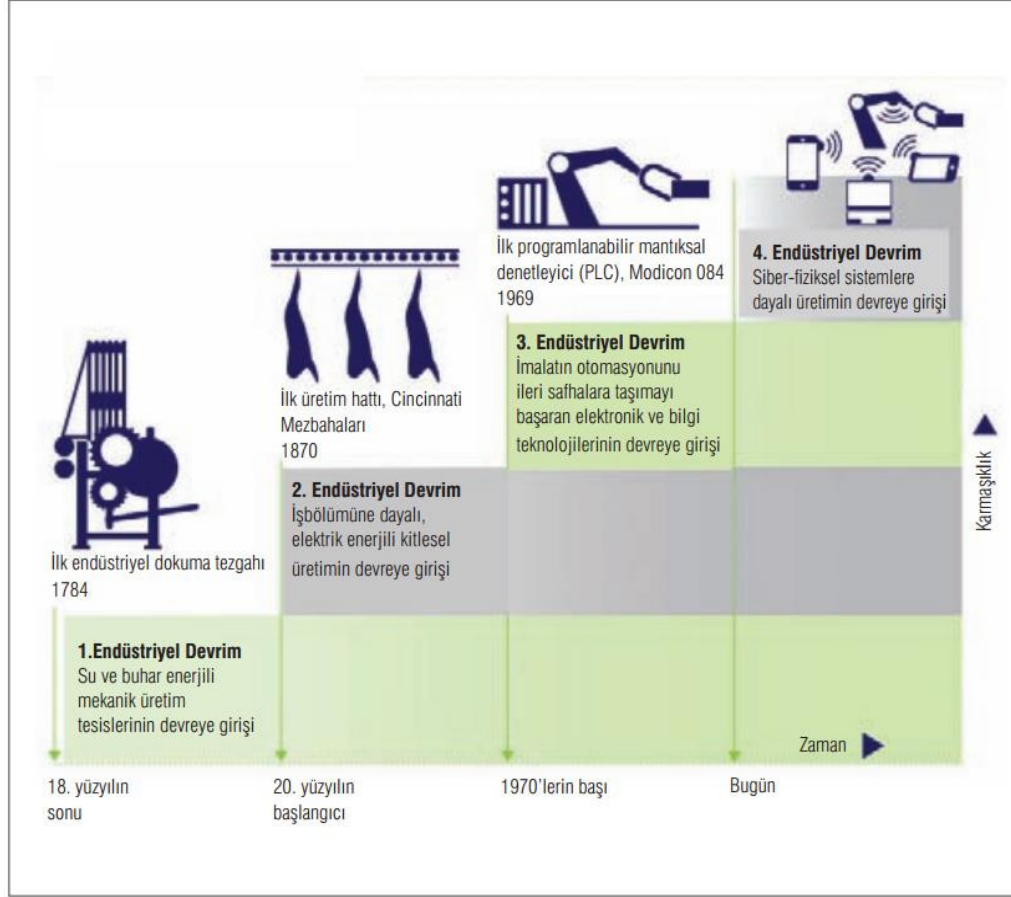
² Gelişme kavramına dair daha detaylı bilgi için bkz: (Türkay, 2009; Ercan, 2003).

³ İnsan ihtiyaçları ile kapitalist üretim tarzının zorunluluğundan doğan ihtiyaçlar karıştırılmamalıdır. Burada ikincisi kastedilmektedir. İnsan-doğa ilişkisi ve bu bağlamda sanayileşmenin daha detaylı tartışması için bkz: (Ercan, 2011).

