

T.C.
İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
ÇALIŞMA EKONOMİSİ VE ENDÜSTRİ İLİŞKİLERİ
ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

SANAYİDE VERİMLİLİK TEMELLİ DÖNÜŞÜM:
İNSAN KAYNAĞI VE TOPLAM FAKTÖR
VERİMLİLİĞİ EKSENİNDE SAKARYA-
KOCAELİ İMALAT SANAYİSİNİN YAPISAL
ANALİZİ

Ezgi ÜNAL

2501171418

Dr. Öğr. Üyesi Hasan ŞENOCAK

İstanbul-2020

**“Bu çalışma İstanbul Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon
Birimi tarafından desteklenmiştir. Proje numarası: 33616”**



ÖZ

SANAYİDE VERİMLİLİK TEMELLİ DÖNÜŞÜM: İNSAN KAYNAĞI VE TOPLAM FAKTÖR VERİMLİLİĞİ EKSENİNDE SAKARYA-KOCAELİ İMALAT SANAYİSİNİN YAPISAL ANALİZİ

Ezgi ÜNAL

Teknolojik gelişmelerin ve yeni üretim tekniklerinin üretim artışı, verimlilik ve nihai olarak ekonomik büyüme üzerinde pozitif etkisi olduğu bilinmektedir. Bu sebeple farklı disiplinlerce uzun süreden beri üzerinde çalışılan bir konu hâline gelmiştir. Nitekim, IV. Sanayi Devriminin yaratacağı fırsatların anlaşılmasına yönelik literatürde özel bir çalışma alanı olduğu bilinmektedir. Bu kapsamda çalışmanın temel amacı, yeni sanayi devriminin işgücü piyasaları ve verimlilik üzerindeki etkisini analiz ederek söz konusu dönüşüm sürecinde ülkemiz imalat sanayisinin mevcut durumunu yorumlamaktır. Ayrıca, imalat sanayisinde yer alan işletmelerin toplam faktör verimliliği ekseninde analiz edilerek dijital dönüşümlerinin önündeki engellerin ve sorunların kanıt temelli yöntemlerle anlaşılması amaçlanmaktadır.

Bu amaç doğrultusunda, Kocaeli ve Sakarya illerinde yer alan 11.149 imalat sanayisi işletmesi araştırmanın evrenini oluşturmuş olup, evreni temsilen tahmindeki tolerans büyüklüğü 0,05; istenilen durumun evrende görülme oranı 0,5; Alpha yanılma düzeyi 0,09 ve $t=1.75$ değerleri alınarak örneklem değeri 282 olarak bulunmuştur. Örneklem değeri doğrultusunda işletmelerle yapılan anket ve veri analizi sonuçları ile araştırma bulgularının değerlendirilmesi sağlanmıştır.

Araştırmanın sonucunda; işletmelerin yeni sanayi devrimine nitelikli insan kaynağı yetersizliği, iç ve dış finansal kaynakların yetersizliği ve bölgede Ar-Ge faaliyetlerini destekleyecek yapının olmaması gibi çeşitli sebeplerle henüz hazır olmadığı; bölgede düşük kapasite kullanım ve düşük verimlilik sorunu olduğu bulunmuş; bölge işgücü piyasasında mavi yaka istihdamında %17,12 oranında bir daralma gerçekleşeceği ve dijital yetkinliklere sahip yeni işgücü ihtiyacı doğacağı bulunmuştur.

Son olarak, Ar-Ge faaliyetlerinin ve yeni teknolojilerin toplam faktör verimliliği ile ilişkili olduğu anlaşılarak bu anlamda bölgede işletmelerin inovasyon yatırımları konusunda desteklenmesi gerektiği sonuçlarına varılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Dijital Dönüşüm, Endüstri 4.0, İnsan Kaynakları, Verimlilik, Total Toplam Faktör Verimliliği, İmalat Sanayisi



ABSTRACT

PRODUCTIVITY BASED TRANSFORMATION IN INDUSTRY: STRUCTURAL ANALYSIS OF SAKARYA-KOCAELİ MANUFACTURING INDUSTRY IN TERMS OF HUMAN RESOURCE AND TOTAL FACTOR PRODUCTIVITY¹

Ezgi ÜNAL

As it is known that the technological developments and new production techniques have positive influences on production increase, productivity and finally economic growth, it has become a subject which has been studied for a long time. Thus, it is also understood that a special study field has been emerged in the literature with regard to comprehending the opportunities to be created by IV. Industrial Revolution. In this scope, the main aim of the study is to analyze the effects of the new industrial revolution on work force market and productivity and then to make comment about the current state of production industry of our country in the course of transformation process. Additionally, the aim is to make analysis on enterprises in terms of total factor productivity and to find out the obstacles and problems on the way to their dijital transformation through evidence-based methods. In this regard, the target population of the study is 11.149 production industry enterprises in Kocaeli and Sakarya cities. Sample size based on this values: tolerance size of the instruction is 0.05, the rate of visualization in the desired situation is 0,5, Alfa error level is 0.09 and $t = 1.75$. Thus, the sample value was founded to be 282.

The study findings have been assessed according to the questionnaires made with the enterprises and the results of the data analysis in parallel with the sample value. At the end of the study, the results have been achieved that the enterprises are not ready to the new industrial revolution due to some reasons such as the lack of qualified human resources, lack of internal and foreign financial resources and lack of structure which will support the Research and Development activities in the

¹ “This study was funded by Scientific Research Projects Coordination Unit of Istanbul University. Project Number: 33616”

region; experiencing low capacity usage and low productivity level problem; an economic constriction with the rate of 17,12% on the employment of blue-collar in regional workforce market and a new need of workforce will occur. In addition, the R&D activities and new technologies means have positive intercourse on total factor productivity and the enterprises in the region should be supported in respect of R&D investments.

Key Words: Dijital Transformation, Industry 4.0, Human Resources, Productivity, Total Factor Productivity, Manufacturing Industry



İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ.....	xvi
İÇİNDEKİLER.....	vii
TABLolar LİSTESİ.....	xi
ŞEKİL LİSTESİ.....	xii
KISALTMALAR.....	xv
ÖZET.....	iii
GİRİŞ	1

BİRİNCİ BÖLÜM

ENDÜSTRİ 4.0 KAVRAMI VE TEMEL YAKLAŞIMLAR

1.1. SANAYİNİN GELİŞİMİ VE ENDÜSTRİ 4.0 KAVRAMI.....	4
1.2. ENDÜSTRİ 4.0 ARAÇLARI VE ÜRETİM SÜREÇLERİNDE ETKİNLİĞİ.....	7
1.2.1. Eklemeli Üretim.....	11
1.2.2. Nesnelerin İnterneti	13
1.2.3. Otonom Robotlar.....	15
1.2.4. Simülasyon Modelleme (Benzetim Teknolojisi).....	18
1.2.5. Bulut Teknolojisi.....	20
1.2.6. Siber Güvenlik	21
1.2.7. Arttırılmış Gerçeklik.....	22
1.2.8. Yatay ve Dikey Yazılım Entegrasyonu.....	23
1.2.9. Büyük Veri Analizi.....	24
1.2.10. Nano Teknoloji.....	25
1.3. ENDÜSTRİ 4.0 VE MEVCUT YAKLAŞIMLAR	25
1.3.1. Endüstri 4.0 ve Düzenleyici Çerçeve Yaklaşımı.....	27
1.3.2. Endüstri 4.0 ve Verimlilik Yaklaşımı.....	29
1.3.3. Endüstri 4.0 ve Sürdürülebilirlik Yaklaşımı.....	34
1.3.4. Endüstri 4.0 ve İnovasyon Yaklaşımı.....	36
1.3.5. Endüstri 4.0 ve İşgücü İkamesi Yaklaşımı.....	41

1.4. DÜNYA'DA 4.0'IN MEVCUT DURUMU VE İŞGÜCÜ PİYASALARINA ETKİLERİ.....	42
1.4.1. Türkiye'de Dijital Dönüşümün Mevcut Durumu.....	45
1.4.2. Dijital Dönüşümün Dünya İşgücü Piyasalarına Etkisi.....	45

İKİNCİ BÖLÜM

İŞLETMELERDE VERİMLİLİK YÖNETİMİ

2.1. İŞLETMELERDE VERİMLİLİĞİN KAVRAMSAL VE KURAMSAL ÇERÇEVESİ.....	48
2.2.. İŞLETMELERDE VERİMLİLİĞİN ARTTIRILMASINDA MEVCUT YAKLAŞIMLAR.....	52
2.2.1. Teknolojik Gelişmelerin Verimlilik Üzerindeki Etkisi.....	52
2.2.2. Örgütsel Değişikliklerin Verimlilik Üzerindeki Etkisi.....	57
2.2.3. Çalışma Ortamında Yapılan Düzenlemelerin Verimlilik Üzerindeki Etkisi.....	58
2.3. İŞLETMELERDE VERİMLİLİK YÖNETİMİNİN BİLEŞENLERİ.....	61
2.3.1. Toplam Kalite Yönetimi Kavramı ve Verimlilik İle İlişkisi.....	61
2.3.1.1. Müşteri Odaklılık.....	65
2.3.1.1 Üst Yönetimin Desteği ve Eğitim.....	66
2.3.1.1 Katılımcılık ve Ekip Çalışması.....	67
2.3.1.1 Kaizen (Sürekli Gelişim).....	67
2.3.1.1 Tedarikçilerle İşbirliği.....	68
2.3.2. İnsan Kaynakları Yönetimi Kavramı ve Verimlilik İle İlişkisi.....	69
2.3.2.1. Esneklik Uygulamaları ve Verimlilik.....	70
2.3.2.2. Ücret Yönetimi ve Verimlilik.....	71
2.3.2.3. İşyeri Motivasyon Uygulamaları ve Verimlilik.....	72
2.3.2.4. Eğitim-Geliştirme Uygulamaları ve Verimlilik.....	73
2.4. İŞYERİNDE VERİMLİLİK ÖLÇÜMÜ VE MEVCUT MODELLER.....	73
2.4.1. Verimlilik Hesaplama Yöntemleri.....	74
2.4.1.1 Kısmi Verimlilik Kavramı.....	74
2.4.1.2. Toplam Faktör Verimliliği Kavramı.....	76
2.4.1.2.1. Malmquist Toplam Faktör Verimliliği Endeksi.....	77

2.4.1.2.2. Törnquist Toplam Faktör Verimliliği Endeksi.....	78
2.4.1.2.3. Fisher Toplam Faktör Verimliliği Endeksi.....	78

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

SAKARYA VE KOCAELİ ÖRNEKLERİ ÜZERİNDEN ENDÜSTRİ 4.0'IN İŞGÜCÜ VE VERİMLİLİK ÜZERİNDEKİ ETKİSİ

3.1. ARAŞTIRMANIN YÖNTEMİ	79
3.1.1. Araştırmanın Amacı, Örneklemi ve Hipotezleri.....	79
3.1.2. Araştırmanın Yöntemi, Veri Toplama ve Analiz Araçları.....	80
3.1.3. Araştırmanın Kapsamı ve Sınırları.....	80
3.1.4. Toplam Faktör Verimliliği Karar Birimlerinin Belirlenmesi ve Araştırma Modelinin Kurulması.....	81
3.2. ARAŞTIRMANIN BULGULARI.....	86
3.2.1. Araştırmaya Katılan İşletmelerin ve Anket Yanıtlayıcıların Profili...	86
3.2.1.1. İşletme Profili.....	86
3.2.1.2. Anket Yanıtlayıcı Profili.....	91
3.2.2. İşletmelerin Endüstri 4.0 Konusunda Mevcut Durumları.....	91
3.2.3. İşletmelerin Endüstri 4.0 Konusunda Stratejik Plana Sahip Olma Durumu.....	93
3.2.4. İşletmeleri Dijital Dönüşüm Konusunda Öncelikli İhtiyaçları.....	94
3.2.5. İşletmelerin İnsan Kaynakları Profili.....	95
3.2.6. İşletmelerde Dijital Dönüşüm Personeli İstihdamı ve Talep Edilen Yetkinlikler.....	97
3.2.7. İşletmelerin İnsan Kaynakları Uygulamaları.....	99
3.2.8. İşletmelerde İş Sağlığı ve Güvenliği Uygulamaları.....	101
3.2.9. İşletmelerin Çalışma Koşulları.....	103
3.2.10. İşletmelerin İşgücü Devir Oranı ve Yeni Personel İstihdamı.....	105
3.2.11. İşletmelerin Mevcut Üretim Biçimleri.....	110
3.2.11.1. Başka Bir İşletme İçin Fason Üretim Yapan İşyerleri.....	111
3.2.11.2. Kendileri İçin Fason Üretim Yaptıran İşyerleri.....	112
3.2.12. İhracat İlişkisi ve İhraç Edilen Ürün Grubu.....	113
3.2.13. İşletmelerde Kapasite Kullanım Oranı.....	115

3.2.14. İşletmelerde Yenilikçi Kapasite Göstergeleri.....	117
3.2.14.1. İşletmelerde Ar-Ge Departmanı Bulunma Durumu.....	117
3.2.14.2. İşletmelerde Ar-Ge Personeli Görev Tanımına Sahip İşgücü Bulunma Durumu.....	120
3.2.14.3. İşletmelerde Patent ve İyi Uygulama Tescili Sahipliği.....	121
3.2.15. İşletmelerin Mevcut Dijital Teknoloji Araçları.....	123
3.2.16. İşletmelerde Dijital Teknolojilerin Mevcut Kullanım Amaçları.....	124
3.2.17. İşletmelerde Dijital Teknolojilerin Gelecekte Kullanım Amaçları....	125
3.2.18. İşletmelerde Üretim Hattında Mevcut Girdilerin Oransal Dağılımı ile Gelecekte Olası Değişimi.....	127
3.2.19. İşletmelerde Toplam Faktör Verimliliği.....	129
3.2.20. Ar-Ge Faaliyetleri İle İşletme Verimliliği Arasındaki İlişki.....	131
3.2.21. Yeni Endüstriyel Araçlar İle İşletme Verimliliği Arasındaki İlişki.....	133
1.SONUÇ	134
2.KAYNAKLAR.....	145
3.EKLER.....	166

TABLÖLER LİSTESİ

Tablo 1. Klasik Yönetim Anlayışı ve Toplam Kalite Yönetimi Karşılaştırması.....	63
Tablo 2. Sakarya ve Kocaeli İmalat Sanayisinin Genel Görünümü.....	80
Tablo 3. Veri Zarflama Analizi Model Değişkenleri.....	85
Tablo 4. Sektör ve Ölçek Kırılımında Anket Yapılan İşletmelerin Dağılımı.....	88
Tablo 5. Anket Yanıtlayıcıların Görev Tanımına Göre Dağılımı.....	91
Tablo 6. İşletmelerde Endüstri 4.0'ın Mevcut Durumu.....	92
Tablo 7. İşletmelerde Stratejik Plana Sahip Olma Durumu.....	93
Tablo 8. İşletmelerin Dijital Dönüşüm İhtiyaçları.....	94
Tablo 9. İşletme İşgücü Profili Dağılımı.....	96
Tablo 10. Mavi Yaka İstihdamın İncelenmesi.....	96
Tablo 11. Diğer Personel Çalıştırma Durumu.....	97
Tablo 12. Dijital Dönüşüm Personel İstihdamı.....	98
Tablo 13. İşletmelerde İnsan Kaynakları Uygulamaları.....	100
Tablo 14. İşletmelerde İnsan Kaynakları Uygulamaları.....	100
Tablo 15. İşletmelerde İş Sağlığı ve Güvenliği Uygulamaları.....	102
Tablo 16. İşletmelerde Vardiya İle Çalışma Durumu.....	103
Tablo 17. Vardiya Sistemi ile Çalışma ve Kapasite Kullanım Oranı Arasındaki İlişki.....	104
Tablo 18. Vardiya Sistemi Kırılımında İşletmelerde Kapasite Kullanım Oranı.....	105
Tablo 19. İşgücü Devir Oranının Sektörel Dağılımı.....	108
Tablo 20. İşletme Kırılımında Zorunlu İşgücü Devir Oranı.....	109
Tablo 21. Yeni İstihdamın Vasıf Düzeyine Göre Dağılımı.....	110
Tablo 22. Başka Bir İşletme İçin Fason Üretim Yapan İşletmelerin Dağılımı.....	111-112
Tablo 23. Kendileri İçin Fason Üretim Yaptıran İşletmelerin Dağılımı.....	113
Tablo 24. İşletmelerde İhracat İlişkisine Yönelik Bulgular.....	114
Tablo 25. İşletmelerde Kapasite Kullanım Oranı Dağılımı.....	116
Tablo 26. İşletme Ölçeği ve Ar-Ge Departmanı Sahipliği İlişkisi.....	118

Tablo 27. İşletme Ölçeği Kırılımında Ar-Ge Departmanına Sahip Olma Durumu.....	119
Tablo 28. İşletme Ölçeği ve Ar-Ge Personeli Çalıştırma Arasındaki İlişki.....	120
Tablo 29. İşletme Ölçeği Kırılımında Ar-Ge Personeli İstihdam Etme Durumu.....	121
Tablo 30. İşletmelerde Ar-Ge Departmanı Bulunma ile Patent ve İyi Uygulama Tescili Arasındaki İlişki.....	122
Tablo 31. Ar-Ge Departmanı Kırılımında İşletmelerin Patent ve İyi Uygulama Tesciline Sahip Olma Durumu.....	123
Tablo 32. İşletmelerde Dijital Teknolojilerin Kullanım Sıklığı.....	124
Tablo 33. İşletmelerin Dijital Teknolojileri Kullanma Amacı.....	125
Tablo 34. İşletmelerin Gelecekte Dijital Teknolojileri Kullanma Tercihleri.....	126
Tablo 35. İşletmelerin Üretim Biçimleri ve Tahmini Değişim Oranları.....	128
Tablo 36. Veri Zarflama Analizi Kümelenmiş Sonuçlar.....	129
Tablo 37. İşletme Verimliliği ile Ar-Ge Departmanı Bulunma Arasındaki İlişki.....	131
Tablo 38. Ar-Ge Departmanı Kırılımı Varlığında İşletme Verimliliği.....	132
Tablo 39. İşletme Verimliliği ile Dijital Teknoloji Kullanımı Arasındaki İlişki...	133
Tablo 40. Dijital Teknoloji Kullanımı Kırılımında İşletme Verimliliği.....	133

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1 : Simülasyon Teknolojisinin Evrimi

Şekil 2 : Dijital Türkiye Bileşenleri

Şekil 3: Veri Altyapı Bileşenleri

Şekil 4 : Endüstri 4.0 ve Sürdürülebilirlik Çerçevesi

Şekil 5 : Sürdürülebilir Endüstri 4.0 İçin Potansiyel Çerçeve



KISALTMALAR LİSTESİ

3D : Three-Dimensional (Üç Boyutlu)

ANSI : American National Standards Institute (Amerikan Ulusal Standartlar Enstitüsü)

AB : Avrupa Birliği

A.B.D : Amerika Birleşik Devletleri

ARGE : Araştırma ve Geliştirme

B2B : Business to Business (Firmadan-Firmaya)

B2C : Business to Costumer (Firmadan-Tüketicie)

BCC : Banker, Charnes, Cooper Model

BİT : Bilgi İletişim Teknolojisi

CCR : Charnes, Cooper and Rhodes Model

ERP : Enterprise Resource Planning (Kurumsal Kaynak Planlama)

DESI : Digital Economy and Society Index (Dijital Ekonomi ve Toplum Endeksi)

GIS : Geographic Information System (Coğrafi Bilgi Sistemleri)

GSYH : Gayrisafi Yurtiçi Hasıla

ICT : Information and Communications Technology (Bilgi İletişim Teknolojileri)

IFR : International Federation of Robotics (Uluslararası Robotik Federasyonu)

IoA : Internet of Applications (Uygulamaların İnterneti)

IoC : Internet of Commerce (Ticari İlişkilerin İnterneti)

IoD : Internet of Documents (Belgelerin İnterneti)

IoP : Internet of People (Sosyal İlişkilerin İnterneti)

IoT : Internet of Things (Nesnelerin İnterneti)

ISO : International Organization for Standardization (Uluslararası Standart Organizasyonu)

İSG : İş Sağlığı ve Güvenliği

KOSGEB : Küçük ve Orta Ölçekli İşletmeleri Geliştirme ve Destekleme İdaresi Başkanlığı

KSS : Küçük Sanayi Sitesi

KVKK : Kişisel Verilerin Korunması Kanunu

M2M : Makineden Makineye İletişim

MÜSİAD : Müstakil Sanayici ve İş Adamları Derneği

NACE : Statistical Classification of Economic Activities In the European Community, (Avrupa Topluluğunda Ekonomik Faaliyetlerin İstatistikî Sınıflaması)

OCRA : The Occupational Repetitive Actions (Mesleki Tekrarlamalı Hareketler İndeksi)

OECD : Organisation for Economic Cooperation and Development (Ekonomik Kalkınma ve İşbirliği Örgütü)

OSB : Organize Sanayi Bölgesi

RFID : Radio Frequency Identification (Radyo Frekansı İle Tanımlama)

TİE : Teknoloji İnovasyon Endeksi

TOBB : Türkiye Odalar ve Borsalar Birliği

TR42 : Doğu Marmara Bölgesi

TR42-1 : Kocaeli

TR42-2 : Sakarya

TÜBİTAK : Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu

TÜSİAD : Türkiye Sanayici ve İş Adamları Derneği

VZA : Veri Zarflama Analizi

ÖNSÖZ

Uluslararası rekabetin ivme kazandığı günümüz ekonomilerinde verimlilik kavramı işletmeler ve büyüme teorisyenleri için önemli bir alan hâline gelmiştir. Nitekim, verimliliğin işletme düzeyinde sağladığı kâr marjı ile makro boyutta ulusal ekonomide sebep olduğu refah artışı kavramın popülerliğini arttırmıştır. Bu kapsamda ekonominin büyüme kaldıraçlarından kabul edilen imalat sanayisinde öncelikli olmak üzere verimliliği etkileyen faktörlerin anlaşılması özel bir çalışma alanı halini gelmiştir.

Verimlilik, başta teknoloji kullanımı olmak üzere makine randımanı, yönetsel uygulamalar ve işgücü niteliği gibi bir çok örgütsel faktörün etkisi altında bir alandır. Bu kapsamda imalat sanayisinde verimliliğin arttırılmasına yönelik IV. Sanayi Devrimi gerçekleşerek başta Almanya olmak üzere sanayi ülkelerinde dönüşümler yaşanmaya başlanmıştır. Söz konusu dönüşüm, ülkemiz imalat sanayisinde düşük verimliliğin giderilmesi ve ekonomik büyümenin hız kazanması için bir fırsat görülerek bu alanda çeşitli plan ve programlar hazırlanmaya başlanmıştır. Bu kapsamda, ülkemizde verimlilik temelli dijital dönüşümün sağlanmasında mevcut durum, olası tehdit ve fırsatları anlayarak dijital dönüşümün insan kaynağı ve toplam faktör verimliliği kavramları ekseninde analiz edilmesi bu çalışmanın amaç motivasyonunu oluşturmuştur. Söz konusu çalışma, imalat sanayisinin yoğun bir alan oluşturduğu TR42 bölgesinden Sakarya ve Kocaeli imalat sanayisi özelinde gerçekleştirilmiştir.

Tez çalışmasının içerdiği başlıkların bir kısmının mühendislik ve teknik bilimler literatürüne ait olması sebebiyle kavramsal ifadeleri kimi zaman anlamakta zorlandım. Bir sosyal bilim öğrencisi için hiçte tanıdık olmayan bu alanları en sade dil ile konuyla ilişkisini ele alarak anlamaya ve anlatmaya çalıştım. Umarım ifade etmek istediklerimi aktarabilmiş ve bir ihtimal gelecekte okuyacak olanlar için anlamlı kılabilmişimdir.

Bu kapsamda yürütülen tez çalışmasının başlangıcından, projelendirilmesine kadar ki tüm süreçte her zaman güler yüzle karşılayan, değerlendirmelerini esirgemeyen danışmanım Dr. Öğr. Üyesi Hasan Şenocak’a şükranlarımı sunuyorum. Tezin savunma sürecinde gösterdiği sabır için müteşekkirim.

Tez yazım sürecinde biçimsel özelliklerin doğru yapılmasında yardımlarını esirgemeyen iyi kalpli arkadaşım Rümeysa Çelik’e, tez yazım sürecinde kütüphanede geçirdiğim zamanlarda adeta mesai arkadaşı olmuş Öğr. Gör. Merve Bilen Demirkol’a ve sevgili arkadaşım Arş. Gör. Fazilet İrem Gür’e teşekkür ederim. Bir diğer teşekkürüm ise her zaman pozitif duruşu olan ve desteğini unutmayacağım hocam Arş. Gör. Çiğdem Uludağ Güler içindir.

Tezin yazım süreci muhakkak ki ders dönemlerinde öğrendiğim bilgilerden de beslendi. Bu kapsamda öğrencileri olmaktan çok mutlu olduğum başta Prof. Dr. Halil İbrahim Sarıoğlu olmak üzere Prof. Dr. Arif Yavuz hocalarıma teşekkür ederim. Yüksek lisans eğitimim süresince desteğini hiç esirgemeyen ve iyi temennileriyle yol gösteren hocam Dr. Öğr. Üyesi İlhan Doğan’a ise ayrıca teşekkür ederim.

Yoğun çalışma tempoları içerisinde araştırmaya ayırdıkları değerli vakitleri ve katkıları için Sakarya ve Kocaeli imalat sanayisinde yer alan işletme sahipleri ve yöneticilerine ankete gösterdikleri ilgi için müteşekkirim, bu katılım gerçekleşmeseydi çalışmam tamamlanamazdı. Tez çalışmamın saha araştırma sürecinde verdikleri maddi ve idari destek için ise üniversitemin Bilimsel Araştırma Projeleri birimine ve çalışanlarına teşekkür ediyorum.

Tez yazım sürecinde kimi zaman stres, yorgunluk ve mutluluk yaşadığımda buna en yakın şahit olan ise ailemdi. Verdikleri destek ve emekleri için canım annem Suna Ünal ve babam Dursun Ünal’a teşekkür ederim.

Ezgi ÜNAL
İstanbul, 2020

GİRİŞ

Dördüncü Sanayi Devrimi, siber fiziksel sistemler, nesnelerin interneti, büyük veri ve üç boyutlu yazıcı gibi farklı üretim enstürmanlarının verimlilik artışı, sürdürülebilirlik ve katma değerli ürün üretimi amaçlarıyla bir araya geldiği yeni bir teknolojik çağın adıdır. Yeni dönemin sosyo-ekonomik mevcut yapı üzerindeki muhtemel etkisi için ise literatürde iki farklı varsayım geliştirilmiştir. Bu varsayımların ilki, dijital dönüşümün işgücü piyasalarında bilişsel yetkinlikler içeren yeni istihdam alanlarını ortaya çıkartacağı düşüncesidir. Yeni istihdam alanlarından kasıt, henüz piyasada var olmayan ve dijital üretim araçlarını kullanabilen işgücü için tanımlanmıştır. Bu grup, ileri veri analizi yeteneği ile yapay zeka kullanımına hakim ve makine-insan etkileşimine cevap veren işgücü olarak tanımlanmaktadır. İkinci varsayım ise düşük vasıf gerektiren ve beden gücüne dayalı işlerde *-bilhassa mavi yaka istihdamı üzerinde-* piyasada daralma gerçekleşeceği beklentisidir. Bu varsayımın temel düşüncesi, işgücü piyasasında robotların ve otonom araçlarının rutin işleri gerçekleştiren işgücünü ikame edeceği vurgusudur. Böylece, Schumpeter tarafından, “yaratıcı yıkım” olarak adlandırılan sürecin yaşanacağı yeni dönemde “yeniliğe” cevap veremeyen “geleneksel” işletmelerin piyasalardan silineceği beklentisi oluşmuştur. Böylece, istihdamda meydana gelecek daralmanın sosyal yapı üzerinde yıkıcı etkileri olabileceği üzerinde durularak kavrama çekinceli yaklaşan görüşler oluşmuştur. Ancak, dijital dönüşümün literatürde hemfikir oluşturduğu görüş ise üretim süreçlerinde mutlak bir verimlilik artışı sağlayacağı düşüncesidir. Böylece, yaşanan verimlilik artışı sayesinde uzun dönemde ekonomilerde büyümeye sebep olması beklenmektedir.

Bu çalışmada, IV. Sanayi Devriminin Türkiye imalat sanayisinde mevcut durum ve olası etkilerini ‘kanıt temelli’ anlamak hedeflenmektedir. Veriye dayalı hazırlanan çalışma ile, Türkiye’nin endüstriyel dönüşüm sürecinin verimlilik temelli yürütülmesi için mevcut yapıyı anlamak amaç edinmiştir. Bu amaçla, kapsayıcı büyümenin hedeflendiği “toplam faktör verimliliği” temelli düşünce ile yorumlamalar yapılması amaçlanmaktadır. Bu kapsamda çalışmada, dört ölçek kırımında ve İktisadi Bölge Birimleri Sınıflandırması TR42-1 ve TR42-2 olmak

üzere iki alt kırılda olacak şekilde toplam 282 işletme ile anket görüşmesi yapılmıştır. Üç bölümden oluşturulmuş çalışmanın amacı, Endüstri 4.0 geçişinde Sakarya ve Kocaeli illeri özelinde imalat sanayisinin mevcut durumunu ‘verimlilik ekseninde’ anlamaktır.

Çalışmanın birinci bölümünde, sanayi devrimlerinin karakteristik özelliklerinden bahsedilerek giriş yapılmıştır. Birinci endüstri devriminden başlayarak her dönemin öne çıkan özelliklerine kısaca değinilerek; Endüstri 4.0’ın teorik çerçevesi ile dijital üretim araçlarının özellikleri verilmiştir. Yine bu bölümde, yeni sanayi devrimine yönelik oluşturulmuş mevcut yaklaşımlar ele alınmıştır. Son olarak bu bölümde, Dünyada ve Türkiye’de dördüncü sanayi devriminin mevcut durumuna yönelik bilgiler verilerek yeni istihdam biçimleri ile giriş mahiyetinde değerlendirme yapılmıştır.

Çalışmanın ikinci bölümünde, IV. Sanayi Devrimi’nin verimlilik kavramı ile ilişkisi anlaşılmaya çalışılmış bu kapsamda teknolojik gelişmelerin verimlilik üzerindeki etkisi incelenmiştir. Bu bölümde, işletmelerde verimliliğin bileşenleri toplam kalite yönetimi ve insan kaynakları yönetimi olmak üzere iki alt boyutta değerlendirilmiştir. Yine bu bölümde, verimliliğin farklı ölçüm yöntemleri hakkında teknik bilgiler de paylaşılması sağlanarak teorik altyapı oluşturulmaya çalışılmıştır. Ancak, ağırlıkla çalışmanın üçüncü bölümünde ele alınan “toplam faktör verimliliği” kavramı ön plana çıkartılmış, böylece alan araştırmasında kullanılan ekonometrik modelin özelliklerinin anlaşılması için zemin hazırlanmıştır.

Çalışmanın son bölümü ise Sakarya ve Kocaeli illerinde yer alan KOBİ’ler üzerine yapılan bir alan araştırmasına ayrılmıştır. Söz konusu illerin araştırma evreni seçilmesinin nedeni başta otomotiv ve makine imalat sanayisi olmak üzere ülkemiz sanayisinin önde gelen illeri olmasıdır. Bu bölümde, anket uygulaması yapılan alanın tanıtımı, araştırmanın yöntemi ve kapsamı ile araştırma kapsamında kurulan ekonometrik modelin özellikleri tanımlanmıştır.

Saha araştırması ile işletmelerin IV. Sanayi Devrimine hazır olma durumu, mevcut sorunları, işgücü kullanımı, verimlilik düzeyleri, yeni üretim araçlarının ve ar-ge faaliyetlerinin verimlilik ile ilişkisi anlaşılmaya çalışılmıştır. İşletmelerin

toplam faktör verimliliğini belirlemedeki amaç, etkin çalışmayan işletmelerin dağılımının tespit edilerek bölge imalat sanayisinin “bütüncül” yönden tanımlanmasıdır. Toplam faktör verimliliğinin tespit edilmesinde veri zarflama analizi kullanılmış, bu kapsamda ekonometrik modelin içerdiği girdi ve çıktı parametrelerinin anlaşılmasına yönelik anket soruları oluşturulmuştur.

Anket verilerinin analizinde Excel, SPSS ve MaxDEA gibi farklı analiz programları kullanılmıştır. Alan araştırmasında elde edilen veriler ile sınanan varsayımlar doğrultusunda yeni sanayi devriminin verimlilik temelli gerçekleştirilmesine yönelik yorumlamalar yapılmıştır. Tez, ulaşılan sonuçların ele alınıp değerlendirildiği sonuç bölümüyle tamamlanmıştır.

BİRİNCİ BÖLÜM

ENDÜSTRİ 4.0 KAVRAMI VE TEMEL YAKLAŞIMLAR

1.1. ENDÜSTRİ 4.0 KAVRAMI VE TARİHSEL SÜRECİ

Üretim araçlarının kullanımında meydana gelen gelişmelerin sanayinin verimliliğini, üretim ilişkilerini ve nihayetinde toplumsal yapıyı etkilediği bilinmektedir. Bu bağlamda kullanılan üretim araçları ve yönetimi ilkeleri ile günümüzde yeni sanayinin geldiği nokta için kronolojik olarak “4” temel dönemden bahsedilmektedir.

Tarihsel sürece bakıldığında 1784 yılında James Watt tarafından su ve buhar gücünün kullanılmaya başlanması ile sanayileşmenin güç kaynaklarında bir oluşuma gidilerek üretimde hız ve verimlilik artışı sağlanmıştır. Söz konusu dönemde işçiler aynı zamanda takım tezgahlarını kullanmaya başlamış bu durum yeni bir işçi sınıfının doğmasına sebep olmuştur (Stearns, 2012). Üretim süreçlerinde buhar gücünün ve takım tezgahlarının kullanılmaya başlanması ile birlikte ekonomik büyümenin hız kazanması sağlanmış ve yeni istihdam alanlarının oluşmasına yol açmıştır. Bu durum başta Almanya, İngiltere ve ABD olmak üzere ülkelerin ekonomik büyümelerinin hız kazanmasına sebep olmuştur.

İkinci sanayi devriminin, birinci sanayi devrimine kıyasla daha kompleks yapıda gerçekleştiğini söylemek mümkündür. Öyle ki, ikinci endüstri devriminde demir-çelik teknolojilerinin yanı sıra raylı sistemlerde ilerlemeler meydana gelmiştir. Yine bu dönemde, ampulün icadı gerçekleşmiş ve ulaşım teknolojilerinde ilerleme sağlanarak lojistik iyileşme sağlanmıştır. Tüm bu gelişmelerin yanında, endüstri ilişkilerinin önemli kavramlarından olan “işbölümü” anlayışının doğması ile birlikte endüstriyel ilerleme kaydedilmiştir. Dönemin temel değeri ise üretimde “elektriğin kullanımı” olarak atfedilmiştir (Mokyr ve Stortz, 2000:20).

Bu dönemde, üretim süreçlerinde Taylorizm olarak da adlandırılan bilimsel yönetim ilkeleri ile Henry Ford tarafından montaj hattı üzerinde yeni üretim teknikleri uygulanmıştır. Bu teknikler, “seri üretime” geçişin anahtarı olmuş ve endüstriyel üretimde sıçrama yaşanmıştır.

Üretim süreçlerinde bir sonraki sıçrama olarak adlandırılan üçüncü sanayi devrimi ise, fabrikaların altyapılarında otomasyon ve mikro elektronik teknolojisi ile transistörlerin ve endüstriyel araçların bilgisayar teknolojisi ile mikro düzeyde entegre kullanılmaya başlanmasıdır (German, 2015:15). Bu dönem, üretimde verimlilik artışının sürdürülebilirliğine odaklanan Altı Sigma, Kalite Çemberleri, Yalın Üretim gibi toplam kalite yönetimi yaklaşımlarının yoğun olarak uygulanmaya başlandığı bir dönem olup hâlihazırda dijital dönüşümün gerçekleştiği Almanya ve Amerika’ da bazı fabrika ve üretim tesislerindeki üretim planlama ve bütünsel sistem entegrasyonuna geçişin başlangıcı olarak kabul edilmektedir (German, 2015). Bilgi ekonomisi olarak da adlandırılan bu dönemde sınıf kavramına Peter Drucker tarafından “bilgi işçisi” tabiri eklenmiş, geleneksel emek-yoğun yöntemlere dayalı yapılan üretim süreçleri yerine “bilgi” ve “yaratıcı” düşünmenin hakim olduğu üretim süreçlerine geçilmiştir. Tüm bu süreçte, zamandan ve mekandan bağımsız “esnek” çalışma biçimleriyle çalışanların işgücü piyasasında emeğini sunduğu görülmüş ve buna bağlı olarak da farklı çalışma modelleri ortaya çıkmıştır. Bu dönemin karakteristik özelliği ise imalat sanayisinde vasıfsız ya da yarı vasıflı olarak bulunan “mavi yaka” işgücü yerine hizmetler sektöründe yoğunlaşan ‘beyaz-yaka’ sınıfın sayıca üstünlüğünün oluşmasıdır (Bozkurt, 2006:25). Yani bu dönemde, işgücü piyasalarında hizmet sektörü ağırlıklı istihdamın gerçekleştiği görülmüştür.

Yeni sanayi devrimine ortam hazırlayan sürece ve ihtiyaçlara bakıldığında ise araştırma ve geliştirme (Ar-Ge) harcamalarına yapılan yatırımların artması ile düşük karbon emisyonlu üretim ve etkin kaynak kullanımı süreçlerine geçilme ihtiyacının doğmasıdır. Öyle ki, üçüncü sanayi devrimi olarak adlandırılan çağda üretim ve tüketim kültürünün zirveye çıkması kaynak kullanımı sıkıntısına sebep olmuş bu doğrultuda üretim süreçlerinin çevresel sürdürülebilirlik standartlarına uygunluğunun sağlanması çeşitli programlarca hedeflenmiştir. Gerçekten de,

endüstri 4.0'ın sürdürülebilirlik yaklaşımı başlığında detaylı değinileceği bu bölümde, yeni endüstriyel devriminin kullandığı üretim araçlarının ve sistemlerinin etkin kaynak kullanımı yönüyle ve akıllı atık yönetimi sistemleri ile çevresel sürdürülebilirlik unsurlarını sağladığı görülmüştür. Dördüncü sanayi devriminin en temel özelliği ise “akıllı fabrikalarda” üretim süreçlerinin gerçekleştirilmesine dayanan ve yapay zeka merkezli otonom araçların üretim süreçlerinde yer aldığı bütünsel bir sistemin varlığıdır.

Endüstri 4.0 kavramı ilk olarak Almanya’ da Hannover fuarında lanse edilmiş olup günümüzde başta İngiltere, Danimarka ve Finlandiya olmak üzere endüstriyel gelişimini tamamlamış ülkelerde mevcut yatırımların yönlendirildiği bir alan haline gelmiştir. Kavramın başlangıcı siber fiziksel sistemlere dayalı üretim süreçlerine geçilmesi olarak kabul edilmiş olup (Kagermann vd., 2013:2) bunun yanında işletmelerde yatay ve dikey yönde sistemin dijital entegrasyonuna dayalı üretim ve yönetimin gerçekleştirilmesine atfeden yazarlarda bulunmaktadır (Cmjac vd., 2017:5).

Endüstri 4.0'ın temellendirildiği karakteristik özelliklerine bakıldığında literatürde ortak görüş birliği henüz oluşmamış olmasına karşın yatay ve dikey yazılım entegrasyonu, nesnelerin interneti ve bulut tabanlı teknolojiler, siber fiziksel sistemler, yeni iş modelleri, esnek imalat ve kümelenme kavramlarının başlıca öne çıktığı görülmektedir (Cmjac vd., 2017). IV. Sanayi Devrimi’ nin öne çıkan diğer özelliklerine bakıldığında ise, üretim araçlarının kendi aralarında sağlanan “sürekli veri akışı” ile iletişimde olmasıdır. Nesnelerin interneti (IoT) olarak adlandırılan sistem sayesinde söz konusu iletişimin kolaylıkla kurulduğu bu yapıda uçtan-uca tüm sistemin otomatik olarak yönetildiği akıllı fabrikaların kurulması sağlanmıştır. Tüm bu yapının, dördüncü sanayi devriminin karakteristik özelliklerini oluşturduğu bu anlamda yeni sanayi devriminin işletmelerde farklı değişimlere sebep olması nedeniyle yeni bir araştırma alanı haline gelmesine sebebiyet vermiştir. Bu kapsamda bu bölümde, kısaca endüstri 4.0' ın beş temel özelliğine değinilerek, yeni dijital çağın araçlarının yakından tanımlanması ve söz konusu araçların üretim süreçlerinde sağladığı etkinlik üzerinden değerlendirmeler yapılmaya çalışılacaktır.