makinelere, enerji ve emek gücü kullanılarak işleminden geçirir ve sonunda doğada bulunmayan yeni bir şey/ürün elde eder. Kapitalizmin işleyiş mantığına göre ise sermaye, ortaya çıkan bu ürünü/metayı piyasada satarak yeniden paraya ama başlangıçta yatırdığı paradan daha büyük bir paraya çevirir. Bu çalışmayla ilgili olarak üretim organizasyonunun işleyiş mantığına bakıldığında sermaye birikimi ve teknolojinin birlikteliği ile süreç muazzam bir dinamizm kazanır. *“Teknolojik gelişmeler rekabet koşullarında avantaj sağlamak isteyen kapitalistin girişimlerinin hem somut bir göstergesi hem de bir sonucu olarak değerlendirilebilir”*(Aksoy, 2016, s102). Dolayısıyla sermayenin yeni teknolojilere olan ihtiyacı bireysel bir tercih olarak değil de içinde bulunduğu kapitalist sistemin işleyiş mantığından kaynaklı ve sermayenin bireysel tercihinin dışında gelişen bir hareket olarak kabul edilmesi gerekir.⁴ Bu çalışmanın kapsamı gereği daha detaya inilemeyecektir sadece amaç üretim organizasyonunun içsel bağlantılarına ait bilginin okuyucuya aktararak, okuyucunun teknoloji meselesine daha bütünlükçü bakabilmesini sağlamaktır. Böylece endüstri alanında yaşanan değişimleri sadece teknik bir olgu olmaktan öte sermaye birikimi ile olan bağlantısına dair okuyucuyu bilgilendirmektir.

Aşağıdaki resimli grafik (Grafik 1), sermaye birikimi ile ortaya çıkan teknolojik gelişmelerin üretim organizasyonunda yaptığı etkileri bir dönemlendirme ile gösterir.

⁴ Sermaye birikiminin işleyişi ve teknolojiyle bağlantısının eleştirisinde faydalanılan kaynaklar: Marx,2011 ve 2012; Polanyi,2007; Başaran,2011; Çoban,2013

Grafik 1: Endüstri (D)Evrimleri⁵

Kaynak: <http://www.endustri40.com/endustri-tarihine-kisa-bir-yolculuk/>, 15.12.2016

⁵ Bu çalışmada 18yy sonlarında yaşanan sanayi devrimi milat kabul edilecektir. Sonrasında endüstride yaşanan değişimleri anlamak ve tanımlamak için ve ayrıca teknolojiye indirgeyen bir yaklaşımdan kaçmak için bir devrim olarak değil daha çok bir evrim olarak kabul edilmesinin daha doğru olacağını iddia eder. Bu bağlamda, Endüstri 4.0 kapitalist üretim tarzının içinde doğan ve bu sistem içinde kendine yer bulan ama bir önceki sanayileşme evrelerine göre önemli farklılıklar taşıyan yeni bir evre olarak ele alınmaktadır.

Grafik 1'e göre Endüstri 1.0, el zanaatları ve atölye tarzı işletmeciliğin yerini alan, enerji türü olarak insan ve hayvan gücü yerine, su ve buhar gücüyle çalışan mekanik tezgahların üretime sokulduğu bir üretim dönemini kapsar. Endüstri 2.0'da ise yeni enerji türü olan elektrik enerjisinin üretim alanına girmesi ile gerçekleşir. Bu dönemin sembolü fordist üretim tarzıdır. 1970'lerden itibaren kullanılmaya başlanan elektronik ve bilgi teknolojileri Endüstri 3.0'a geçişin altyapısını oluşturur. Bu dönemin en önemli özelliği üretimde ilk kez programlanabilir makineler kullanılması yani otomasyon sistemidir. 2000'li yıllara kadar süren (ve günümüzde yaygın olarak kullanımı devam eden) otomasyon sisteminin yerini şu an değişimine tanık olduğumuz Endüstri 4.0 almaktadır. Endüstri 4.0 nam-ı diğer "*akıllı üretim*" döneminde çip kullanımının ve internetin yaygınlaşması ile birlikte canlı ve cansız nesnelere iletişime ve etkileşime geçebildiği, sanal ve fiziksel sistemlerin birbirine entegre olduğu (siber fiziksel sistemler), üretimin dijitalleştiği, nesnelere interneti olarak da vurgulanan yeni üretim sistemini anlamalıyız.⁶

Dünya tarihinde genel kabul görmüş iki devrimden söz edilebilir, bunlar: Avcı-toplayıcı toplumdaki Neolitik döneme geçişi sağlayan Tarım Devrimi, bir diğeri ise uzun tarım dönemi sonrasında gerçekleşen Sanayi Devrimi'dir. Her iki devrimin ortak özelliği, çağ açıp çağ kapatmalarıdır. Grafik 1'de yer alan aşamaları devrim olarak kabul edilmeli midir? Eğer değerlendirme teknolojiyi merkeze alarak yapılıyorsa, devrim olarak kabul edilebilir. Ancak teknolojinin sebep mi sonuç mu olduğu durumlarda kişinin dünya görüşüne göre sebep ya da sonuç olarak değerlendirilebilir. Bu çalışmada teknolojinin kapitalist sanayileşmenin bir gerekliliği olarak kabul edilmektedir, yani sermaye birikiminde rekabet üstünlüğü

sağlamak bir nedense, teknoloji bunun bir sonucu olmaktadır. Sonuç olarak, yukarıdaki aşamalar bir devrim olarak değil ancak kapitalist sanayileşmenin yeni bir evresi olarak kabul edilebilir.

2. ENDÜSTRİ 4.0 DÖNEMİNDE ULUSLARARASI TİCARET TEORİLE-RİNE YENİDEN BAKMAK

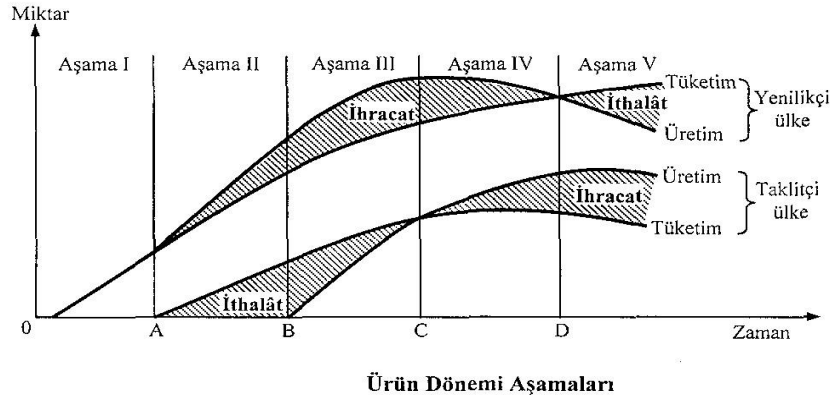
Teknoloji-büyüme ilişkisi ve bunun uluslararası ticaretle olan bağlantısına dair iktisat literatüründeki tartışmalar Adam Smith'ten başlayarak günümüze kadar önemini koruyarak süre gelmiştir. Bu bölümde Endüstri 4.0 dönemine özgü teknolojinin, sermayenin uluslararasılaşma sürecindeki (anaakım iktisatta küreselleşme olarak kavramsallaştırılmıştır) etkileri üzerinden Vernon'un Ürün Dönem Evreleri yaklaşımı özelinde yeniden ele alınacaktır. Sonra Endüstri 4.0 döneminde uluslararası ticareti neden yeniden ele almamız gerektiği tartışılacaktır. Bu bölümün alt başlığında ise Endüstri 4.0'ın Türkiye'nin küresel ölçekteki rekabet gücüne olası etkisi değerlendirilecektir.⁷

Vernon'un ürün dönemleri hipotezinin özeti ve temel görüşü, kapitalist sanayileşmeye erken başlayan gelişmiş ülkeler (yenilikçi ülkeler) yeni ürünler üzerinde uzmanlaşırken, geç sanayileşen diğer ülkeler (taklitçi ülkeler) ise piyasada uzun zamandır bulunan ürünlerde uzmanlaşırlar. Buna göre bir ürün yeni olma halinden eski ürün olma durumuna geçerken aynı zamanda üretimin mekanında da değişimler yaşanır, yani, ürünün üretim yeri yenilikçi ülkeden taklitçi ülkeye doğru kayar.

⁶ Endüstri 4.0'ın işleyişi ve daha teknik bilgiler için bkz: (Aksoy,2017; Schwab,2016; Egiad, 2017; endustri4.0.com)

⁷ Sermayenin uluslararasılaşma ile ilgili olarak daha fazla bilgi için bkz: (Palloix,1977; Oğuz,2006)