1.2.ENDÜSTRİ 4.0 ARAÇLARI VE ÜRETİM SÜREÇLERİNDE ETKİNLİĞİ

Teknolojik gelişmeler, birinci sanayi devriminin başlangıcından günümüze üretimde verimliliğin arttırılmasında önemli rol oynamıştır. 18. yüzyılın sonunda hidroelektrik ve buhar gücünün piyasaya sürülmesi tarım toplumundan endüstriyel topluma geçişi beraberinde getirmiş, daha önceleri manuel olarak gerçekleştirilen üretimlerin, elektriğin imalat süreçlerinde kullanılması ile seri üretime geçişi de beraberinde getirmiştir. Tüm bu süreçte, eş zamanlı olarak demiryolu taşımacılığı ve lojistik faaliyetlerinin de hız kazanmasıyla kitlesel üretim süreçleri yeni sanayi düzleminde etkin olmuştur. Bununla birlikte takip eden yıllarda, başta bilgi teknolojileri ve mobil iletişim teknolojileri kullanımı ile yeni üretim tekniklerinin uygulanmaya başlanması ile yaşanan endüstriyel gelişmeler sanayi üretiminde sıçramaya sebebiyet vermiştir.

Yeni sanayi devrimi, ilk olarak Almanya’ da hükümetin finansal ve yönetsel desteği ile gerçekleşmiştir. Üretim süreçlerinde geleneksel yöntemlerinin kullanımı yerine otomasyon, bilgisayar tabanlı akıllı sistemler, robotik teknolojiler gibi inovasyon araçlarının kullanımı ile başlayan süreç başta Almanya ve İngiltere olmak üzere sanayileşmenin yoğun olduğu ülkelerde hızla yayılmıştır. Bu geçiş süreci, ülkemiz için de önemli görülerek ekonomik büyümenin istikrarı için fırsat görülmüştür.

Literatürde Endüstri 4.0, Dijital Dönüşüm, 4. Sanayi Devrimi ve Sanayi 4.0 gibi farklı isimler ile anılan söz konusu kavramın başlangıcı, siber-fiziksel sistemlere dayalı üretim süreçlerinin kullanılmaya başlanması olarak kabul edilmekte olup (Kagermann vd, 2013) üretim süreçlerinde verimliliğin ve sürdürülebilirliğin arttırılması açısından önemi literatürde farklı yazarlarca vurgulanmıştır (Nagy vd, 2018 ; David vd, 2018 ; Hsieh, 2018 ; Yuvaraj, 2019 ; Echt, 2019). Siber fiziksel sistemler, sensörler ve aktüatörler yardımıyla, insan, dijital ve sanal yapıyı ve diğer fiziksel sistemleri birbirine bağlayan ve bunlar arasındaki ilişkisi düzenleyen sistemler (Gorecky vd., 2014:12) olarak adlandırılan bu süreç sanayinin yeni devrimi olarak adlandırılmaktadır. Bu dönem, Nesnelerin

İnterneti (IoT), Büyük Veri (Big Data), Otonom Robotlar (Autonomous Robots) ve Eklemeli Üretim (Additive Manufacturing) gibi dijital teknoloji unsurlarının işletme süreçlerinde daha yoğun kullanılmasını da beraberinde getirmiştir. Endüstri 4.0 kavramı için literatürde ortak bir tanıma henüz ulaşılmadığı görülmüş, buna göre bazı yazarlarca “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 fabrikaları” olarak tanımlanırken (Doğru ve Meçik, 2018:5) bir başka tanıma göre ise “işletmelerin hammadde alımından başlayarak, ürünlerin üretilmesi, tüketiciye ulaştırılması gibi tüm aşamalarında yer alan işlemlerin dijital teknolojilerden faydalanarak iyileştirilmesi olarak ifade edilmiştir (Pamuk ve Soysal, 2018).

Dördüncü sanayi devriminin tıpkı diğer sanayi dönemleri gibi öne çıkan bazı karakteristik özellikleri bulunmaktadır. Bu özelliklerin literatürde **sayısallaştırma, optimizasyon ve üretimin özelleştirilmesi, insan-makine etkileşimi (HMI), katma değerli hizmetler ile otomatik veri değişimi ve iletişim** olarak atfedildiği görülmüştür (Lu, 2017). Bu bağlamda, dördüncü sanayi devriminde üretim süreçlerinin tasarımı bu beş temel özelliğin üzerine inşa edilmiştir (Goreceky vd., 2014:8). Dönemin temel karakteristiğini oluşturan bu “değerler” üretim miktarının arttırılması, sistemsel esnekleştirilme, kalite ve üretimde hız artışı sağlanması amaçları ile kullanılmaktadır (Farkas, 2018).

Söz konusu beş özelliğin yakından incelendiğinde ise; sayısallaştırma en genel tanımı ile herhangi bir verinin “0” ve “1” olarak belirli bir yapıya dönüştürülerek, kağıt tabanlı işlemlerin elektronik ortama aktarılması, belgelerin dağıtılması, postalanması, arşivlenmesi ve korunması gibi işlemlerin elektronik ortamda gerçekleştirilmesini sağlayan bir sistemin ürünü olarak tanımlanmıştır (Aydın, 2011:15). Dijital dönüşüm çalışmaları kapsamında hem imalat sanayisinde hem de hizmetler ve kamu sektöründe maliyet etkinlik” ve “işlem hızı” sağlanması amacıyla bu bağlamda “sayısallaştırma” odaklı sistemlerin kullanımının artması beklenmektedir. Bu durumda, literatürde yazılım ve telekomünikasyon teknolojisi sektörlerinin en fazla etkileneceği sektörler olacağı düşünülerek söz konusu sektörlerde büyüme olması beklendiği belirtilmiştir (Taha vd., 2017).

İnsan-makin-bilgisayar etkileşimi ise bilgisayar teknolojisinin tasarımına ve özellikle insanlar (kullanıcılar) ve bilgisayar/makine arasındaki etkileşime odaklanan çok disiplinli bir çalışma alanıdır. İnsan makine etkileşimi bilgisayar bilimleri olduğu kadar işgücü verimliliğinin de bir unsuru olarak sosyal bilimler için önemli bir çalışma alanı hâline gelmiştir. Öyle ki, verimlilikte en önemli etken işletme içindeki makinelerin işçilere göre ayarlanarak üretim sürecinin işçilere uyum sağlamasıdır (Zaim, 1997). Aksi hâlde, işçinin üretim sürecinde verimliliği olumsuz etkilenecek olup gerek işçinin süreç içerisinde yıpranması gerekse üretim sürecinin aksaması kaçınılmaz olacaktır. İnsan-makine etkileşimi kapsamında siber-fiziksel üretim sistemlerinde en esnek varlık olarak işçiler bulunacak olup, üretim stratejilerinin doğrulanması, stratejik karar verme ve esnek sorun çözücü gibi konumlarda işçilerin konumlandırılması kapsamında insan-bilgisayar etkileşimine yönelik çalışmalara işletmelerin eğilmeleri gerekmektedir.

Endüstri 4.0' ın bir diğer bileşeni olan optimizasyon ve üretimin özelleştirilmesi ise, üretim sürecinde elde edilen ürünlerin piyasadaki rekabet avantajını arttırmak ve tüketici içgörüsüne dayalı müşteri ilişkilerinin düzenlenmesinde anahtar olup “müşteriye özel tasarlanmış” ürün ve hizmetler olarak kısaca tanımlanabilmektedir. Bu anlamda rekabet edilebilirliğin yeni yaklaşımlarından birisi de piyasaya “özelleştirilmiş ürünler” (Barutçu, 2007) ve “özelleştirilmiş hizmetler” tedarik etmektir. Söz konusu yaklaşımın kullanıcılarından birisi de Dünya' nın en büyük otomobil üreticilerinden Ford şirketi olup, tüketicilerine özel kişiselleştirilmiş otomobiller sunmakta ve tüm araç imalat sürecini tüketicinin ihtiyaç ve tercihlerine göre özelleştirmektedir (Barutçu, 2007).

Bir diğer unsur olan katma değerli hizmetler ise, rekabet gücünün önemli unsurlarını oluşturan verimlilik, üretkenlik, esneklik, sıfır hataya dayalı üretim ve piyasaya duyarlık gibi üretim tarzlarını temel alan yaklaşım olup, imalat sanayisinde özellikle uluslararası çapta rekabet avantajının sağlanabilmesi için bölgesel kümelenme ağları, bölgesel kurumlar ve kamu ve özel sektör finansman hizmetleri oluşturulması (Ridgway vd.' den aktaran Bağcı, 2018) hedefiyle bir çok ülkede uygulanan bir yaklaşımdır. Söz konusu yaklaşım imalat süreçlerinin iyileştirilmesi için önemli bir fırsat görülerek bölgesel, sektörel ve hatta ulusal çapta politikaların oluşturulması için bir planlama ve stratejik yönetim konusu hâline gelmiştir.

Endüstri 4.0' ın son unsuru olan otomatik veri değişimi ve iletişimi ise, siber fiziksel sistemlerin temelinde yer alan ve makine-bilgisayar-insan arasındaki iletişimin sayısallaştırılmış kodlarla kendiliğinden kurulduğu, böylece sürecin kendi arasında “otomatik” olarak gerçekleştirmesini sağlayan bir üretim ve yönetim unsurudur. Veri odaklı iş modellerine dayanan söz konusu kavram, tüketicilerin (B2C) ve dijital ortamdaki kullanıcıların (B2B) davranışlarını dikkate alarak analiz yapması ve kişiye özel fırsatlar ya da spesifik bakım teklifleri sunması (Soylu, 2018) gibi yöntemlerle tutundurma ve yeni müşteri kazanma gibi stratejiler için kullanılabileceği gibi makine-makine arasındaki ilişkiyi yönetmek için de kullanılabilecek bir kavram olarak karşımıza çıkmaktadır. Öyle ki, makineden makineye iletişim kısaca fiziksel, kimyasal, biyolojik sistem ve süreçlerin kendi arasında ve insan (kullanıcı) ve makinelerin uzak noktadan etkileşimini iletişim, bilgisayar ve güç teknolojilerini bir araya getirerek sağlayan bir bilişim ve iletişim teknolojisi ürünü olup uzun vadede birçok yeni otomasyon servisi yaratması beklenmektedir (Yiğitbaşı, 2011). Söz konusu kavram, sensör ve füzyon teknolojisi, otonom sistemler, akıllı haberleşme ve navigasyon teknolojileri ile bulut bilişim ve veri analizi gibi enstrümanların bir arada kullanıldığı bütünleşik bir sistem olması sebebiyle endüstri 4.0' ın “sistemselsel olarak” yapılandırıldığı bir sürecin ürünü olarak karşımıza çıkmaktadır. Kendi kendini yöneten akıllı fabrikaların kurulmasında ve işletilmesinde işe yarayacak bu sistem, üretimde işgücünün yalnızca makinelerin işleyişini yönettiği bir konumda olmasına neden olacak olup mevcutta; makine kontrolünde, izleme ve değerlendirme gibi süreçlerde yer alan işgücünün –bilhassa mavi yaka- üretim süreçlerinden uzaklaşmasına bu anlamda işsizliğe neden olabilecek bir unsur olarak da karşımıza çıkmaktadır. İşletme verimliliğinde bilhassa zaman odaklı üretimin artırılmasına olanak verecek söz konusu kavramın bu anlamda işgücü piyasalarında işsizliğe sebep olmaması için işletme özelinde mavi yaka işçinin ikinci bölümde detaylandırılacak olan yatay ve dikey esneklik gibi insan kaynakları uygulamaları ile desteklenerek işletmelerin farklı bölümlerinde değerlendirilmesi hem işgücü bağlılığını arttıracak olup uzun dönemde işgücü piyasasında işsizliğin sebebiyet vereceği kaos ve piyasa dengesizliğini önleyebilecektir.

1.2.1. Eklemeli Üretim (Üç Boyutlu Yazıcılar)

Üç boyutlu ürünler en genel tanımıyla bilgisayar ortamında tasarlanmış üç boyutlu sanal ürünlerin özel yazıcılar aracılığıyla “katı formda” basılması işlemidir. Plastik, metal ve seramik gibi çeşitli maddelerin kullanımı ile tasarlanan ürünlerin kopyasını hazırlayabilen bu yazıcıların çalışma prensibi tasarlanmış nesnelerin sanal ortamda katmanlara bölünmesi ve her katmanın birbiri üzerine eklenmesi olarak çalışmakta olup (Çalışkan, 2015) bu kapsamda söz konusu üretim metodolojisi literatürde eklemeli ya da katmanlı üretim (additive manufacturing) gibi isimlerle de anıldığı görülmektedir.

Eklemeli üretimde, veri tabanlarından alınan tasarım verilerinin katmanlı bir şekilde üretimi söz konusu olup, işgücü ve kalıp kullanımı gibi unsurlara ihtiyaç duymaksızın “hatasız” bir biçimde üretim süreçlerini gerçekleştirilmektedir. Söz konusu yazıcıların bir diğer önemli avantajı ise geometrik olarak kompleks yapıdaki bileşenleri kalıplama, dökümler ve değiştirme gibi maliyetler bulunmaksızın esnek bir şekilde üretebilme yeteneğidir.

Geleneksel döküm ve kalıplama gibi işlemlerde başlangıç maliyetinin yüksek yatırım gerektirmesi ve kurulum süresinin uzunluğu nedeniyle özellikle kısa zamanlı ve düşük hacimli üretimler için eklemeli üretim sistemleri parça maliyetini daha düşük (cost-efficiency) oranda sağladığından literatürde önerilen bir yöntem olmuştur (Oppon vd., 2018). Bu durum, üretimde “işgücünün” neden olduğu maliyetler ile üretimde yaşanan “fire oranından” işletmelerin kurtulmasına olanak sağlamakta bu anlamda işletme verimliliğini arttırmaktadır. Eklemeli üretim yönteminin kullanımının işletmeler için var olan avantajları yanında, sınırlarına dikkat çeken çalışmalarda literatürde bulunmaktadır. Öyle ki, eklemeli üretim araçlarının sınırlı yapı malzeme paletine sahip olması (Goodridge, 2012), işlem hızının yavaş olması ve üretilen ürünlerin yüzey kalitesinin pürüzlü olması (Ruffo ve Hague, 2007) gibi sorunsallar nedeniyle kullanımının sınırlı olabileceği de bazı yazarlarca bahsedilmiştir.

Türkiye’de eklemeli üretim metodolojilerinin kullanımı henüz başlamış olup, imalat sanayisinde üç boyutlu yazıcıların farkındalığına yönelik yakın zamanda yapılan bir

araştırmanın (Türkiye Verimlilik Gelişim Haritası, 2018) bulgularına göre imalat sanayisinde eklemeli üretim yöntemlerinin kullanımının farkındalığı en yüksek sektör olarak bilgisayarların, elektronik ve optik ürünlerin imalatında iken (%73) en az farkındalığın Gıda Ürünleri İmalatı ürünleri imalatı sektöründe olduğu anlaşılmış (%28) ancak 3D yazıcıların üretim süreçlerinde algılanan etkisi en fazla %14' de sınırlı kalarak henüz önemli bir teknolojik yenilik olarak algılanmadığı görülmüştür. Oysa ki, başta işgücü ikamesi ve maliyet etkinliği yanında, kompleks tasarım ürünlerinin üretimini kolaylıkla sağlaması, kalıp ve döküm yatırımlarından işletmeleri kurtarması yönüyle eklemeli üretim işletmeler için önemli bir üretim aracı olma özelliği taşımaktadır.

Üç boyutlu yazıcıların üretim süreçlerinde sağlayacağı bir diğer önemli özellik ise, minimum maliyet ile yoğun siparişlere cevap verebilecek nitelikte üretim yapabilecek kapasiteye sahip olması olup literatüre üretici (producer) ve tüketici (consumer) kelimelerinin birleşimi olarak geçen “üretüketici”² ilişkilerine sebep olacak bir üretim aracı olarak görülmesidir (Rifkin, 2015). Buna göre, 3D yazıcıların gündeme gelmesiyle hali hazırda kendi enerjilerini üreten çevreci gruplar bu yazıcılar sayesinde sürdürülebilir bir üretim sistemi oluşturabilir ve bireysel ihtiyaçlarını karşılamanın yanında, üretim fazlalarını pazarlayarak hem üretici hem de tüketici konumuna geçilebilecek ve bu durumun sıfıra yakın marjinal maliyet kapsamında kapitalizmi de yeniden şekillendirerek, kapitalist sistemin minimum maliyet maksimum kar elde etme prensibinin yerine işbirliği içindeki üretüketicilerin ekonomik sistemin yeniden yapılanmasına neden olabileceği öngörülmektedir (Bulut ve Akçacı, 2017). Bu kapsamda eklemeli üretim sistemleri işletme bazında işgücü ikamesi yerine kullanılabilmesi gibi, kalıplama ve dökümleme gibi işlerin daha düşük maliyetle yürütülmesi ve kompleks yapıya sahip ürünlerde fire oranının azaltılması gibi yönleriyle üretimde verimlilik artışı ve maliyet etkinliği sağlayabileceği gibi üretüketici ilişkileri yönüyle ekosistemsel olarak da değişikliklere sebebiyet verebilecek bir sistemin ürünü olarak öne çıkmaktadır.

² Üretüketici: ‘Tüketim için üretim olarak’ isimlendirilmekte olup tükettiği bazı ürün ve hizmetleri bireyin ya da markanın kendisinin ürettiği yaklaşımdır.

1.2.2. Nesnelerin İnterneti (IoT)

Nesnelerin interneti ilk kez 1999 yılında Ashton tarafından kullanılan bir kavram olup en genel tanımıyla iş süreçlerinde fiziksel yapıların internete bağlanması olarak tanımlanmaktadır. Bir başka tanıma göre ise nesnelerin interneti fiziki bir varlığı olan canlı cansız her nesnenin veri ağlarıyla bağlantılı olduğu iletişim ağı olarak tanımlanmaktadır (Erturan ve Ergin, 2017). Bu bağlamda nesnelerin interneti, fiziksel nesnelerin arasında bilgi aktarımı sağlaması ve cihazların birbiri ile adeta “konuşmasına” altyapı hazırlayan bir sistem olması sebebiyle yeni dijital dönüşümün anahtarlarından olan “birlikte çalışabilirliğin” temel unsuru olarak öne çıkmaktadır. Söz konusu teknoloji, nesneden-nesneye bağlantı sağlayabileceği gibi insandan-nesneye ya da insandan-insana bağlantı sağlayabilmektedir (Morgan, 2014). Bu bağlamda çevresindeki diğer her şey ile bağlantı kurabilen söz konusu teknoloji iş süreçlerinde mevcut sistemlerin ve tüm organizasyonun bir ağda bağlanabildiği kapsayıcı bir sistemin ürünü olarak öne çıkmaktadır. Nesnelerin internetinin bileşenlerine bakıldığında ise;

- Nesneler,
- Nesneleri birbirine bağlayan iletişim ağları,
- Nesneler arası veri akışının gerçekleştiği bilgisayar sistemleri

olmak üzere üç ana bileşenden oluştuğu görülmektedir (Oral ve Çakır, 2017). Ancak, bu teknoloji entegre bir sistem olma özelliği taşımakta olup bu kapsamda iletişim sağlama işlevini yerine getirebilmesi için dijital dönüşümün diğer enstrümanlarına da ihtiyaç duymaktadır. Bunlar, radyo frekansı ile tanımlama (rfid), kablosuz sensörler (wsn), ara yazılım, bulut bilişim ve nesnelerin interneti uygulama yazılımları olup nesnelerin interneti sisteminin kurulabilmesi için öncelikle söz konusu teknolojik altyapının tam olarak sağlanması gerekmektedir (Alan vd., 2018). Bu bağlamda, entegre çalışan bir sistem olması sebebiyle farklı yatırımlara da ihtiyaç duyulan maliyetli bir teknoloji olduğunu söylemek mümkündür. Bir diğer ismi olan makineden makineye iletişim (M2M) olarak da adlandırılan söz konusu kavram, sim kart takılarak akıllı hale gelen makinaların

tasarruf sağlama, fiziki güvenlik, saha kontrolü ve verimlilik artışıyla ülke ekonomisine katkı sağladığı bu bağlamda gelecekte, mevcut her beş sim karttan birinin M2M kart olacağı tahmin edilmektedir (Aktaş vd., 2016).

Nesnelerin interneti kavramının tarihsel gelişimine bakıldığında ise internetin kullanıcılar tarafından kullanılma amacına göre şekillenmiş beş temel dönem üzerinden değerlendirme yapıldığı görülmektedir (Gokhale vd., 2018) Buna göre, e-kütüphane ve web tabanlı dökümanların bulunduğu ve “belgelerin interneti” (The Internet of Documents-IoD) olarak adlandırılan süreçten sırasıyla e-ticaret ve bankacılık gibi sanal ticari faaliyetlerin özelinde kullanılmaya başlanan ticari ilişkilerin interneti (The Internet of Commerce-IoC), web 2.0 uygulamalarının yoğunlaştığı “uygulamaların interneti” (The Internet of Applications- IoA), başlangıçta sosyal ilişkilerin sürdürülmesi için tasarlanmış olup zamanla medya ve pazarlama faaliyetlerinde de kullanılan sosyal medya platformlarının kullanılmaya başlandığı “sosyal ilişkilerin interneti” (The Internet of People-IoP) ve nihai aşamada endüstri 4.0’ ın literatürde en önemli bileşenlerden biri olarak kabul edilen ve makine ve diğer fiziksel ekipmanların bilgisayar ortamında web tabanlı yönetildiği “nesnelerin internetine” (The Internet of Things-IoT) uzanan bir süreç geçirdiği görülmüştür.

Nesnelerin internetinin üretim süreçlerinde kullanımına yönelik uygulamalara bakıldığında tıpkı eklemeli üretim sistemleri gibi “sürdürülebilirlik”, “verimlilik” ve “maliyet etkinlik” gibi farklı iyileştirmelere neden olduğu görülmektedir. Öyle ki, geleneksel yöntemlerle karşılaştırıldığında Gıda Ürünleri İmalatı endüstrisinin yeşil kalkınmasında nesnelerin interneti teknolojisinin uygulanması, operatör sayısını ve insan gücünün maliyetini büyük ölçüde azaltarak, yeşil Gıda Ürünleri İmalatı sertifikasyonu, paketleme, nakliye süreci, depolama kabulü, literatür-kütüphane-araştırmaları, envanter kontrolü ve dağıtım merkezi yönetimi gibi süreçleri yönetimde kullanılabilmekte ve Çin’ de Gıda Ürünleri İmalatı endüstrisinde işletmelerin tedarik zincirinin genel performansını ve bilgi değişimini etkin bir biçimde destekleyerek yeşil kalkınmayı destekleyeceği belirtilmiştir (Zhang vd., 2018). Yine akıllı şehir araştırmaları kapsamında nesnelerin interneti tabanlı kurulan kamu binalarının enerji verimliliği sağlayarak çevresel sürdürülebilirliği

desteklediği üzerine çalışmalar bulunmaktadır (GhaffarianHoseini vd., 2013 ; Pocero vd., 2017). Bu bağlamda söz konusu teknolojinin gerek işletme gerekse toplumsal refahın iyileştirilmesinde önemli bir teknoloji ürünü olduğunu söylemek mümkündür.

1.2.3. Otonom Robotlar

Otonom robotlar, günümüz yeni dijital dönüşümü ile çok daha yoğun bir teknolojinin parçası olarak gün yüzüne çıkmış olup, standart robot teriminin aksine daha akıllı, çevresiyle etkileşimi yüksek bir kavramı ifade etmek için kullanılmaktadır. Söz konusu teknoloji, Uluslararası Robot Birliği'nin tanımına göre otomatik olarak kontrol edilebilen ve en az üç işleve sahip araçlar olarak tanımlanmış olup (Kaivo-oja, 2019) dijital dönüşüm aşamasında karşımıza çıkan otonom robotların başlangıcı olarak kabul edilmektedir. Otonom robotlar en genel tanımıyla, yapay zeka tarafından yönetilen robotik sistemlerin tıpkı insanlar gibi karar verme ve etkileşime girme gibi becerilerle donatılarak üretim süreçlerinde kendi kendini idame ettirebilen gelişmiş teknoloji ürünleri olarak ifade edilmektedir.

Otonom robotların yarattığı değer önerisinin ise, Dünya' nın en büyük teknoloji üreticisi firmalarından olan Microsoft tarafından, *'üretim planlamasının optimizasyonu ile daha özerk ve esnek üretimin sağlanması'* olarak ifade edilmektedir (Microsoft, 2019). Robotların üretimde sağladığı verimlilik etkisine örnek olarak, İngiltere' de yapılan bir araştırmada, robot yoğunluğunun yıllık gayrisafi yurtiçi hasılayı ve işgücü verimliliğini 1993 ve 2007 yılları arasında sırasıyla 0.37 ve 0.36 oranında arttırdığı sonucuna varmışlardır (Graetz ve Michaels, 2015). Kanaatimizce, robot kullanım yoğunluğunun artacağı yeni dijital dönemde ülke ekonomilerinin büyüme rakamlarında artış olması beklenmektedir.

Robotların, yeni sanayi devrimindeki önemi Dünya Ekonomik Forumu'nun da ana gündem maddelerinden birisini oluşturmuş olup, "geliştirilmiş duyular, mekanik beceri ve zeka ile donatılmış" üst segment robotların (advanced robots) yeni teknolojik devrimin ana itici gücü olacağı bu bağlamda imalat süreçlerinde işgücü yerine daha pratik bir unsur olduğu üzerinden konuşulmuştur (Dünya Ekonomik Forumu, 2016). Buna göre, robotların üretim süreçlerinde yer alması yeni dijital

üretimin kritik boyutlarından biri olarak görülerek diğer tüm üretim araçları içerisinde “üretimin esnekleşmesi” ve özellikle mavi yaka işgücünün yerini alacağı tartışmaları arasında “işgücü ikamesi” boyutuyla öne çıkan ve araştırmalar yapılan bir kavram halini gelmiştir. Öyle ki, Almanya’ da yakın zamanda robotik teknoloji alanındaki yeni gelişmelerin montaj hattı üzerinde “işçi direnci” ile karşılaşabileceği ve yeni bir “Ludizm” doğurup doğurmayacağına yönelik bir nitel bir araştırmanın bulgularında; robotların montaj hattı üzerinde üretim hızı ve standartizasyonu sağlaması yönüyle avantajlı konumda olduğu ancak işgücünün montaj sırasında beklenmedik bir sorunla karşılaşıldığında geçmiş deneyimlerden ve tecrübelerinden yararlanarak “doğaçlama” bir şekilde müdahale yapabileceği, ancak robotların kendiliğinden bir çözüm geliştiremeyeceğinden bahsedilerek montaj hattı üzerinde her zaman işgücünün gerekli önemini koruyacağına işaret etmektedir (Pfeiffer, 2016). Ancak, insan davranışlarını kopyalama ve öğrenme davranışı sergileyen işbirlikçi robotların varlığının bu durumun üstesinden gelebileceği de ise ayrı bir araştırmanın argümanıdır. Öyle ki, İşbirlikçi robotların en temel özelliğinin insanların tepki ve davranışlarını gözlemleyerek kopyalayabilmesi bu doğrultuda tepki geliştirebileceği vurgusudur (Karabegovic ve Husak, 2018). Bu anlamda, bizce de üretim süreçlerinde ve bilhassa montaj hattında işgücünün tamamıyla silinmeyeceği görüşü hakim olup “kontrolör” konumuna gelen işçilerin hâlâ montaj hattı üzerinde bulunacağı ancak işgücünün niceliksel düşüşü ve niteliksel değişimi olacağı varsayımdır.

Geleceğin fabrikalarında işgücü ya da basit makinelerin yerine ağırlıkla yapay zeka ile yönetilen ve kompleks yapıda nesnelere dayalı üretimin biçimlerinin yer alacağını söylemek mümkündür. Bu yeni yeni üretim biçimlerinde yer alacak otonom robotların çalışma prensibi için dört temel yapıda gruplandırılma yapmak mümkündür. Bunlar;

- i- **Çok Yönlü (Esnek) Robotlar:** Sabit bir imalat hattında yer alan robotlar yerine “talebe bağlı ve esnekleşmiş” birden fazla bölümde kullanılabilen, farklı üretim hatlarına entegre edilebilen robotik ekipmanlar ve parçaları,
- ii- **Otonom Robotlar:** Konum takibi ve sensör teknolojisi ile çevresiyle uyumlu ve otonom hareket kabiliyetine sahip robot ve taşıyıcı sistemleri,

- iii- **Etkileşim (İkameci) Robotları:** Fabrika içerisinde yer alan diğer nesnelerle etkileşim kurabilen, hata tespiti ve üretim planlaması yapma kabiliyeti yüksek ve beraber çalıştığı robotlarda hata tespiti yapması durumunda yerine geçebilen ve üretimin sürdürülebilirliği sağlayan robotik sistemler (Bahrin vd., 2016),
- iv- **İşbirlikçi (Sosyal) Robotlar:** İnsan ile etkileşimi düşük seviyede olan eski nesil robotlardan, ileri sensör teknolojisi ve kontrol sistemleri sayesinde aktif ve pasif yapıda işbirliği ile çalışacak yeni endüstriyel robotlar olarak tanımlanmaktadır (Dilibal ve Şahin, 2018). Kendi aralarında da iletişim kurma ve birbirlerinden öğrenme yeteneğine sahip olan bu robotlar (Dautenhahn ve Billard, 1999) bu anlamda iş süreçlerinin “sürekliliğin” sağlanmasında önemli donanımlara sahip teknolojiler olarak öne çıkmaktadır.

Belirtilen özellikler bakımında “özerk üretim yöntemi” olarak adlandırılan robotlar (Bahrin vd., 2016) dijitalleşmenin odak teknolojilerinden biri olarak görülerek geleceğin fabrikalarında farklı süreçlerde “kolaylaştırıcı” konumda bulunacağı belirtilmiştir. Bu bağlamda, geleneksel robotların aksine çevresiyle etkileşimi yüksek, esnek üretim süreçlerine entegre, işbirliğine ve kompleks düşünmeye dayalı yeni robotların doğuşuyla “Robot 4.0” kavramından bahsetmek mümkündür. “Metal Yakalılar” olarak üretim süreçlerinde aktif yer alacak robotlar dışında, sosyal hayatımızda yer alacak robotlar da bulunmaktadır. Bu robotlar “hizmet sağlayıcı robotlar” olarak anılmakta olup çalışma alanlarına göre ise temelde üç sınıfa ayrılacaktır. Bunlar (Kaivo-oja vd.,2017);

- **Sınıf I:** Kirli, tehlikeli ortamlarda veya tekdüze işlerde insanlar yerine çalışacak robotların oluşturacağı gruptur.
- **Sınıf II:** Yaşlılara yardım etmek ya da hasta taşımak gibi “konfor artırıcı” işlerde insanlarla yakın işbirliği içerisinde çalışacak robotları ifade etmektedir.
- **Sınıf III:** Bir diğer adı ile “medikal robotlar” olarak adlandırılan bu sınıfın robotları, cerrahi işlem, tanı ve tedavi ile rehabilitasyon gibi sağlık

hizmetlerinde çalışacak robotlar olarak tanımlanmaktadır.

Böylece, dijital dönüşüm ile robotların sadece iş hayatında değil sosyal hayatta da insan ile yakın işbirliğinde kuracağı yeni bir dönemden bahsetmek kaçınılmaz hale gelmektedir. Uluslararası Robot Federasyonu yayınlamış olduğu bir raporla, robotların üretkenliği ve rekabeti arttıracığı, artan verimliliğin talep artışı sağlayarak bu beraberinde yeni istihdam fırsatları yaratacağı, literatürde yer alan yaygın inanışın aksine otomasyonun işgücü talebinde artışa ve beraberinde ücret seviyelerinde yükselmeye neden olacağını belirtmiş ve robotların gelecekte insanlarla eşgüdümlü çalışacağını belirterek geleceğin işgücü piyasalarında robotların büyük etkilere yol açacağını ifade etmiştir (IFR, 2017). Bu bağlamda dijital dönüşüm sürecinde robotik teknolojilerin olası etkileri göz önüne alınarak başta işgücü piyasaları olmak üzere çeşitli düzenleyici politikaların geliştirilmesi gerekmektedir.

1.2.4. Simülasyon Modelleme (Benzetim) Teknolojisi

Simülasyon, 1960'lı yıllarda matematikçilerin üzerinde çalıştığı bir karar verme tekniği olarak olup günümüzde mühendislik bilimlerinin uygulamalı teknolojiler geliştirmek için kullandığı bir yaklaşımın ürünüdür. Bu teknoloji, geliştirilmek istenen sistem ya da sürecin davranışını daha iyi anlamak veya tahmin etmek için gerçek ya da hayali bir sistem üzerinden geliştirilen modellerin kullanılması işlemidir (Rodric, 2017). Bu yönüyle simülasyon, üretim planlama süreçlerinde makinelerin kurulum ve ayarlarının yapılması, üretim ekipmanlarının yerleştirilmesi ile test ve optimizasyon imkanını sanal ortama taşımakta (Rüßmann, vd, 2015), böylece üretim planlama süreçlerinde karar vericilerin iş yükünü önemli ölçüde azaltarak işletmelerin karar alma stratejilerini desteklemektedir. Benzetim teknolojisinin, günümüzde işletme maliyetlerinin düşürülmesi, geliştirme döngülerinin kısaltılması, ürün kalitesinin artırılması gibi etkilerle ağırlıkla bilgi yönetimi süreçlerinde kullanıldığı görülmektedir (Rodric, 2017).

Simülasyon teknolojisinin tarihsel gelişimine bakıldığında dört temel gelişim sürecinden geçtiği görülmektedir. Öyle ki Şekil 2. Simülasyon Teknolojisinin Evrimi isimli tabloda görüldüğü üzere 1960'lı yıllarda henüz sınırlı bir kullanım

alanına sahip olduğu görülmektedir. Ancak, bu sınırlı kullanım alanından teknolojik gelişmeler sonucunda “dijital ikiz” kavramına evrildiği görülmektedir. Dijital ikiz kavramı ilk olarak Michael Grieves tarafından literatüre kazandırılmış olup en basit tanımını ile herhangi bir nesnenin fiziksel olarak yapılmadan dijital ortamda birebir kopyasının oluşturulması işlemidir.

Şekil 1. Simülasyon Teknolojisinin Evrimi (Rodric, 2017)

Bireysel Uygulama (Individual Application) 1960 +	Simülasyon Araçları (Simulation Tools) 1985 +
Simülasyonun kullanım alanı oldukça sınırlı olup henüz sadece mekatronik teknolojisi gibi spesifik alan uzmanlarınca kullanılmaktadır.	Simülasyon, akışkan dinamiği gibi özel tasarım ve mühendislik sorularını cevaplamak için standart bir uygulama aracı olarak kullanılmaktadır
Simülasyon Tabanlı Sistem Tasarımı (Simulation-Based System Design) 2000 +	Dijital İkiz Konsepti (Digital Twin Concept) 2015+
Simülasyon, model tabanlı sistem mühendisliği gibi gelişmiş uygulama alanlarına sahip; çok disiplinli ve çok seviyeli sistematik bir yaklaşım sağlamak için kullanılmaktadır.	Simülasyon, operasyon verilerine doğrudan bağlantı ve operasyon servis desteği gibi alanlarda kullanılmaya başlanmış, böylece sistemlerin kesintisiz bir şekilde yaşam döngülerinin tamamlanması için kullanılmaya başlanmıştır.

Söz konusu kavram, Dünya’ nın en büyük bilgi teknolojileri araştırma şirketi olan Gartner’ın tanımına göre “fiziksel bir nesneyi temsil eden bir yazılım tasarım deseni olarak” tanımlanmakta olup (Gartner, 2019), fiziksel varlıkların bilgisayar yazılımları yardımıyla yansımalarının oluşturulması ile kullanılmaktadır (Erturan ve Ergin, 2018). Dijital ikiz uygulamaları, fiziksel sistemlerdeki değişiklikleri tahmin etme, kullanıcılara karar ve uyarı desteği sağlama, gerçek dünya verileri ile sistem modelini doğrulama ve yeni uygulama fırsatlarını keşfederek gelir akışı sağlama gibi farklı amaçlarla teknoloji yatırımcıları tarafından kullanılmaktadır (Madni, vd., 2019). Söz konusu kavram, akıllı imalat teknolojileri planlamasında üretimin siber-fiziksel sistem entegrasyonu için etkili bir yol sağlamakta bu yönüyle dünyanın önde gelen marka ve üreticileri tarafından kullanılmaktadır. Öyle ki, dijital ikiz uygulamalarının örneklerine bakıldığında dünyanın en büyük yazılım üretici markalarından SAP tarafından gerçek zamanlı veri toplama ve analizlere dayanarak ürün geliştirme amaçlı kullandığı görülürken yine küresel çapta önemli diğer markalar olan Oracle ve Siemens tarafından ise geliştirilmek istenen cihaz ve ürünlerin sanal ortamda içgörüyeye (insights) dayalı modellerinden hareketle uygulamaların simüle edilmesinin sağlanarak ürün geliştirme amaçlı kullanıldığı görülmektedir (Qi vd., 2018). Siemens tarafından yapılan söz konusu ürün geliştirme simülasyon uygulaması ile işleme sürecini %80 oranında azaltarak önemli ölçüde verimlilik artışı sağladığı görülmüştür (Tüsiad, 2016). Bu kapsamda, benzetim teknolojisinin işletmelerin verimlilik artışı üzerinde olumlu etkiye yol açtığını ve imalat işletmelerinde kullanımının yaygınlaştırılmasına yönelik finansal destek uygulamalarının yaygınlaştırılması ya da ortak teknoloji kullanım bölgeleri aracılığıyla söz konusu uygulamaların yaygınlaştırılması gerekmektedir.

1.2.5. Bulut Teknolojisi

Bulut teknolojisi ya da bulut bilişim gibi isimlerle anılan teknoloji 1960’lı yıllarda John McCarthy’ nin tarafından geliştirilmeye başlanan bir teknolojinin ürünü olup en genel tanımıyla bilgisayarlar ve diğer cihazlar üzerinden ortak bir ağ üzerinden tüm kullanıcıların istediği zaman ulaşabileceği ve yararlanabileceği kaynak sağlayan ağ tabanlı bir depolama alanıdır. Bilgi Teknolojileri ve İletişimi Kurulu’ nun tanımına göre ise (2013) bulut bilişim, “*Kendinden yapılandırılabilir*

bilişim kaynaklarından oluşan ortak bir havuza, uygun koşullarda ve isteğe bağlı olarak her zaman, her yerden erişime imkân veren bir modeldir. Söz konusu kaynaklar (bilgisayar ağları, sunucular, veri tabanları, uygulamalar, hizmetler vb.) asgari düzeyde yönetimsel çaba ve hizmet alıcı-hizmet sağlayıcı etkileşimi gerektirecek kolaylıkta tedarik edilebilmekte ve elden çıkarılabilen sistemeler” olarak tanımlanmıştır. Söz konusu teknoloji işletmelere gizlilik ve maliyet tasarrufu gibi avantajlar sağlayarak temelde üç alanda hizmet sunmaktadır. Bunlar;

- **Altyapı hizmeti (IaaS):** Herhangi bir fiziksel donanımın ihtiyaç duymaksızın sınırsız depolama altyapısı ve sağlayan kullanım esaslı ve sözleşme usulü kullanılması sebebiyle maliyet avantajı sağlayan bir bulut hizmeti türüdür (Bhardwaj vd., 2010).
- **Platform hizmeti (PaaS):** Platform hizmeti java ve python gibi programlama dillerini yazılım, dağıtım ve uygulama geliştirme için bir bilgi işlem platformu üzerinden sağlandığı altyapı hizmetinin adıdır (Sowmya vd., 2014).
- **Yazılım hizmeti (SaaS):** Bir kullanıcının kendi bilgisayarına bir uygulama kurma ve çalıştırma ihtiyacını duymaksızın doğrudan web tarayıcısı üzerinden çalıştırma imkanı tanıyan bir hizmet modeli olup işletmelerin daha düşük maliyetle yazılım hizmetlerini elde etmelerini sağlamaktadır (Kulkarni vd., 2011).