Grafik 2: Vernon'un Ürün Dönem Aşamaları



Kaynak:Seyidoğlu, 2003:84

Bu geçiş sürecini Vernon beş aşamadan oluşan ürün dönemleri hipotezinde şöyle gösterir: İlk aşamada ürün yenilikçi ülkede hala gelişme aşamasındadır ve sınırlı sayıda yapılan üretim iç piyasaya yöneliktir. Ayrıca üretim mekanı tüketim merkezlerine yakındır. Aşama 2'de, ürün olgunlaşmaya başlamıştır. İç piyasanın yanında ürünün ihracatına da başlanmış ve üretim miktarı artırılmıştır. Hala yenilikçi firma monopol konumdadır. Aşama 3'te, üretim teknolojisi standartlaşır ve daha karlı olduğu için firma yurt içinde ve yurt dışında teknolojinin lisansını vermeye başlar. Üretim standartlaşması ile birlikte firma bu ürün için artık daha fazla ar-ge yatırımına ihtiyaç duymaz ve üretimi emek gücünün daha ucuz olduğu alanlara doğru kaydırır. Böylece üretim daha az maliyetle gerçekleşmeye başlar. Aşama 4'te ürünün lisansını alan düşük maliyetli yeni üreticiler uluslararası piyasada yükselirken, yenilikçi ülkenin ihracat payı hızla azalır. Sonunda ürün ve üretim teknolojisi serbest mal halini alır. 5. ve son aşamada yenilikçi ülke bu ürünün üretiminden çekilir ve ithalatçı konumuna geçer. Yenilikçi ülke bu ürünün üretimini tamamen bıraktıktan sonra ürün dönem aşamaları tamamlanmış olur. Yenilikçi ülke yeni teknolojik buluşlar için ar-ge yatırımlarına odaklanır ve yeni bir

ürün dönem döngüsü yaratır (Vernon,1966:190-207).

Endüstri 4.0 döneminin üretim organizasyonunda meydana getirdiği ve getirmekte olduğu değişimlerden hareketle Vernon'un Ürün Dönem Aşamaları yaklaşımı özelinde uluslararası ticaret teorilerini yeniden ele almak gerekir. Çünkü yenilikçi ülkelerin üretim çevredekı taklitçi ülkelere kaydırma nedenlerinden en önemlisi olan ucuz ve bol olan emek gücü avantajı Endüstri 4.0 döneminde robotlar ile ortadan kalkmaya başlamıştır. Şöyle ki; küresel ölçekte Endüstri 4.0'a uygun otomasyon üretimine doğru yapılacak bir kaymanın küresel emek gücü piyasası için iki anlamı vardır: Birincisi, artık gelişmiş ülkelerde yakın zamanda düşük maliyetlerde üretimi gerçekleştirebilecekler. Dolayısıyla Üretim yeniden EKÜ'lere geri dönebilir. Örneğin Hollandalı Philips firması, Çin'deki üretimi yeniden Hollanda'ya getiriyor. Robot teknolojisi sayesinde üretimi daha ucuza getiren Philips, Çin'deki fabrikasına göre çok daha hızlı ve verimli bir şekilde üretimi gerçekleştirebiliyor. Birbirine çok yakın ve bir o kadar hızlı çalışan robotlar, kahve arası vermeden 3 vardiya ve 365 gün boyunca çalışıyorlar. Bu kadar yoğun ve hızlı çalışan robotların arasına bir cam

bardak koymayı denediğinizde, göreceksiniz ki, cam bardağı kırmadan üretimi gerçekleştirebilecekler. Sonuçta Philips'in robotlara emanet etmeye hazırlandığı fabrikası, aynı miktardaki üretimi Çin'de çalışan sayısının sadece onda biri kadar işçi ile gerçekleştiriyor (Markoff, 2012). Ya da Adidas'ın robotları kullanıma almasıyla birlikte yeniden Almanya'da üretime başlaması diğeri bir örnek olarak karşımıza çıkmaktadır (The Guardian, 2016). İkincisi, robot teknolojisinin üretimde kullanılmasının yaygınlaşması ile birlikte GKÜ'lerdeki çalışanların büyük bir kısmı işlerini kaybetme riski içine girecekler. Örneğin BM'nin Uluslararası Çalışma Teşkilatı'nın (ILO) hazırladığı rapora göre Endüstri 4.0 döneminin otomasyon üretimine geçiş ile birlikte başta Asya ülkeleri olmak üzere GKÜ'lerde çok büyük boyutlarda işten çıkarmaların gerçekleşeceği, işsizlik oranlarının artacağı belirtilmiştir (ILO, 2018; Santosa,2017).