Bulut bilişim, başta imalat sanayisinde olmak üzere işletmelere kullanımının arttırılması ile işletmeler arasındaki birlikte çalışma ve paylaşım kültürünü arttırmakta bu kapsamda ortaya çıkan üretim modelleri işletmelerin rekabet gücünü olumlu yönde etkilemektedir (Ötleş vd., 2017). Bu kapsamda bulut bilişim işletmelerin bilgiye erişim, sürekli gelişme, maliyet avantajı ile rekabet üstünlüğü sağlaması yönüyle yeni dijital dönüşümün temel unsurlarından birisini oluşturmaktadır.

1.2.6. Siber Güvenlik

Siber güvenlik siber saldırılara karşı geliştirilen bir savunma mekanizması olup işletmelerin müşteri, tedarikçi ve pazar bilgilerini sürdürmeye ve korumaya dayalı iş modelleri uygulamaları sebebiyle günümüzde işletmeler için hayati bir kavramı ifade etmektedir. Siber saldırı ise en genel tanımıyla, işletmelerin ya da kamu kurum ve kuruluşların sistemlerini durdurma, hizmet dışı bırakma ya da fidye ve solucan yazılımları gibi kötü huylu yazılımlar aracılığıyla “zarar verme” amacı güden güvenlik sorunları olarak tanımlanabilmektedir. Ulusal Siber Güvenlik Stratejisi’ne (2016) göre ise siber güvenlik, *“ulusal siber uzayda bulunan bilgi ve iletişim teknolojilerinin gizlilik, bütünlük veya erişebilirliğini ortadan kaldırmak amacıyla, siber uzayın herhangi bir yerindeki kişi veya sistemler tarafından kısıtlı olarak yapılan işlemler”* olarak tanımlanmaktadır. Türkiye’de , konunun önemine istinaden, 2013-2014 Ulusal Siber Güvenlik ve Eylem Planı oluşturulmuş olup, bu kapsamda kamu kurum ve kuruluşları ile özel sektör işletmelerinin başta kritik işlemler olmak üzere bilgi işlem teknolojileri aracılığıyla sağlanan işlemlerin sistemsal güvenliğinin sağlanması ile siber güvenlik suçlarının araştırılmasına yönelik düzenlemeleri içeren bir planının hazırlanması sağlanmıştır.

Siber güvenlik, endüstri 4.0 sürecinde iş süreçleri ve üretimin kesintisizliğinin sağlanması ile müşteri verileri gibi işletmelerin stratejik bilgilerine ulaşılmasını engelleme konusunda hayati bir önem taşımaktadır. Öyle ki, Dünya’ nın en büyük yazılım ve bilgi teknolojileri üreticilerinden Microsoft, Maslow’un ihtiyaçlar hiyerarşisi tabakalarından birisi olan “güvenlik ihtiyacı” segmentini işletmelerin yaşamsal faaliyetlerini sürdürmesine atfederek “işletme güvenliğinin siber güvenlik” ile sağlanmasının önemine vurgu yapmaktadır (Microsoft, 2013). Bu kapsamda dijitalleşme sürecinde işletmelerin kesintisiz faaliyetlerinin sürdürülmesi için siber güvenlik konusunda farkındalıklarının arttırılarak bunun bir kamu politikası haline gelmesi, işletmelerin siber güvenlik yatırımlarının kamu finansman yöntemleri ile desteklenmesi gerekmektedir.

1.2.7. Arttırılmış Gerçeklik

Arttırılmış gerçeklik, köken olarak 1960'lara dayansa da günümüzdeki kullanımına asıl olarak 1990'lı yıllar itibariyle şekil bulmuştur. Literatürde kimi zaman benzetim teknolojisi (simülasyon) ile birbiri yerine kullanılan ve karşılaştırılan bir teknoloji olsada, temelde sanal ortamda bulunan nesnelerin görüntü işleme yöntemi ile gerçek dünyaya adapte edilmesidir. Arttırılmış gerçeklik, işletmelerin iş uygulamalarını pilot projeler halinde uygulayarak entegrasyonunu denemek için kullanılan bir yöntem olup (Jackl vd., 2018) bu kapsamda işletmeler için oldukça faydalı bir teknoloji ürünüdür. Arttırılmış gerçekliği oluşturan unsurlar ise;

- Görüntü yakalayıcı aparat (şarj bağlantılı cihaz, stereo ya da derinlik algılayıcı kamera),
- Yansıtılacak sanal bilgiyi veren bir işlem birimi,
- Sanal bilgilerin görüntülenmesini tetikleyen aktifleştirici elemanlar,
- Sanal bilgileri yansıtan bir ekran

olup (Fraga-Lamas vd., 2018), bu kapsamda sanal bilgiyi yakalayıp çeşitli aparatlar ile grafik, resim ya da video gibi görüntü araçları ile izlenebilir olmayı sağlayan teknoloji ürünüdür.

Arttırılmış gerçeklik araçlarının önemi günümüz dijital dönüşüm sürecinde daha da artmaktadır. Öyle ki dijital dönüşüm sürecinde insan en önemli unsur olarak görülmüş olup bu kapsamda üretim otomasyonunda yer alan siber-fiziksel sistemlerin ara yüzlerinin kullanıcı odaklı iyi tasarlanması ve endüstriyel uygulama gerekliliklerinin dikkate alınarak yapılması gerektiği önerilmiştir (Maly vd., 2016). Bu kapsamda arttırılmış gerçeklik uygulamalarının süreçte kullanımı kaçınılmaz olmaktadır.

Arttırılmış gerçeklik işletmelere, bakım ve montaj süreçlerinde makine sorunlarının teşhis edilmesinden, tedarik zinciri uygulamalarına, insan kaynakları ve iş sağlığı ve güvenliği gibi alanlarda eğitim geliştirme uygulamalarına kadar bir çok alanda kullanılabilir. Öyle ki, sanal gerçeklik uygulamalarının fabrikalarda gerçekleştirilecek kimyevi ve diğer tehlikeleri maddelerin vereceği zararın

simülasyonuna imkan vererek, yapılması gerekenlerin işgücünü riske atmadan belirlenmesine olanak tanımaktadır (Karapınar, 2019). Bu kapsamda işletmelerin başta iş sağlığı ve güvenliği olmak üzere üretim planlama ve tedarik süreçlerinin artırılmış gerçeklik uygulamaları ile desteklenmesine yönelik finansal destekler ile teknoloji geliştirme bölgeleri ve kuluçka merkezleri üzerinden ortak kullanım alanları aracılığıyla söz konusu teknoloji ihtiyacının desteklenmesi gerekmektedir.

1.2.8. Yatay ve Dikey Yazılım Entegrasyonu

Yatay ve dikey yazılım entegrasyonu daha çok start-up aşamasında girişimler ve genç girişimcilerin pazar belirsizlikleri ile risk almaksızın büyüme stratejilerini uygulamaları doğrultusunda kullandıkları bir stratejinin ürünü olarak ortaya çıkmıştır. Dikey sistemlerin temelinde üretim sistemlerinin farklı seviyelerindeki stratejik ve işbirlikçi hedefleri arasındaki karmaşık ilişkileri incelenmesi varken yatay yazılım entegrasyonunda ise yatay hiyerarşide birden fazla unsurun arasındaki ilişkinin temel alınması sağlanmaktadır.

Yatay ve dikey yazılım entegrasyonunun şemalandırılmasını sağlayan bir çalışmada; yatay yazılım entegrasyonu insan, organizasyon, ekipman, süreç ve ürün olmak üzere beş temel unsur ve onları oluşturan teknoloji, Ar-Ge, işgücü entegrasyonu gibi on iki alt unsur arasındaki iletişimi incelerken; dikey yazılım entegrasyonu ise müşteri hizmetleri yönetimi, tedarikçi ilişkileri ile planlama ve yönetim temelinde simülasyon, lojistik ve müşteri yönetimi gibi farklı alanlarda on iki alt unsurun birleşimini sağlamaktadır (Perez-Lara vd., 2018:4-5). Bu teknoloji, işletmelerin tedarikçilerle yatay veri entegrasyonu yoluyla operasyonlarını üreticilerden gelen yeni siparişlere göre düzenleyerek standartlaşmış süreçler ile zamanında işbirliği yapılarak hatalar asgariye indirilebilmesi (Tüsiad ve BCG, 2015) yönüyle önerilmekte bu kapsamda işletmelerde süreç yönetimine önemli katkı sağlamaktadır.

1.2.9. Büyük Veri Analizi

Endüstri 4.0'ın temel bileşenlerinden olan büyük veri günümüzde başta pazarlama alanında olmak üzere, lojistik ve tedarik zinciri yönetimi, insan kaynakları, kurumsal kaynak planlama gibi bir çok alanda kullanılmaktadır. Veriye dayalı karar almanın ve hizmet sunumunun geliştiği günümüzde bu anlamda büyük veri de önemini arttırmıştır.

Büyük veri, bilişim literatüründeki tanımı ile 100 terabayttan daha büyük ölçüdeki sürekli bilgi akışı sağlayan veri olarak tanımlanmakta (Davenport vd.,2012) Endüstri 4.0'ın yakıtının büyük veriler olacağı öngörülmektedir (Yin ve Kaynak, 2015). Bunun sebebi endüstri 4.0'ın diğer enstürmanlarının sürekli olarak büyük veri ile etkileşim halinde olamasıdır. Öyle ki, kendi kendine öğrenen makinelere veri ulaşmasında büyük verinin kaynak dağıtımı ve yönetimi kritik öneme sahip olarak vurgulanmıştır (Lee vd.,2014:4). Büyük veri günümüzde bir çok karar alma ve ölçme değerlendirme mekanizmalarında kullanılan veri madenciliği için kusursuz bir kaynak sağlamaktadır. İşletmelerin müşteri verilerini eş zamanlı olarak büyük veri ile eşlemesi ve müşterilere özgü ürün ve hizmet sunumlarının geliştirilmesi yönüyle de büyük veri sıklıkla internet ortamında ve online alışverişlerde karşımıza çıkmaktadır. Bu kapsamda büyük veri yeni müşteri kazanımı noktasında bilhassa işletmelere katkı sağlamakta bu yönüyle işletmelerin kâr marjında önemli etkiler sağlamaktadır.

1.2.10. Nano Teknoloji

Nano teknoloji en genel tanımıyla maddeyi en küçük atom boyutuna indirme işlemi olarak “bir fiziksel büyüklüğün milyarda biri” olarak tanımlanmaktadır. Nano teknolojinin sağladığı faydalara bakıldığında ise her atomun istenen yere yerleştirilmesine imkan sağlanması, her maddenin atom boyutunda üretilmesine imkan vermesi ve üretim maliyetinde düşüş sağlayarak kar marjını yükseltmesi gibi yönleri ile pozitif etkisi bulunmaktadır (Westen, 2009).

Nano teknolojinin metal imalatından, tekstile ve makine imalatına kadar kullanım alanının oldukça geniş olması yönüyle gelecekte öneminin de artacağı düşünülmektedir.

Nitekim, gelecekte inşaat sektörünün yalıtım ihtiyacı için nano teknolojiyi kullanma zorunluluğu doğabileceği belirtilerek (Tobb, 2016:23) söz konusu teknolojinin inşaat sektörünün geleceği için önemi vurgulanmıştır. Yine bir başka çalışmada nano teknolojinin sağladığı faydalar maliyet, bilim insanları ve kamu karar vericileri nezdinde üç grupta sağladığı “hızlandırıcı” özellikler vurgulanarak; üretim maliyetlerini azaltmak, yenilikçiliğin teşviki olarak kamu politikası olarak sunulması ve atom ölçekli yapılar oluşturma gibi farklı yönlerle önemi vurgulanmıştır (Accenture, 2006:88). Bu kapsamda bilhassa maliyet avantajı sağlaması yönüyle nano teknolojinin imalat sanayisinde kullanılabilirliğinin desteklenmesine yönelik çalışmaların yapılması gerekmektedir.

1.3. ENDÜSTRİ 4.0 VE MEVCUT YAKLAŞIMLAR

Söz konusu araçların bir kısmı ya da tümünün bir arada kullanıldığı sistemler bu anlamda “dijitalleşen üretimi” tanımlamakta, işletmenin ürettiği ürün ve hizmetler ile müşteri ilişkileri, satış sonrası hizmet ağı gibi işletme özelliklerine göre kavramların kullanım yoğunluğu şekillenmektedir. Literatürde, endüstri 4.0’ın beş unsurunun üretim süreçlerindeki etkinliğini savunan görüşlere bakıldığında ise öne çıkan ilk yaklaşım “sürdürülebilirlik” yaklaşımıdır. Bu yaklaşıma göre, endüstri 4.0 uygulamaları sürdürülebilirliğin çevresel boyutuna katkı yaparak kaynakların tahsisi, yeni ürün ve malzemeler, enerji ve su gibi kaynak kullanımının etkinliğini daha verimli bir şekilde gerçekleştirilerek çevresel sürdürülebilirliğe katkı sağlamakta ve üretimde verimliliği desteklemektedir (Stock ve Seliger, 2016 ; Shrouf vd., 2014).

Endüstri 4.0’ın üretim süreçlerinde bir diğer etkinliği ise işgücü arzındaki daralma ile ilişkilendirilerek açıklanmıştır. Bu yaklaşıma göre, dünya üzerinde nüfus hızla yaşlanmakta ve buna bağlı olarak işgücü arzı hızla daralmaktadır. Bu bağlamda, nüfusun yaşlanması nedeniyle sürekli küçülen bir işgücü arzına maruz kalan endüstrinin düşük enerji tüketimi, maliyet etkinliği, yüksek esneklik ve verimlilik sağlanması kapsamında (Wang vd., 2016 ; Qin vd., 2016) endüstri 4.0 uygulamaları üretim süreçlerindeki etkinliği “işgücü ikamesi” yaklaşımı yönüyle öne çıkmaktadır. Bu bağlamda endüstri 4.0 konusunda literatürde yapılan çalışmalara bakıldığında, endüstri 4.0’ın **sürdürülebilirlik, verimlilik artışı, inovasyon ve katma değer** ile

işgücü ikamesi boyutlarıyla farklı biçimlerde değer ürettiğini söylemek mümkündür. Bunun haricinde, söz konusu sürecin yasal ve etik çerçeve ile ilişkisini ele ana “**düzenleyici çerçeve**” boyutuyla da değerlendirme ve önerilerin bahsedildiği anlaşılmış olup bu kapsamda bu bölümde “5” boyutta dijital dönüşümün üretim ve ekonomik sistemde sebep olduğu etki ve yenilikler ele alınacaktır.

1.3.1. Endüstri 4.0 ve Düzenleyici Çerçeve Yaklaşımı

Tarihsel süreç içerisinde üretim yöntemlerinde yaşanan gelişmeler ile sanayide yaşanan dönüşümler sonucunda işgücü piyasasındaki ilişkileri düzenlemek amaçlı çeşitli hukuki ve etik düzenlemelerin yapıldığı bilinmektedir. Öyle ki, Türkiye’de işçi-işveren ilişkilerinin düzenlenmesi konusunda çeşitli dönüşümler sonunda hâlihazırda 4857 sayılı İş Kanunu, 6356 sayılı Sendikalar ve Toplu İş Sözleşmesi Kanunu ile 6331 sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu ile yasal çerçevenin çizildiği bilinmektedir.

Dijital dönüşüm ile birlikte yeni üretim araçlarının ve yönetim modellerinin kullanılmaya başlanması ile birlikte yeni bir çerçevede işçi-işveren ilişkilerinin şekilleneceğinin tahmin edilmesi zor değildir. Bu doğrultuda dijital dönüşümün söz konusu işçi-işveren ilişkilerini bilhassa işveren yükümlülükleri ile ele alarak yeniden yapılandırması gerektiği ihtiyacı doğmuştur. Öyle ki, bu anlamda ülkemiz henüz dijital dönüşümün tasarım aşamasında iken hukuki altyapının dijital gerekliliklere göre yeniden dizayn edilmesi gerektiğine vurgulanarak (Nuroğlu ve Nuroğlu, 2018) hukuksal çerçeveye ilişkin çalışmalar yapılması gerektiği ifade edilmiştir. Nihai olarak, konunun önemine istinaden geleneksel sözleşme hukukunun yetersiz kaldığı alanlarda vergilendirme, telif hakları, veri paylaşımı gibi farklı düzeylerde uygulanmak üzere Avrupa Parlamentosu direktifler hazırlayarak dijital pazarda doğan tarafların yükümlülüklerinin hukuki çerçevesine ilişkin tavsiye niteliğinde bilgiler vermiştir.

Endüstri 4.0’ın hukuki anlamda büyük etkisi olacağı bir diğer alan ise üretim süreçlerinin işçiyi korumasına odaklanan iş sağlığı ve güvenliği hukuku alanına ilişkindir. Öyle ki literatürde, dijitalleşmenin iş sağlığı ve güvenliği üzerindeki “olumlu” etkisi yanında “olumsuz etkisi” üzerinde de duran çalışmalar da

bulunmaktadır. Öyle ki, Endüstri 4.0'ın özellikle yeni teknolojilere geçiş dönemlerinde işçiler için kayda değer zorluk oluşturabileceği ve yeni tehditler karşısında tecrübesiz, bilinçsiz olan işçilerin yaralanması ve hatta ölümüne yol açabilecek risklere sebebiyet verebileceği bu anlamda dijital dönüşüm süreçlerinde iş yerlerinde iş sağlığı ve güvenliği ortamının sağlanabilmesi için mühendislerin, bilgi teknolojileri uzmanlarının, psikologların, ergonomistlerin, tasarımcıların, tıbbi pratisyenlerin ve meslek bilimcilerinin dahil olduğu bir kurul ile sürecin yönetilmesi gerektiği önerilmektedir (Polak-Sopinska vd., 2019).

Yine bu doğrultuda bilhassa robotların sanayide kullanımının doğrudan bir sonucu olarak çalışanlar için oluşacak yeni kaza ve riskleri içeren uluslararası ISO 10218 standardı ve ISO / TS 15066: 2016 Teknik Şartnamesi, Amerika ANSI / RIA R15.06, ISO 10218' den uyarlanan Avrupa EN 775 ve İspanya EN 755 standartları hazırlandığı görülmüştür (Robla-Gomes vd., 2017).

Bu anlamda bizce, iş yerlerinde güvenlik kültürünün oluşturulmasında Türkiye'de gerekli yasal düzenlemelerin yapıldığı 6331 sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu'nda dijital dönüşüm sürecinin de göz önünde alınarak "İşverenin Genel Yükümlülükleri" olarak belirtilmiş 4.md de spesifik düzenlemeler yapılması ihtiyacı oluşmuştur. Bu doğrultuda, dijital dönüşümün işletmelerde iş kazalarına ve çalışan sağlığına yönelik düzenlemeleri ele alacak şekilde 6331 sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanununda düzenlemeler yapılması gerekmektedir.

Endüstri 4.0' ın hukuki ve etik boyutuyla ilgili çalışmalara bakıldığında bir diğer boyut "veri güvenliği" ve "inovasyon ticareti/işbirliği" bakımından ele alan çalışmalara dayanmaktadır. Öyle ki, Almanya' nın sadece kendi içerisinde veri güvenliği standartlarının iyileştirilmesini yeterli bulmayarak birlikte iş yaptığı ülkelerin de standartlarının aynı seviyeye getirilmesi gerektiğini istemekte ve AB normlara göre veri koruma standartları düşük olan ülkelerle veri paylaşımını sınırlı tutmaktadır (Kagermann vd.'den aktaran Nuroğlu ve Nuroğlu, 2018).