“Birikim ve teknolojik gelişme, bir yandan kapitalizmde üretim güçlerinin gelişmesine yol açan

artığın ve kâr oranının azalmasına, yani birikime olanak veren kârın ortadan kalkmasına sebep olurken diğeri yandan da, yarattığı artık ile yeni teknolojilerin ve üretim araçlarının ortaya çıkmasını sağlayan işgücünün, üretim süreci dışında kalmasına, yani yedek işgücü ordusunun giderek artmasına yol açıyor.” (Akyüz, 1980:66)

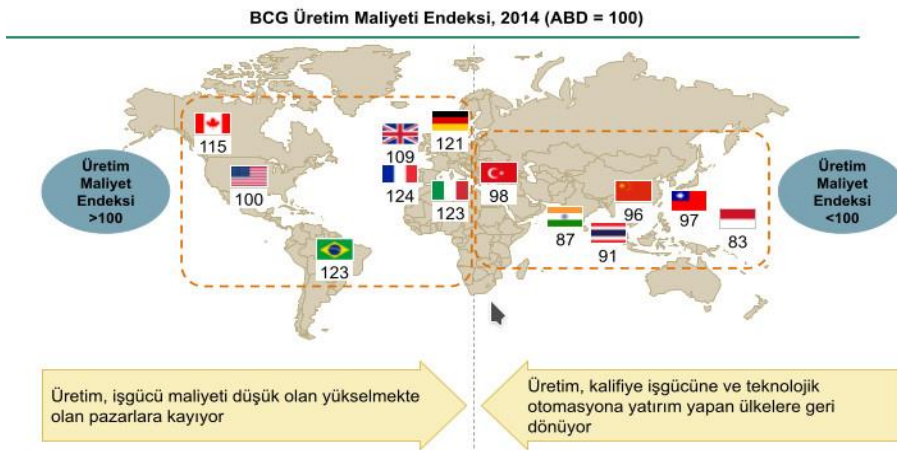
Akyüz'ün de belirttiği gibi üretimde kullanılan yeni teknolojilerin etki alanı genelde istihdam düzeyi ve kar oranı alanlarında görülmektedir. Dolayısıyla ILO gibi örgütlerin raporlarında belirttiği gibi, yeni teknolojinin sağladığı imkanlar ile emek gücü sermaye ile ikame edilmektedir ve bu durum kapitalizmin işleyiş mantığı ile örtüşmektedir.

2.1. Türkiye'nin Küresel Değer Zincirindeki Konumuna Olası Etkileri

Türkiye'de yaşanan dijital dönüşüme dair en kapsamlı araştırma TÜSİAD tarafından ABD'li The Boston Consulting Group ile ortak hazırladığı Türkiye Endüstri 4.0 raporunda karşımıza çıkar.

Şekil 1: Türkiye'nin Küresel Değer Zincirindeki Konumu

Türkiye lojistik avantajından ve düşük işgücü maliyetinden faydalanarak global değer zincirinde konumlanmaktadır



Not: Bu endeks sadece dört tane doğrudan gideri kapsamaktadır. Hammaddede giderleri ve makine ve araçların amortismanı gibi diğeri maliyetler açısından bir fark olmadığı varsayılmaktadır. Maliyet yapısı, bütün sanayilerde ağırlıklı ortalama olarak hesaplanmıştır.

Kaynak: ABD ekonomik verileri; ABD Çalışma İstatistikleri Birimi; ABD Ekonomik Analiz Birimi; ILO; Euromonitor international; Economist İstihbarat birimi; BCG'nin analizi