Avrupa Birliği Genel Veri Koruma Tüzüğü, md. 90' Gizlilik Yükümlerinde yer alan düzenleme metnine göre;

“Üye devletler, kişisel verilerin korunması hakkı ile gizlilik yükümlülüğünün bağdaştırılması amacı ile gerekli ve orantılı olduğu hallerde, Birlik veya Üye Devlet Hukuku ya da Ulusal Yetkin Makamlar tarafından koyulan kurallar çerçevesinde bir mesleki gizlilik yükümlülüğüne ya da diğer eşdeğer gizlilik yükümlülüklerine tabi kontrolörler veya işleyiciler ile ilgili olarak denetim makamlarının 58(1) maddesinin (e) ve (f) bentlerinde belirtilen yetkilerini ortaya koymak üzere spesifik kurallar kabul edebilir. Bu kurallar yalnızca kontrolör veya işleyicinin bu gizlilik yükümlülüğü kapsamına giren bir faaliyet sonucu aldığı veya bu faaliyet esnasında elde ettiği kişisel veriler açısından uygulanır.”

olarak ifade edilerek dijital ortamda yer alan verilerin kullanımı ve paylaşımına yönelik ülkeler arası özel talep ve protokollere izin verilerek bu anlamda ülkeler arası mutakabiliyet esasına dayanan anlaşmalara kapı araladığı görölmektedir.

Bu bağlamda ülkemiz Kişisel Verilerin Korunması Kanunu tarafından yapılan düzenlemelerin AB normlarına uygun olarak düzenlenerek dijitalleşen ülkelerin standartlarına paralel dizayn edilmesi “inovasyonun” ve “veri depolama/dolaşımı” konularında pazarlara erişim konusunda ülkemiz kobilerinin önündeki engelleri kaldırarak dış ticaret hacminde büyümeye sebebiyet verebilecek düzenlemelerin ve işbirliklerinin geliştirilmesi gerekmektedir.

1.3.2. Endüstri 4.0 ve Verimlilik Yaklaşımı

Verimlilik en genel tanımıyla üretim sürecindeki girdi faktörlerinin üretim süreci sonunda elde edilen çıktılarla olan oransal ilişkisini ifade eden bir kavram olup, işletmelerin kaynaklarını en iyi biçimde değerlendirerek üretim yaptığı süreci ifade etmektedir (Yükçü ve Atağan, 2009). Verimlilik, işletme kârlılığı ve büyümesini doğrudan etkileyen bir faktör olduğundan bu anlamda verimlilik yönetimi ile ilgili yapılan çalışmaların günümüzde önemi de artarak devam etmektedir. Endüstri 4.0' ın verimlilik kavramı ile olan ilişkisine bakıldığında literatürde “dijital fabrika” veya “akıllı fabrika” gibi isimlerle anılan kavramlar ile

kullanımının ön plana çıktığı görülmektedir. Akıllı fabrikalar kısaca dijitalleşmenin enstürmanlarının kullanılarak üretim, stok takip, lojistik, müşteri ilişkileri gibi farklı sistemlerin yönetildiği teknoloji yoğun altyapıya sahip fabrikalar olarak tanımlanabilmektedir.

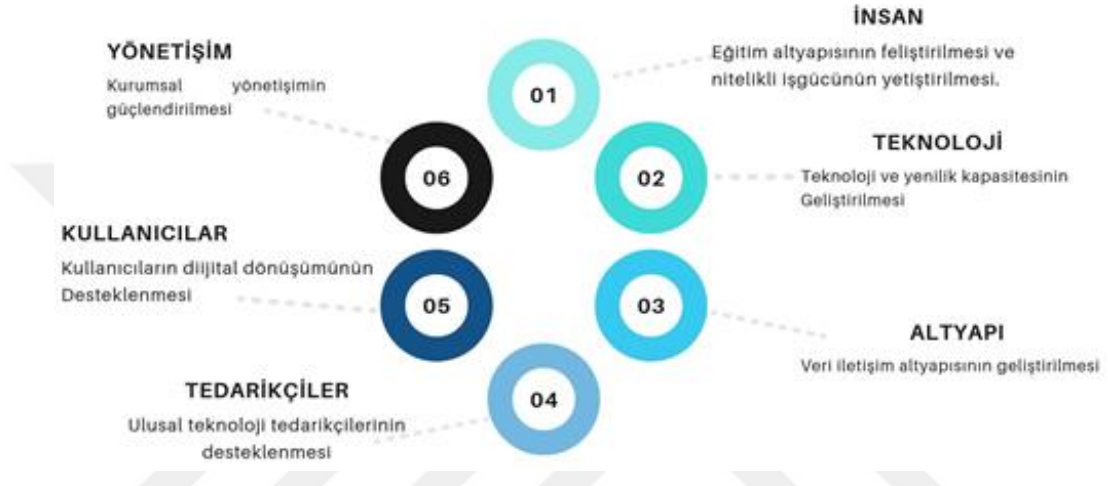
Verimlilik, farklı kantitatif ölçüm yöntemleri ile hesaplanabilir, izlenebilir ve karşılaştırılabilir bir kavram olması sebebiyle Endüstri 4.0' ın verimlilik üzerinde sağladığı etkiler üzerine literatür çalışmaları kadar ampirik çalışmalar da dikkat çekicidir. Öyle ki, saha seviyesinde endüstriyel kontrol ve otomasyon uygulaması ile verilerin izlenmesi ve uygulanması sağlanan endüstri 4.0 yazılımı ile motor üretimi yapan bir fabrikanın montaj hattı üzerinde uygulama yapıldığı bir çalışmada, fabrikanın üretim sürecinde %40 oranında daha hızlı üretim yapılması sağlanarak verimlilik artışı yaşandığı gözlemlenmiştir (Kayar vd., 2018).

Akıllı fabrikaların üretim süreçlerinde sağladığı verimlilik etkisi bu anlamda bazı ülkelerin kalkınma politikaları arasına da girmiştir. Öyle ki, işgücü potansiyeli ile pazarın en büyüğü görülen Çin, söz konusu konumunu dünya ekonomisinde korumak ve sürdürülebilir kılmak için “Akıllı Fabrika 1.0” ulusal projesi ile, dijitalleşme sürecinin otomasyon ayağına odaklanarak üretim süreçlerinin dijitalleşmesi yönünde adımlar attığı görülmüştür (Yıldız, 2018).

Almanya ise, dijital standartlaşmanın sekiz anahtar alanına odaklanmıştır. Bunlar, “standartizasyon ve referans mimarı”, “karmaşık sistemlerin yönetilmesi”, “kapsamlı geniş bantlı altyapı” , “güvenlik ve emniyet” , “iş organizasyonu ve tasarımı” , “eğitim ve sürekli mesleki gelişim”, “düzenleyici çerçeve” ve “kaynak verimliliği” (German Standardization Roadmap, 2018) başlıklarından oluşmaktadır. Bu kapsamda söz konusu ülkelerin dijitalleşmenin belirli sac ayaklarına odaklandığını ve bu doğrultuda politikalarını geliştirdiklerini söylemek mümkündür.

Türkiye’de , dijitalleşmenin ulusal çapta uygulanmasına yönelik politikalarla bakıldığında ise Tüsiad ve Müsiad gibi kurumların da katılımcısı olduğu, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı öncülüğünde yol haritasının belirlendiği ve “6” alt boyutta politika bileşenlerinin hazırlandığı görülmektedir.

Şekil 2. Dijital Türkiye Bileşenleri³ (Dijital Türkiye Yol Haritası, 2019)



Buna göre, Şekil 2.' de belirtildiği gibi, Türkiye' nin dijital dönüşüm yol haritası “bütüncül” bir perspektifte ele alınmaya çalışılmış olup hedefin ilk bileşenini insan yani “işgücü” oluşturmaktadır. Öyle ki, yol haritasının hazırlanması konusunda imalat sanayisi işletmelerini kapsayan saha araştırmasında “dijital teknolojiler ile insan kaynakları etkinliği arasında konusunda nitelikli işgücü arzının yetersiz olması (%35), mevcut işgücünün dijital çözüm geliştirme konusundaki nitelik eksikliği (%31) ile mevcut işgücüne dijital teknoloji kullanımı veya dijital çözüm geliştirme nitelikleri kazandıracak eğitimlerin bulunmaması (%16) sorunları işverenlerce dile getirilerek bu doğrultuda işgücünün gelişimini destekleyen eğitim altyapısının iyileştirilmesi ve nitelikli işgücünün yetiştirilmesi konusunda özel politikaların üretilmesine yönelik çalışmaların yapılması gerektiği belirtilmiştir. Yol haritasında, geleceğin işgücünün bilgi ve iletişim teknolojileri kullanım becerisi, veri ve bilgi işleme ile istatistikî analiz bilgisi, modern arayüzlerle etkileşime girebilme becerisi (insan-makine etkileşimi) gibi teknik becerilere ihtiyaç duyulacağı belirtilerek; tematik teknik kolejlerin hazırlanması, dijital teknolojiler

³ Dijital Türkiye Yol Haritasından yazar tarafından derlenmiştir

alanında doktoralı işgücünün desteklenmesi, dijitalleşme konusunda hizmet verecek sürekli eğitim merkezlerinin açılması ve meslek liselerinde dijital teknoloji eğitmenlerinin görevlendirilmesi gibi hedeflerin oluşturulduğu görülmüştür (Dijital Türkiye Yol Haritası, 2018).

Bu süreçte, bir çok işgücü piyasalarında yer alan bir çok meslek grubunun ortadan kalkacağı belirtilmiş, aynı zamanda henüz bulunmayan yeni istihdam alanlarının ortaya çıkacağı bahsedilmiştir. Ortaya çıkacak yeni teknolojilere uyum sağlayamayan işgücünün ise istihdam dışında kalarak işgücü piyasasında önemli sorunlar yaşanacağı belirtilmiştir. (Öcal ve Altıntaş, 2018).

Dijital dönüşüm sürecinde işgücü piyasasının mevcut durumuna yönelik yapılan bir diğer çalışma ise Verimlilik Stratejisi Eylem Planıdır. Bu plan kapsamında, işgücünün yeni endüstriyel yapıya uyum sağlamasına yönelik çalışmalar planlanarak; *“Türkiye’ nin verimlilik bağlamındaki en belirleyici sorunlarından birisinin işgücü nitelik düzeyinin düşüklüğü ile genç nüfus profilinin üretim süreçlerine etkin olarak yansıtılmaması sorunu olduğu, bu kapsamda üretimde yer alan /alacak işgücünün verimlilik göstergelerinin belirlenmesi”* ihtiyacı dile getirilmiştir.

Dijital Türkiye Yol Haritasının ikinci bileşeni olarak ise “teknoloji” belirlenerek, işletmelerin teknoloji ve yenilik kapasitelerinin artırılması hedefi belirtilmiş; öncelikli teknolojilere odaklanmış araştırma merkezlerinin kurularak öncelikli teknolojilerde ihtisaslaşmış arge personeli görevlendirilmesi gibi uygulamaya yönelik hedefler belirlendiği görülmüştür. Bu kapsamda, işletmelerin teknolojik olgunluklarını destekleyecek bölgesel kalkınma ajansları, Kosgeb ve Tübitak gibi kurumlar aracılığıyla hibe ve fonların verilerek “şartlı” transferlerin gerçekleştirilmeye başlandığı görülmektedir.⁴

Ancak söz konusu desteklerin “işlevselliğinin” artırılarak “etki analizi” ve “karşılaştırılabilirliğinin” sağlanması kapsamında ulusal, bölgesel ve hatta sektörel

⁴ Bkz: Kosgeb Kobi Gelişim Destek Programı ; Ankara Kalkınma Ajansı, Doğu Marmara Kalkınma Ajansı, İstanbul Kalkınma Ajansı, Orta Anadolu Kalkınma Ajansı İmalat Sanayisi Mali Destek Programları ; Tübitak Teknogirişim Sermaye Desteği Programı vb.

çapta ölçümlerin yapılarak “kanıt temelli” politikaların oluşturulması, bu doğrultuda endeks geliştirme çalışmalarının yapılarak işletmelerin “dijital olgunluklarının” belirlenmesi gerekmektedir. Bu kapsamda, ülkemiz imalat sanayisine özel hazırlanmış bir “dijital olgunluk modeli” kurularak ulusal çapta ölçme ve değerlendirmeye dayalı “dijital dönüşüm endeksi” uygulanarak sektörel, bölgesel ve hatta ulusal çapta “uygulamaya yönelik” programların hazırlanması gerekmektedir.

Türkiye’ nin dijitalleşme haritasının üçüncü bileşenini ise veri iletişim altyapısının iyileştirilmesinin hedeflendiği “altyapı” segmenti oluşturmaktadır. Söz konusu hedef kapsamında veri altyapısına yönelik “4” alt hedef belirlenmiş olup; hız, standartizasyon, veri güvenliği (siber güvenlik) ve endüstriyel talebin artırılması doğrultusunda çerçevenin çizildiği gözlemlenmiştir.

Şekil 3. Veri Altyapı Bileşenleri (Dijital Türkiye Yol Haritası, 2018)⁵

Altyapı	• Veri iletişim hızının artırılması • Veri iletişim standartlarının geliştirilmesi • Endüstriyel siber güvenliğin ve veri güvenliğinin sağlanması • Veri merkezlerine olan endüstriyel talebin artırılması
---------	--

Yol haritasının dördüncü bileşenini ise “tedarikçiler” oluşturmakta olup, dijitalleşme kapsamında yerli teknoloji üreticilerinden tedarik sürecinin yönetilmesi amaçlanmaktadır. Bu kapsamda, yerli teknoloji firmalarının yatırım almalarının desteklenmesi, ve dijital teknoloji mükemmeliyet merkezleri kurularak “yerli teknoloji ekosisteminin güçlendirilmesi” ve “yerel bit markalarının desteklenmesi” yaklaşımı ile sürecin yönetilmek istendiği görülmektedir.

Dijital dönüşüm yol haritasının bir sonraki bileşeni olan ise “kullanıcılar” ise, dijitalleşmek isteyen işletmelerin süreç içerisinde her ili kapsayacak şekilde dijital dönüşüm bilgi merkezi kurulması ve dijital dönüşüm merkezi kurulması gibi yöntemlerle aynı, mali ve idari yönden desteklenerek dijital ekosistemin güçlendirilmesi hedefine dayanmaktadır. Bu hedef kapsamında, işletmelerin dijital teknoloji kullanımları (otonom robotlar, IoT, büyük veri vb.) , işgücü (nitelikli insan

⁵ Türkiye’nin Dijital Türkiye Yol Haritası raporundan derlenerek yazar tarafından hazırlanmıştır.

kaynağı) ve dış kaynaklara erişim (pazar araştırma) gibi ihtiyaçlarının ilgili merkezler üzerinden sağlanacak danışmanlık hizmetleri ve kamusal hibe ve fon destekleri ile yürütülerek “merkezileşmenin” sağlanması hedeflenmektedir. Öyle ki, bu anlamda Türkiye’de imalat sanayisine yönelik bölgesel düzeyde hizmet verecek “10” dijital dönüşüm merkezi hedeflenmiş olup, söz konusu merkezlerden altısı sırasıyla Ankara, Bursa, İzmir, Gaziantep, Kayseri ve Konya’ da kurulmasına yönelik çalışmalarına başlanmıştır (Endüstri 40.com, 2019).

Türkiye’ nin dijitalleş haritası kapsamında son bileşenini kurumsal yönetişimin güçlendirilmesi hedefiyle “yönetişim” kavramının oluşturduğu görülmektedir. Yönetişim, “*Bir toplumsal politik sistemdeki ilgili bütün aktörlerin ortak çabalarıyla elde edilen sonuçların oluşturduğu yapı ya da düzen*” (Türkiye ve Orta Doğu Amme idaresi Enstitüsü, 1998) olarak tanımlanmakta olup, kurumsal yönetişimin özel ve kamu kuruluşlarının etkin işleyişi ve dolayısıyla ekonominin büyüme ve gelişimi üzerinde anlamlı bir etkisi olduğu literatürde belirtilmiştir (Kendirli vd., 2013).

Dijitalleşme yol haritasının da hedef segmentlerinden birini oluşturan yönetişim kavramının ise yalnızca “Sanayide Dijital Dönüşüm Platformu’nun kurumsallaştırılması” hedefiyle sınırlandırıldığı görülmüştür. Bu kapsamda Türkiye’de de dijital dönüşüm bir verimlilik unsuru olarak görülerek bu alanda plan ve programların farklı kavramlar ve işbirlikleri ile ele alınmaya başlandığını söylemek mümkündür.

1.3.3. Endüstri 4.0 ve Sürdürülebilirlik Yaklaşımı

Sürdürülebilirlik terimi, politika odaklı araştırmalarda kamu politikalarının nihai hedefi olarak belirlenmiş olup 1987 yılında Dünya Çevre ve Kalkınma Komisyonu tarafından yayımlanan Brundtland Raporu ile ilk kez kullanılmıştır.

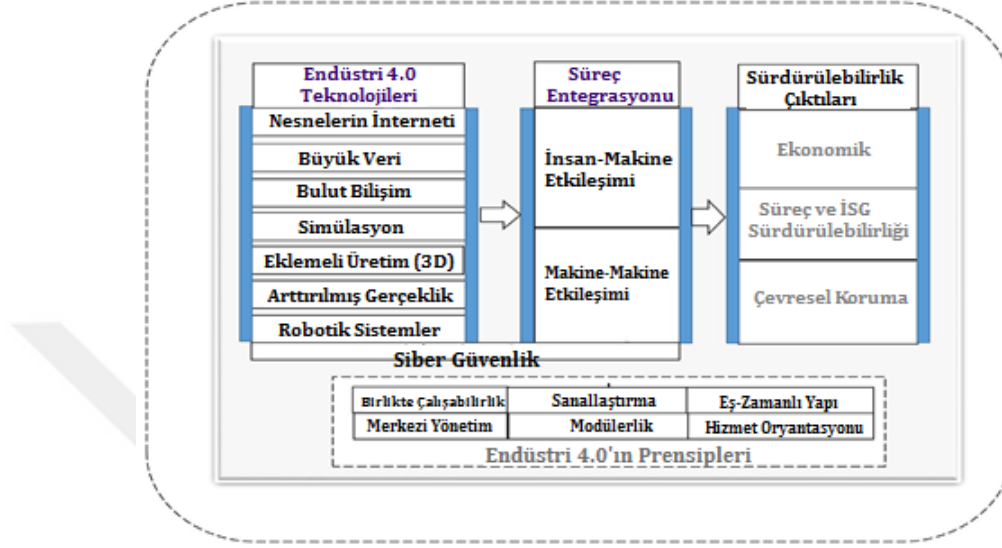
Sürdürülebilirlik yaklaşımı, Maltus’un nüfus teorisinin çekincelerine dayalı olarak geliştirilmiş bir kavram olup günümüzde “yeşil büyüme” yaklaşımına dayanan kalkınma biçiminin ürünü olarak öne çıkmaktadır.

Endüstri 4.0 'ın sürdürülebilirlik ile ilişkisini ele alan çalışmalara bakıldığında dijitalleşme araçlarının sağlayacağı sürdürülebilirlik etkileri yanında nesnelerin interneti, eklemeli üretim ya da büyük veri gibi her bir dijital unsurun kendi özelinde sağladığı sürdürülebilirlik boyutlarıyla da ele alınan çalışmalar da bulunmaktadır (Kanth vd., 2011; Perera ve Zaslavsky, 2014; Nuaimi vd., 2015; Pocero vd. 2017).

Öyle ki, bu çalışmalardan ilki endüstri 4.0' ın enstürmanlarından olan RFID tabanlı sistemlerin çevresel sürdürülebilirlik yaklaşımı ile değerlendirildiği ampirik bir çalışma olup rfid baskılı anten kullanımının diğer muadil araçlara göre havaya, endüstriyel toprağa, tatlı ve tuzlu (deniz suyuna) yönelik bulgular karşılaştırıldığında daha çevre dostu bir araç olduğu sonucuna ulaşmıştır (Kanth vd., 2011). Yine bir diğer çalışmanın bulgularına göre bilhassa akıllı şehir uygulamaları ile dijitalleşme unsurlarının kullanılarak (ERP, GIS vb.) geliştirilecek uygulamaların merkezi izleme sistemleri sayesinde atık noktalarını tespit etmek, enerji ve doğal kaynak tüketimini azaltmak gibi etkilerle “kaynak kullanımı etkinliği” açısından olumlu sonuçlar doğuracağı belirtilmiştir (Nuaimi vd., 2015). Yine endüstri 4.0' ın çevresel sürdürülebilirliği üzerine yapılan çalışmada ise, yine benzer bir yaklaşımla özellikle eğitim binalarını hedefleyen açık kaynak kodlu bir IoT altyapısı kullanılarak enerji tüketimi ve çevresel sürdürülebilirliğin izlenmesine yönelik düşük maliyetli bir uygulama geliştirilmiştir (Pocero vd.,2017).

Literatürde dijital dönüşümün “sürdürülebilirlik” üzerindeki etkisine yönelik çalışmaların ise yalnızca çevresel sürdürülebilirlik ile sınırlandırılmadığı görülmüştür. Öyle ki, Endüstri 4.0'ın sürdürülebilirlik ile ilişkisini ele almayı amaçlayan çalışmaların sınıflandırıldığı nitel bir araştırmanın bulgularına göre Endüstri 4.0' ın sürdürülebilirlik çerçevesi Şekil 2. de belirtildiği üzere üç ana arterde şekillendirilmiştir (Kamble vd., 2018).

Şekil 4. Endüstri 4.0 ve Sürdürülebilirlik Çerçevesi



Şekil 4.'de gösterilmiş çalışmada, literatürdeki çalışmaların Endüstri 4.0'ın işgücü boyutuyla değerlendirildiği insan-makine etkileşimi ile atölye ve ekipmanların kendi içerisinde entegrasyonunun değerlendirildiği makine-makine etkileşimi doğrultusunda sürdürülebilirliğin “ekonomik”, “süreç ve iş sağlığı ve güvenliği” ile “çevresel sürdürülebilirlik” alt boyutlarıyla ele alındığı görülmüştür.

Gerçekten de Endüstri 4.0 iş sağlığı ve güvenliğine etkisi yönüyle üretimin iş kazalarının sebep olduğu kesintiler olmaksızın üretimin gerçekleştirilmesini sağlayabilecek olup böylece işletmelerin seri üretim yapmaları ile ; işgücünün üretim sürecinde meydana gelebilecek olası tehlikelerden korunarak bu anlamda işletmelerin cezai yaptırımlardan korunması açısından “ekonomik” bir etkisi olduğunu söylemek mümkündür.

Ayrıca, özellikle yüksek risk gerektiren sektörlerde ve işlerde işgücü yerine akıllı tabanlı sistemlerin kullanılmasıyla “işgücünü koruyucu” yönü olabileceğini söylemek mümkündür. Öyle ki, riskli sektörlerde kullanılmak için geliştirilen, yapay zeka destekli görüntü işleme teknolojilerinin kamera sistemlerine entegrasyonunun sağlanması ile alev tespiti yapma özelliğine sahip erken uyarı sistemi ve sanal gerçeklik teknolojisi ile işyerlerinde gerçekleştirilecek simülasyon

teknolojileri ile iş sağlığı ve güvenliği eğitimlerinin daha etkin verilmesi konusunda teknolojiler geliştirilmiş olup (<http://www.meganova.com.tr>, 2019) bu bağlamda endüstri 4.0'ın iş sağlığı ve güvenliği üzerinde iyileştirici etkisinin de olabileceğini söylemek mümkün hâle gelmiştir.

1.3.4. Endüstri 4.0 ve İnovasyon Yaklaşımı

Bir işletmenin en önemli iki işlevinden biri olarak tanımlanan inovasyon (Drucker, 1955) kavramsal olarak sistematik bir yapıya kavuşturulması Schumpeter'in çalışmalarına dayanmakta olup buluş, yenilik ve yayılma olarak üç aşamaya atfedilmiştir (Greenacre vd., 2012). Schumpeter, inovasyonu girişimcilerin olağanüstü çabaları sonucu ortaya çıkan bir güç olarak atfederek neoklasik büyüme modellerinin aksine teknoloji ile birlikte büyümenin “içsel” unsuru olduğunu savunmuştur (Ansal, 2004). İnovasyon, girişimcilerin ürün-pazar-teknoloji-organizasyon ilişkisi arasında yeni bir kombinasyon oluşturabilme becerisi olarak da tanımlanmakta (Boer ve During, 2001) böylece işletmelerin sürdürülebilir büyüme stratejileri için önemli bir unsur olarak görülmektedir.

İnovasyon, kelime kökeni olarak incelendiğinde, latince “innovatus” kelimesinden gelerek toplumsal, kültürel ve idari yapılanmalarda yeni yöntemlerin kullanılması anlamında tarihte kullanıldığı görülmüştür (Karaata, 2012). Literatürde inovasyon konusunda yapılan tanımlamalara bakıldığında ise “ürün ve hizmet”, “süreç”, “pazarlama” ve “organizasyonel yenilikler” olmak üzere dört temel yapıda sınıflandırıldığı görülmektedir (Barış, 2018).

İnovasyon, günümüzdeki anlamı ile kullanılsa da çağlardan beri iktisat ekollerince teknoloji ile birlikte ekonomik ilerlemenin itici gücü olarak görülmüştür. Öyle ki geçmişte Karl Marx ve Adam Smith icatları kapitalist ekonominin sermaye birikimi sonrasında en etkili itici unsuru olarak görmüş, yakın dönem iktisatçılardan Shumpeter de inovasyonu ve özdeşleştirdiği girişimcilik kültürünü iktisadi büyümenin kaldırıcı olarak görmüştür. David Ricardo'nun ise, teknolojik ilerlemenin etkilerine günümüz dijital dönüşümü ile beklenen literatür ikilemlerine vurgu yapar nitelikte bir yaklaşım sergilediği görülmüştür. Öyle ki Ricardo, teknolojik gelişmenin ülkelere uluslararası alanda rekabet avantajı

sağlayarak ekonomik büyümeye sebep vereceği ancak söz konusu teknolojik gelişmenin işsizliğe sebep olması nedeniyle ise ekonomik büyümenin olumsuz etkileneceğine vurgu yaparak (Turanlı ve Sarıdoğan, 2010) teknolojik ilerlemenin büyüme üzerindeki ikileminden bahsetmiştir.

Dijital dönüşümün inovasyon ile arasındaki ilişki incelendiğinde ise “endüstri 4.0’ın *imalat sanayisinde inovasyonu kurumsallaştırmasının bir süreci*” olarak tanımlanmıştır (Reischauer, 2018). Böylece inovasyonun yeni endüstriyel dönemin temel misyonuna atfedildiği görülmektedir. Bu kapsamda doğan “inovasyon sistemi” yaklaşımı yeni dönem endüstri ilişkilerinde yeni bir yönetim sürecini tanımlamaya başladığı görülmektedir.

İnovasyon sistemi en genel tanımıyla, yenilikçiliğin kamusal kanallar aracılığıyla firmalar, sektörler ve bölgeler arasındaki yayılımını teşvik ederek farklı tarafların Ar-Ge, finansman, bilgi yönetimi ve insan kaynağı planlaması gibi bütüncül ihtiyaçlarının etkin bir koordinasyon yönetimi sağlayarak ülke menfaatleri için karşılanmasıdır.

Söz konusu süreç, ülkelerin ekonomik kalkınma sürecinde kilit bir unsur görülerek farklı biçimlerde uygulanmaya çalışılmıştır. Örneğin, İsveç’in inovasyon teknoloji sistemi teknolojik bilgi ağlarına odaklanarak, kurumsal altyapı, ekonomik etkinlik ve kümelenme yaklaşımına odaklı bir ulusal inovasyon yönetimine odaklanmıştır (Nelson, 1993). Japonya’da uygulanan ulusal inovasyon sistemi prpjesinde ise daha çok sosyo-ekonomik adaptasyonu odak alınarak, arge harcamaları finansmanı, eğitim kurumları ve büyük sanayi işletmeleri arasındaki ilişkiyi hedef alınmıştır (Freeman, 1987).

Türkiye’de ise bilgi toplumu sürecinin bir parçası olarak ilk olarak Tübitak tarafından koordine edilen ulusal inovasyon sistemi projesi, yaşanan yeni endüstriyel dönüşümün inovasyon odaklı sürdürülebilir bir hâl alması için farklı stratejik plan ve programlar ile Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı ile yine Tübitak aracılığıyla yönetilmektedir.

Konunun önemi ise inovasyonun işletme karlılığı ve dolayısıyla ekonomik büyümenin bir unsuru olduğu anlayışına dayanmasıdır. Öyle ki, teknolojik inovasyonun büyüme üzerindeki etkisi farklı ampirik çalışmalarda irdelenerek pozitif yönde etkisi olduğu üzerinde durulmuştur (Yıldız, 2008; Özkul ve Örün, 2016;

Sungur vd., 2016; Ballı, 2017; Algan vd, 2017).

Buna göre Teknoloji Başarı Endeksi ve Archibugi CoCo (Ar-Co) endeks değerleri ve teknolojik inovasyon endeksi (TİE) değerlerini hesaplayarak gerçekleştirilen panel veri analizi sonucunda bütün ülkelerde teknolojik inovasyonun ekonomik büyüme üzerinde pozitif yönde etki ettiği bulgularına ulaşılmıştır (Yıldız, 2008). Bir diğer alışmada ise, 2002-2013 yılları arasında OECD ülkeleri üzerinde yapılan panel veri analizinde teknolojik inovasyon yoğunluğunun ekonomik büyüme üzerinde anlamlı bir etkisi olduğu sonucuna ulaşılmıştır (Özkul ve Örün, 2016).

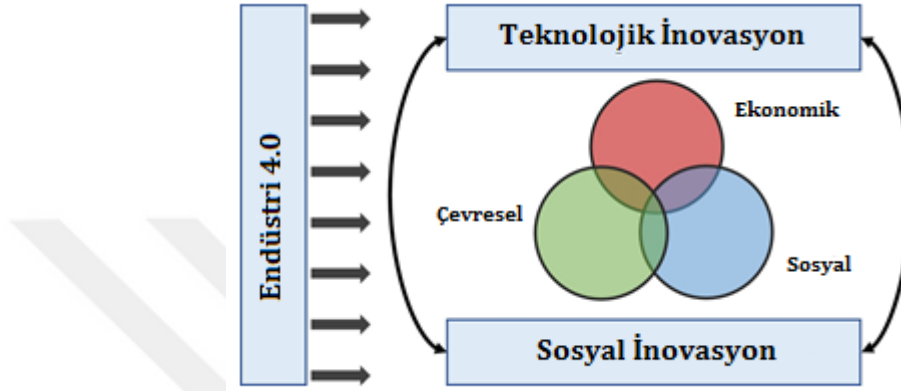
Yine bir diğeri çalışmada ise, Türkiye’ de yapılan araştırma ve geliştirme, inovasyon ve ihracatın ekonomik büyüme ile olan ilişkisini anlamayı amaçladığı çalışmada inovasyon göstergeleri olan patent sayısı ve yapılan Ar-Ge harcamalarının ekonomik büyüme üzerinde doğrudan etkisi olduğu sonuçlarına varılmıştır (Sungur vd., 2016). Üst ve üst-orta gelir grupları ülkelerde teknoloji, inovasyon ve ekonomik büyümenin ilişkisini analiz etmeyi amaçlayan çalışmada ise, yine Ar-Ge harcamaları ve patent sayısındaki artış ile ekonomik büyüme üzerinde çift yönlü ilişki olduğu sonucuna ulaşılmıştır (Ballı, 2017). Bu alanda yapılan bir diğeri çalışma olan ve tarafından gerçekleştirilen çalışmada ise diğeri çalışmaları doğrular nitelikte Ar-Ge harcamaları ve patent sayısının uzun dönemde gayrisafi yurtiçi hasıla üzerinde pozitif yönde etkisi olduğu sonuçlarına ulaşıldığı görülmüştür (Algan vd, 2017). Bu anlamda, teknolojik yatırımların ve patent çıktısının bir girdisi olan inovasyon yatırımları ve arge harcamalarının ekonomilerin büyüme üzerinde etkisi olduğu konusunda literatürde ortak bir dil oluştuğunu söylemek mümkündür.

Literatürde endüstri 4.0’ ın inovasyon kavramı ile ilişkisinin kurulduğu bir diğeri boyut ise “sosyal inovasyondur”. Sosyal inovasyon, kâr maksimizasyonu yerine sosyal bir ihtiyacı karşılamak odaklı motive olmuş girişimcinin yaratmış olduğu yenilikçi ürün ve hizmetler olarak tanımlanmaktadır (Mulgan, 2007).

Endüstri 4.0’ın sosyal inovasyon ile etkileşimine bakıldığında ise literatürde bir önceki başlıkta incelenmiş olan “sürdürülebilirlik” yaklaşımı ile benzer bir yaklaşımla kullanıldığı görülmektedir.

Buna göre hızlı teknolojik ilerlemenin çevresel, sosyal ve ekonomik sistemde beklenmedik sonuçlarının da ele alınarak “bütüncül” (holistic model) bir bakış açısıyla sürecin yorumlanması gerekmektedir (Morrar vd., 2017).

Şekil 5. Sürdürülebilir Endüstri 4.0 İçin Potansiyel Çerçeve (Morrar vd., 2017)



Öyle ki, Şekil 5. ‘ de gösterildiği üzere sosyal inovasyonun göz ardı edildiği bir yaklaşımın endüstri 4.0’ ın “sürdürülebilirliği” için sorunlara neden olabileceği savunulmaktadır. Gerçekten de, yeni dijital dönüşümün işgücü piyasalarında özellikle düşük vasıf düzeyine sahip kişiler üzerinde teknolojik işsizliğe neden olabileceği (Swan, 2017) yönüyle işgücü piyasasında negatif yönde etkisi olabileceği, bir yandan da büyük veri, yapay zeka ve bulut bilişim gibi endüstri 4.0’ ın enstürmanlarının kullanılarak sığınmacıların işgücü piyasalarına adaptasyonunun sağlanması yönünde yapılan yenilikçi çalışmalar yapılması (Immigrationlab.com, 2019) örneğindeki gibi istihdamı destekleyici farklı yönleri mümkündür. Bu bağlamda, politika yapıcılarının ülkelerin dijital kalkınma süreçlerinde inovasyonu bir bütün olarak ele alması ve sosyal inovasyonu destekleyici tedbirleri de içerecek politikalar belirlemesi ve yol haritalarını bu doğrultuda şekillendirmesi gerekmektedir. Bu kapsamda inovasyon yönetimi yeni sanayi devriminin temel bileşenlerinden birini oluşturduğunu ve kamusal politikalarla kapsayıcı bir yönetim biçimiyle desteklenmesi gerekmektedir. Öyle ki, Global İnovasyon Barometresinin Türkiye’de yakın zamanda yaptığı bir araştırmanın bulgularına göre işletmelerin inovasyon konusunda engelleri ve zorlandığı konular sorulduğunda ilk sırada yer alan sorun “yeterli yatırım ve finansal destek eksikliği” olarak dile getirilmiş olup

bu kapsamda yeni sanayi devrimi sürecinde başta imalat sanayisi işletmeleri olmak üzere işletmelerin inovasyon alanında kamusal destek modelleri ile desteklenmesi gerekmektedir.

1.3.5. Endüstri 4.0 ve İşgücü İkamesi Yaklaşımı

Dijital dönüşümün temel motivasyonlarından bir tanesi de artan otomasyon teknolojileri ile üretim süreçlerinin ve çoğu işin daha kısa sürede ve az maliyetle sağlanacağı vurgusudur. Kâr maksimizasyonu amacı güden ve bu bağlamda üretim süreçlerini planlayan işletmelerin bu hedef ekseninde endüstri 4.0 araçlarını üretim süreçlerine adapte etmeye başlamıştır. Bu süreç ile işgücü piyasalarında bazı olası değişimler olması tahmin edilmektedir. Bu değişimin ise ağırlıkla “işgücü ikamesi yaklaşımı” yönüyle irdeleyen çalışmalar öne çıkmış bulunmaktadır.

İşgücü ikamesi yaklaşımının temeli üretimde işgücüne dayalı yapılan işlerin yerine robotik ve bilgisayar tabanlı teknolojilerin kullanımının olmasıdır. Bu durum bazı sektörlerde istihdam alanlarında daralmalara sebep olacakken bazı sektörlerde ise henüz piyasada var olmayan istihdam alanlarına sebep olacaktır.

Nitekim, bu alanda yapılan bazı araştırma raporlarının bulgularına göre, robotların bir takım düşük vasıf gerektiren işleri işgücü piyasasından sileceği bu anlamda küresel düzeyde üç yüz yetmiş beş milyon meslek sahibi işgücünün istihdam dışı edebileceği öngörüsü yansıtılmıştır (Mckinsey, 2017). Bu bağlamda, robotların özellikle mavi yaka ve düşük vasıflı istihdam alanları üzerinde yıkıcı yönde etkisi olacağı böylece “işgücü ikamesi” olarak işgücü piyasasının yeni aktörleri olacağı varsayılmaktadır. Öyle ki, robotların işgücü piyasasında tanınmasına yönelik yeni bir işçi sınıfı doğmaya başlamış ve bu konuda “metal yakalılar” grubu olarak yeni bir sınıf kavramının insan kaynakları literatürüne girmeye başladığı görülmüştür (Deloitte, 2019).

Endüstri 4.0 işgücü piyasasında yaratacağı etkiye yönelik yapılan çalışmalara bakıldığında, satış ve e-ticaret, imalat sanayisi, yapı işleri ve bazı finansal hizmetler gibi alanlarda dijital teknolojiler ile büyük risk altında olduğu sektörler olarak vurgulanırken, veri analisti, yazılım ve mobil uygulama teknolojileri geliştirici,

dijital pazarlama ve yeni teknoloji (3d yazıcı, robotlar vb.) tasarımcılarının aranan meslekler olarak yeni iş alanları hâline geleceği ifade edilmiştir (Degryse, 2016).

Böylece endüstri 4.0' ın düşük vasıflı ya da daha çok beden gücüne dayalı işlerde işgücü ikamesine neden olacağı, bunun yanında bilişsel beceriye sahip işgücü için yeni istihdam alanları yaratacağını söylemek mümkündür.

Tüm bu varsayımlar doğrultusunda, özellikle Türkiye'de ki gibi genç nüfusun çoğunlukta olduğu alanlarda, gençlerin dijital işgücü piyasasının talep ettiği nitelikler doğrultusunda yetiştirilerek eğitim, çıraklık ve staj gibi yenilikçilik içeren eğitim uygulamalarının tasarlanması gerekmektedir.

1.4. DÜNYA' DA ENDÜSTRİ 4.0'IN GENEL GÖRÜNÜMÜ VE İŞGÜCÜ PİYASALARINA ETKİSİ

1.4.1. Dünya' da Endüstri 4.0'n Mevcut Görünümü

Dünya' da endüstri 4.0'ın genel görünümüne bakıldığında ülkelerin farklı aşamalarda olduğu görülmektedir. Öyle ki Uluslararası Robotik Federasyonu 2018 verilerine göre, Çin, Japonya, Kore Cumhuriyeti, Amerika Birleşik Devletleri ve Almanya %74 ile robot pazarının lideri konumda iken ([IFR, 2019](#)) robotik teknoloji pazarının genişliğine karşın, Çin' in endüstri 4.0 ile ilgili gelişiminde henüz 2.0 ya da 3.0 düzeyinde yer aldığı belirtilerek, düşük katma değerli üretimde olduğu bu bağlamda imalat süreçlerinin inovasyon ve akıllı üretim tabanlı yeniden yapılandırılması gerektiği belirtilmiştir (Deng ve Han, 2017). Ancak, hammadde ve emek yoğun üretim faktörlerine dayalı rekabet üstünlüğü sağlayan Çin' de diğer gelişmiş ülkelere oranla pazarın çok paydaşlı bir yapıda olması inovasyon yatırımlarına engel teşkil etmektedir. Öyle ki, Çin'in imalat endüstrisinde kullandığı çekirdek teknolojiler ve donanımları dış kaynaklara büyük ölçüde bağımlı olup, çekirdek teknolojilerin %99' dan fazlası üzerinde fikri mülkiyet kullanım hakkı bulunmamakta ve yabancı sermaye yatırımcıları tarafından koordine edilmektedir (Zhang vd., 2016).