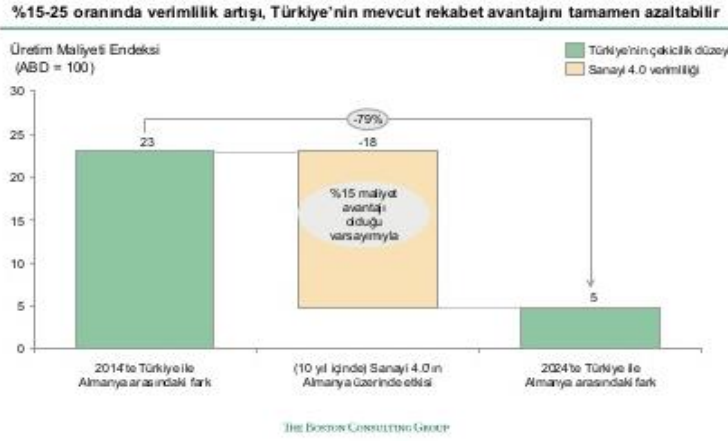
Kaynak: TÜSİAD, 2016:33

Rapor, Endüstri 4.0'ın olası etkisini daha spesifik bir örnekle Almanya ve Türkiye karşılaştırması yaparak göstermiştir. Şekil 2'de görüldüğü gibi 2014'te Türkiye 98 ortalama birim maliyetle üretimi gerçekleştirebilirken, Almanya 121 ortalama birim maliyetle üretimi gerçekleştirmektedir. Yani Türkiye'nin üretim maliyeti, Almanya'nın üretim maliyetinin %23 altındadır. Ancak

Almanya Endüstri 4.0'a uygun dijital dönüşümünü tamamlaması halinde, aşağıdaki Şekil 2'de de gösterildiği gibi, ortaya çıkacak potansiyellerle birlikte Türkiye, Almanya'ya kıyasla maliyet avantajının neredeyse tamamını kaybedecektir. Bu bağlamda, Endüstri 4.0 teknolojisi sermayeye üretimini yeniden kendi ülkesine (gelişmiş ülkelere) kaydırma fırsatı sunmaktadır.

Şekil 2: Almanya'nın Dijital Dönüşümünün Türkiye'ye Olası Etkisi

Almanya Sanayi 4.0 potansiyelini gerçekleştirirse, Türkiye Almanya'ya kıyasla maliyet avantajını kaybetme riskinde



Kaynak: TÜSİAD, 2016:36

Gerek uluslararası çalışma teşkilatı, gerekse BCG gibi uluslararası kurumlardan Endüstri 4.0'ın ülkelerin mevcut küresel rekabet gücüne yapacağı etki ile ilgili birçok rapor hazırlanmıştır. Bu raporların ortak özelliği gelişmekte olan ülkelerin küresel rekabette (başta ucuz emek gücünden kaynaklanan) mevcut konumlarının zayıflayacağı yönündedir. Bu bağlamda, GKÜ'ler küresel rekabet güçlerini korumayabilmeleri için Endüstri 4.0'a ayak uydurmaları zorunluluk olacaktır.

3. SONUÇ YERİNE

Endüstri 4.0 çok yeni ve değişim halinde olan bir olgudur ve bu çalışmada bu akıllı üretim ve dijital ekonomi döneminin gelecekte ortaya koyabileceği yönelim gösterilmeye çalışılmıştır. Buraya kadar anlatılanların özelinde iki tane ana sonuca varılmıştır. Birincisi uluslararası ticarete firmaların/ülkelerin rekabet gücünü belirleyen unsurlar ürün kalitesi ve üretim maliyeti olduğuna göre üretim sürecinde yapılan yenilikler firmaların rekabet gücünde belirleyici olacaktır. Dolayısıyla Endüstri 4.0 döneminde "akıllanamayan" üretici, firma ya da ulus-devlet kaybedecektir. Sınıf analizi dışarıda bırakılarak ortaya konan bu yaklaşım

sermayeye en az sayıda çalışan ile en verimli üretimi gerçekleştirme imkanı sunmaktadır. İkincisi, Endüstri 4.0 döneminin ortaya çıkarmakta olduğu yeni üretim organizasyonu uluslararası ticaret teorilerini yeniden ele almayı zorunlu kılar. Endüstri 4.0 döneminde üretimdeki robotlaşma arttırdıkça, sermaye yoğun üretime geçildikçe, sermaye rekabet gücünün korumak için Türkiye ya da Uzak Asya gibi GKÜ'lerde kalmasının koşulları değişmekte ve bu ülkeler sermaye için bir

cazibe merkezi olmaktan çıkmaktadır. Firmaların ulus ötesi yatırım kararlarında pazara yakınlık, hammaddeye yakınlık, sunulan teşvikler gibi birçok unsur etkili olmakla birlikte bu çalışmada bir ülkede emeğin ucuz ve bol olmasının sermaye için daha önemli olduğu varsayımından hareket edilmiştir. Dolayısıyla Endüstri 4.0 döneminde üretim mekanlarında kaymaların yaşanabileceğini ve üretimin yeniden yenilikçi ülkelere geri dönmesini görebiliriz.

KAYNAKÇA

1. AKSOY, S (2017). “Değişen Teknolojiler ve Endüstri 4.0: Endüstri 4.0'ı Anlamaya Dair Bir Giriş” katkı dergisi, 4:34-44,
2. AKSOY, S. (2016). Kapitalizmin Lokomotifi Demiryolları, İstanbul: SAV.
3. AKYÜZ, Y. (1980). Sermaye, Büyüme, Bölüşüm, Ankara Üniversitesi Siyasal Bilgiler Fakültesi Yayınları, No: 435.
4. BAŞARAN, F. (2011). “İletişim, Teknoloji ve Toplum İlişisine Dair Temel Yaklaşımlar”, Ankara Üniversitesi Açık Ders Malzemeleri,
5. ÇOBAN, S. (2013). “Teknolojik Determinizm Bağlamında Bilgi Toplumu Strateji Belgesinin İncelenmesi”, Akademik Bilişim 2013 Konferansına sunulmuş tebliğ, Antalya Üniversitesi: 23-25 Ocak, <http://ab.org.tr/ab13/bildiri/30.pdf>, 19.12.2016.
6. DİRLİK, A. (2007). “Teknolojik Determinizm ve Materyalist Tarih Anlayışı”, çev. Ö.Yakupoglu, Teori ve Politika, 44.
7. Endüstri4.0 Platformu. <http://www.endustri40.com/endustritari-hine-kisa-bir-yolculuk/>, 15.12.2016
8. EGİAD (2017). Akıllı Üretim Çağı: Sanayi 4.0. www.egiad.org.tr/akilli-uretim-cagi-sanayi-4-0/, 22.05.2017
9. ERCAN, F. (2011). Toplumlar ve Ekonomiler, İstanbul: Bağlam.
10. ERCAN, F. (2003). Modernizm, Kapitalizm ve Azgelişmişlik, İstanbul: Bağlam.
11. HARVEY, D. (2011). Sermayenin Mekanları, çev. B. Kıcıır vd., İstanbul: Sel.
12. MARKOFF, J. (2012). “skilled work, without worker!” NYtimes; 18.08.2012
13. MARX, K. (2012). Kapital II, çev. M. Selik, İstanbul: Yordam.
14. MARX, K. (2011). Kapital I, çev. M. Selik ve N. Satlıgan, İstanbul: Yordam.
15. OĞUZ, Ş. (2006). “Sermayenin Uluslararasılaşması Sürecinde Mekansal Farklılaşmalar ve Devletin Dönüşümü”, (Ed.) YILMAZ vd. Kapitalizmi Anlamak, Ankara: Dipnot
16. PALLOIX, C. (1977). The Self Expansion of Capital on a World Scale, Review of Radical Political Economics
17. POLANYİ, K. (2007). Büyük Dönüşüm, İstanbul: İletişim.
18. The Guardian (25.05.2016): Reboot: Adidas to make shoes in Germany again - but using robots

19. SANTOSO, S.(2017). “How can ASEAN nations unlock the benefits of the Fourth Industrial Reveluation?”, World Economic Forum,
20. SCHWAB, K. (2016), “The Fourth Industrial Revolution”,
21. SEYİDOĞLU, H. (2003), Uluslararası İktisat: Teori, Politika ve Uygulama, İstanbul: Güzem Can Yayınları
22. TÜRKAY, M. (2009). Sermaye Birikimi, Kalkınma, Azgelişmişlik: Türkiye ve Dünya Üzerine Notlar, İstanbul: SAV.
23. TÜSİAD (2016). Türkiye'nin Küresel Rekabetçiliği İçin Bir Gereklilik Olarak Sanayi 4.0: Gelişmekte Olan Ekonomi Perspektfi İstanbul:TÜSİAD-T.
24. Uluslararası Çalışma Örgütü. <https://www.ilo.org/global/topics/future-of-work/lang--en/index.htm>, 20.09.2018
25. VERNON, Raymond (1966) International Investment and International Trade In The Product Cycle. Quarterly Journal of Economics, 80(2), 190-207