Çin ekonomisinde bu bağlamda dijital dönüşüm süreçlerinde görülen sorunlu alanlar gelişmiş ülkelerle karşılaştırıldığında imalat sanayisinde teknoloji yerine emek yoğun üretim süreçlerinin hâkim olması, endüstriyel standartlaşmanın düşük olması, inovasyon kapasitesinin zayıf olması, dijital altyapı yetersizliği, yüksek enerji tüketimi ve çevresel sürdürülebilirliğin zayıf oluşu sorunları dijital dönüşümün önündeki engeller olarak belirtilmiştir (Chunxi, 2015). Bu anlamda, dijital dönüşüm yatırımları ve politika üretimleri süreçlerinde Çin'in geleceği önemli bir araştırma alanı hâline almıştır.

Avrupa Birliği ülkelerinin dijital dönüşüm konusunda durumlarına bakıldığında ise her ülkenin farklı seviyelerde olduğu görülmüştür. Bu farklılık, ülkelerin dijital olgunluklarının arttırılmasına yönelik dijital altyapı, nitelikli işgücünün yetiştirilmesi, finansal desteklerin arttırılması gibi farklı politika alanlarına odaklanarak çalışmalar yapıldığına sebep olmuştur. Bu anlamda, AB ülkelerinde yapılan yatırımların sebep olduğu dijital ilerlemenin istatistiksel değişimini (benchmarking) anlamak ve ilerlemenin izlenebilirliğinin sağlanması için Dijital Ekonomi ve Toplum Endeksi (DESI) hazırlanmıştır.

DESI, ülkelerin dijital ilerleyişinin hesaplanmasında farklı ağırlık ölçütlerinde “beş” temel kriter ele almakta olup bu anlamda; bağlantı altyapısı (connectivity), beşeri sermaye (human capital), internet kullanımı (use of internet), dijital teknoloji entegrasyonu (integration of digital technology) ve dijital kamu hizmetleri (dijital public services) özelinde ülkelerin toplam skorlarını belirlenmektedir. Bu bağlamda, Avrupa Birliği ülkelerinde dijital ilerlemenin mevcut durumuna bakıldığında genel skorda %70 ile dijital ilerlemede ilk sırada yer alan ülke Finlandiya iken bunu sırasıyla İsveç, Hollanda, Danimarka, İngiltere ve Lüksemburg takip etmiştir.

Dijital ilerleme endeksinde dördüncü sanayi devriminin ilk olarak söz edildiği Almanya ise 11. Sırada yer almış, AB ülkeleri içerisinde dijital ilerlemenin en son sırasında ise %40'ın altında kalarak Bulgaristan' ın yer aldığı görülmüştür (DESI, 2019).

Endekste, odak alt alanlarda bakıldığında ise, beşeri sermaye ve dijital kamu hizmetleri sunumunda yine Finlandiya birinci sırada yer alırken, bağlantı alt yapısı ve internet kullanım sıklığı ile ilk sırada Danimarka yer almış, dijital teknolojilerin entegrasyonunda ise İrlanda' nın ilk sırada yer aldığı görülmüştür (DESI, 2019).

Bu farklılıklar itibariyle ülkelerin de dijital dönüşüm alanında mevcut ekosistemlerine ve öncelikli alanlarına uygun olarak farklı strateji programları oluşturulduğu görülmektedir. Öyle ki, Danimarka' da “İmalat Akademisi” isimli başlatılan programda; araştırma, inovasyon ve eğitim aracılığıyla şirketler, araştırma ve endüstriyel bilgi kuruluşları bir araya getirilerek işbirliği odaklı üretimin yapılması konusunda teşviklerin bulunduğu görülmüştür (www.made.com, 2019).

Bir diğer AB ülkesi olan Estonya' da ise, “E-Estonya Konseyi” kurulması sağlanarak, ulusal çapta dijital dönüşümün ve e-yönetişimin bilgi ve iletişim teknolojileri sektörü temsilcileri, uzmanlar ve başbakan ile bakanların da dahil olduğu bir konseyin kurulması sağlanarak dijitalleşmenin önemli bir politika bileşeni hâlini alması sağlanmıştır (E-Estonia Council, 2019).

DESI indeksinin birinci sırasında yer alan Finlandiya da ise, kamu finansmanları aracılığıyla -endüstriyel internet-işdevrimi programı-, uluslararası büyümeyi hedefleyen yeni hizmetler ve iş modelleri geliştirmek için dijitalleşmenin kullandığı projeleri finanse etmeye başlamış (Fimecc, 2019) bu anlamda dijitalleşmenin daha çok finansal ayağına odaklandığı görülmüştür.

İtalya' da ise dijitalleşmenin “akıllı fabrikalar” ayağına daha çok odaklanılarak araştırma ve geliştirme temelli bir strateji hazırlanmış (<https://www.fabbricaintelligente.it/>, 2019), ayrıca ‘Youth Guarantee’ isimli program ile dijital dönüşümün istihdam boyutunu da önemseyerek firmaların dijital işgücü ihtiyacının karşılanması için özel bir staj programı başlatmıştır (<http://www.crescereindigitale.it/>, 2019). Hollanda da, yine İtalya hükümeti gibi dijitalleşmenin “akıllı fabrikalar” ayağına odaklanarak, araştırma geliştirme, bilgi kuruluşları ve şirketlerin hedef alındığı bir strateji hazırlamış aynı zamanda tüm eğitim seviyelerinde işgücünün ek beceri ve niteliklerinin geliştirilmesine odaklanmıştır (<https://www.smartindustry.nl/>, 2019).

1.4.2. Türkiye’ de Dijital Dönüşümün Mevcut Durumu

Türkiye’de dijital dönüşüm sürecinin mevcut durumuna bakıldığında, henüz hazırlık aşamasında olduğu ve dijital dönüşümün Türkiye’de başarılı bir şekilde gerçekleşmesi hâlinde imalat sanayisinde verimliliğin %4 ila %7 oranında arttırabileceği ve ulusal ekonomide %3’lük bir büyüme gerçekleştirebileceği belirtilmiştir (Tüsiad, 2016). Bu kapsamda fırsat olarak görülen dijital dönüşümün sağlanmasına yönelik yol haritası belirleme çalışmaları ile altyapı hazırlıklarının geliştirilmeye başlandığı görülmektedir.

Türkiye’de dijital durumun mevcut durumuna ilişkin sınırlı araştırmalar yapılmış olup söz konusu araştırmaların sanayi odaları, işveren kuruluşları ve sanayi bakanlığının çatıya altında yapıldığı görülmüştür. Akademik alanda yapılan ve Türkiye’nin dijitalleşme sürecinde mevcut durumuna ilişkin sınırlı çalışmalara bakıldığında ise, ulusal literatürde mevcut durum analizine yönelik rastlanan tek çalışma, kümeleme analizi yöntemi ile Türkiye’nin mevcut durumunun AB ülkeleri ile karşılaştırıldığı bir çalışmadır. Bu çalışmaya göre Türkiye’de dijitalleşme sürecine geç başlaması sebebiyle performansı düşük olan ülkelerle gruplandırıldığı görülmüştür (Ünlü ve Atik, 2018:417). Mevcut ulusal literatürde genel olarak çalışmaların ise işgücüne ve piyasalara etkisi üzerine literatür bulguları ile değerlendirmeler içerdiği anlaşılmıştır.

1.4.3. Dijital Dönüşümün Dünya İşgücü Piyasalarına Etkisi

Dijital dönüşümün işgücüne piyasalarına etkisine yönelik yapılan çalışmalara bakıldığında hemen tüm çalışmaların yeni endüstri dönüşümünün işgücü piyasaları üzerinde büyük ölçüde etkisi olacağı ve farklı sektörlerde farklı ölçüde daralma ve büyümelere etki edeceği yönündedir.

Mevcut daralmanın yanı sıra yeni işgücü yetkinlerine talep olacağı ve yeni istihdam biçimlerinin de ortaya çıkacağını belirten çalışmalar bulunmaktadır. Öyle ki dijital dönüşümün hız kazandıracağı yeni istihdam biçimlerinin sınıflandırılmasına yönelik yapılan çalışmada yeni istihdam modelleri “paylaşım ekonomisi” temelinde şekillendirilmiştir (Degry, 2016). Buna göre söz konusu istihdam modelleri;

1. **Çalışan Paylaşımı (Employee Sharing):** Bireysel bir işçinin, çeşitli şirketlerin insan kaynakları ihtiyaçlarının karşılanması için bir grup işveren tarafından ortak kiralanması; bu iş için sürekli ve tam zamanlı istihdam imkanının işçiye sağlanmasıdır
2. **İş Paylaşımı (Job Sharing):** Bir işverenin belirli bir işi ortaklaşa doldurması için iki ya da daha fazla işçi çalıştırması durumunda, iki veya daha fazla işçinin yarı zamanlı işi tam zamanlı bir pozisyonda birleştirilmesidir.
3. **Geçici Yönetim (Interim Management):** Yetenekli uzman personellerin belirli bir proje için ya da sorunun çözümü için geçici süre ile işe alınarak dış yönetimlerin işletme organizasyonuna dahil edildiği yapıdır.
4. **Geçici İşler (Casual Work):** Bir işverenin düzenli olarak çalışana iş sağlamaya mecbur olmadığı ancak talep üzerine çağrı yapma esnekliğine sahip olduğu istihdam biçimidir.
5. **Bilgi İletişim Teknolojileri Tabanlı Mobil Çalışma (ICT-Based Mobile Work):** İşçilerin modern teknolojiler ile desteklenerek zaman ve mekandan bağımsız kendi işlerini yapabilecekleri istihdam biçimidir.
6. **Kupon Tabanlı İşler (Voucher-Based Work):** İstihdam ilişkisinin hem ücretlerin hem de ücrete bağlı diğer sosyal güvenlik unsurlarının bir yetkili kuruluşça ödenerek satın alınan kuponlar karşılığında verilen hizmetlerdir. Bu istihdam biçiminde, yetkili kuruluş genelde devlet kurumları olup, istihdam ilişkisinin kurulması ve sona erdirilmesindeki idari yükün hafifletilmesi ve esnetilmesine olanak sağlamaktadır. Söz konusu istihdam biçiminin en büyük avantajı çalışanların sosyal korumaya erişimlerinin güvence altına alınmasını sağlamak iken, iş güvencesizliği ve aşırı esneklik ile kısa süreli işlere yani “az istihdama” neden olması sebebiyle dezavantajlı yönleri bulunmaktadır (Eurofound, 2014).
7. **Portfoy Çalışma (Portfolio Work):** Serbest çalışan bir işçinin birden fazla işveren-müşteri- için emeğini kiraladığı ve her biri için küçül ölçekli işler tamamladığı istihdam biçimi.

8. ***Kalabalık İstihdam (Crowd Employment)***: Bir çevrimiçi platformda işveren ve işçilerin eşleşerek işçilerin işlerini çevrimiçi gerçekleştirdiği istihdam biçimidir. Bu istihdam biçiminde, içerik üretimi, ürün tasarımı ve çeviri hizmetleri gibi işlerin bu istihdam biçimine uygun olduğu bazı yazarlarca ortaya konulmuş olup Taylorizm’ in yeni bir türü olarak adlandırılarak; kuruluşların bilişsel verimliliğini optimize ettiği öne sürülmüştür.

Belirtilen istihdam türleri haricinde işgücünden yeni yetkinliklerin beklenerek bazı işgücü gruplarında daralma ve hatta yok oluş yaşanırken bilhassa bilişsel becerilerin hakim olduğu istihdam biçimleri ile işgücü piyasasında nitelik ve niceliksel değişimler yaşanması beklenmektedir. Öyle ki, sekreterlik, kargo ve nakliye, idari işler, makine operatörlüğü ve kasiyerlik gibi işlerin artık ortadan kalkarken veri bilimci, bulut yöneticisi, 3d yazıcı mühendisi gibi yüksek nitelikli işgücü ihtiyacı doğacağı belirtilerek (Gökalp vd., 2018:4-5) dijital dönüşümün işgücü piyasalarına etkisinden bahsedilmiştir.

İKİNCİ BÖLÜM

ENDÜSTRİ 4.0 VE VERİMLİLİK İLİŞKİSİ

2.1. VERİMLİLİĞİN KAVRAMSAL VE KURAMSAL ÇERÇEVESİ

Verimlilik, ekonomik aktörlerin mal ve hizmet üretme süreçlerinde kullandıkları girdileri bir arada ne kadar efektif kullandığının bir bileşenidir. Söz konusu kavram, en genel tanımı ile işletmelerin üretim süreçlerinde kullandıkları kaynakların bir kısmının ya da tamamının elde edilen çıktıya oranlandığında mevcut çıktı olarak tanımlanabilmektedir.

Verimlilikte meydana gelen gelişmeler ekonomilerin aynı girdi miktarı seviyesinde daha fazla mal ve hizmet üretmesini sağlamakta, bu bağlamda en az kaynak ve maksimum çıktı artışı ile ülkelerin genel refah seviyesinde iyileşmelere sebep olmaktadır. Bu yüzden, ulusal ve uluslararası rekabet ortamında verimlilik artan oranda önem kazanan bir kavram olmuştur. Öyle ki, 1970'lerden sonra, verimlilik artış hızının dış ülkelerdeki rakiplerine kıyasla daha yavaş seyretmesi ABD' de işletmelerin rekabet güçlerinin düşmesinin önemli nedenlerinden birisi olarak görülmüştür (Ertuğrul, 2003:12).

Çok oyuncunun bir arada bulunduğu piyasalarda rekabet, işletmelerin temel davranışlarından birisi haline gelmiş olması sebebiyle işletmeler rekabet avantajını korumak için en az kaynak ile maksimum kâr elde etme güdüsü ile hareket etmektedirler. Kıt kaynakların kullanımının önemli bir ölçütü olan verimlilik bu kapsamda işletmelerin kâr maksimizasyonu ve büyüme stratejilerinde temel aldıkları bir kavram olarak öne çıkmaktadır.

Verimlilik kavramı söz konusu önemi yanında etkinlik ve etkililik gibi kavramlarla literatürde kimi zaman birbiri yerine kullanılmıştır. Oysa ki etkinlik, kısaca işletmelerin ulaşmayı hedeflediği amaçlarına ulaşma derecesi olarak tanımlanırken, verimlilik ise sonuç birimi başına kullanılan kaynakların miktarın oranı olarak tanımlanabilmektedir (Daft, 2003' den aktaran Potočan, 2006).

Etkinlik ve etkililik kavramları literatürde kullanılan temel ifadeler olup bazı yazarlarca örgütsel yapıyla ilişkilendirilerek tanımlanması da sağlamıştır. Öyle ki, “örgütsel etkililik” kavramının insan kaynakları literatüründe sıklıkla yer aldığı görülerek, örgütün yaptığı işin işletmeye sağladığı fayda ve bu süreçte kaynakların ne ölçüde “iyi” değerlendirildiğini önemsemesi olarak tanımlanmıştır (Yükçü ve Atağan, 2009).

Örgütsel etkililiğin sağlanması ile işletmeler iç kontrol sistemlerini etkili bir şekilde çalıştırdığında hata ve hileler en aza inmekte; israfı azaltarak kaliteyi artırma amacıyla “sürekli gelişimi” hedefleyen bir yönetim biçiminde işletmenin verimliliği de artmaktadır (Tutkavul, 2019). Nitekim, işletmelerde sürekli gelişimin en temel kaidelerinden birisi de verimlilik artışının sağlanmasıdır (Öğünç ve Doğru, 2017).

Verimlilik artışının sağlanması önemine istinaden verimliliğin ölçüm yöntemlerine ilişkin çalışmalar yapılmıştır. Verimliliğin ölçümünde temel alınan girdiler; kullanılacak ölçekte kaynakların bir kısmının dahil edildiği yaklaşımla kısmi verimlilik ölçüsü olarak tanımlanırken değerlendirme sürecine tüm kaynakların dahil edildiği yaklaşımla ise toplam faktör verimliliği ismi verilmektedir. Bir çıktının elde edilmesinde kullanılacak girdi unsurları çalışma saatleri, sermaye ya da hammadde gibi çeşitli kaynaklar olabilmekte (Yadav ve Marwah, 2015) bazense karar vericinin verimliliğin ölçümünde kullandığı değişkenlerin arasında kıyaslama sağlamak istediği diğer bileşenlere göre şekillenebilmektedir. Buna göre, işletmeler için mutlak bir verimlilik ölçütü söz konusu olmamaktadır.

Verimlilik kavramı, makro anlamda ekonomik büyüme ile ilişkili olması nedeniyle çağlardan beri önemli bir çalışma alanı haline gelmiştir. Öyle ki, Adam Smith Milletlerin Zenginliği isimli eserinde verimlilik kavramını toplu işne –bazı çevirilerde çivi olarak geçer- üretiminde artış sağlamak için işgücü-işbölümü ilişkisi yönüyle üretim sürecini analiz ederek; günümüzde geçerliliği süregelen ve modern üretim biçimlerinden birisi olan bir yaklaşımla analiz etmiştir.

Verimlilik mikro boyutta ise işletmelerin bekasında kilit faktör olarak görülerek işletme verimliliği ve buna bağlı olarak da karlılığının artırılmasında organizasyonların odak hedeflerinden birisini oluşturmuştur. Bu kapsamda

işletmelerde verimliliğin etkenlerine yönelik farklı literatür yaklaşımları benimsenmiş olup kabul görmüş işletme etmenlerinden bazıları ise altı başlıkta toplanmıştır. Buna göre (Odabaşı, 1989);

- Ürünün tasarımı ve bileşimi,
- Üretim sürecinin niteliği
- Üretim sürecinin kapsamı,
- Örgüt ve yönetim,
- Üretimde kullanılan sabit sermaye kapasitesi
- Ve girdilerin niteliği

olmak üzere söz konusu etmenlerin toplam faktör verimliliği anlayışı ile sağlandığında işletmelerde verimlilik artışına sebep olacağı yazar tarafından savunulmuştur. Söz konusu verimlilik sınıflanırması haricinde literatürde “işgücü verimliliği” kavramının da öne çıktığı görülmüştür.

İşgücünün etkinliği ile başlayan işletme verimliliği makine ve teçhizat etkinliği, hammadde ve malzemenin randımanı, yönetim ve organizasyon etkinliği, işletmelerin tam kapasite ile çalışması, işletmenin kuruluş yeri büyüklüğünün uygunluğu ile toplam kalite yönetiminin sağlanması (Zaim, 1997) olarak belirlenmiştir.

Bir başka tanımlamada ise işgücü verimliliğinin arttırılmasında maddi unsurlar yanında psikolojik ve manevi faktörlerin etkisini ele alarak; örgüt içerisinde işgücünün değerli olduğunun kendisine hissettirilmesinin verimlilik sağlayacağını vurgulamıştır (Talas, 1952). Bu kapsamda çalışma ekonomisi disiplini de verimliliğin önemli bileşenlerinden görülen işgücü verimliliği literatürde başlı başına bir araştırma alanı haline gelerek işgücü verimliliğinin arttırılmasına yönelik çalışmalarda öne çıkmaya başlamıştır.

İşgücü verimliliği kavramı kısaca üreticilerin bakış açısına göre bir işçinin üretim sürecinde yaratılan değerinin ölçülmesi olarak tanımlanabilmektedir (Nakamura vd., 2018). İşgücü verimliliğini etkileyen faktörlerin analizine yönelik yürütülen

Çalışmalarda işgücü verimliliğinin bileşenleri bazı yazarlarca kişisel faktörler, yaş ve cinsiyet gibi unsurların oluşturduğu biyografik özellikler, kıdem, yetenek, öğrenme, tutunma, kişilik ve duygular, algılama ve motivasyon olmak üzere bireysel sebepler; ücret, insan kaynakları uygulamaları ve organizasyon kültürü gibi yönetsel süreçler olarak bireyin işgücü verimliliği üzerindeki etkenler olarak görülmüştür (Karahan, 2009). Yine işgücü verimliliğinin üzerindeki etmenler olarak belirtilen diğer başlıklara bakıldığında literatürde verimliliğinin makro boyutta doğrudan yabancı sermaye yatırımları ile ilişkilendiren çalışmalarında bulunduğu görülmüştür (Sofuoğlu ve Kızılkaya, 2018).

İşgücü verimliliğinin ölçülenmesinde ise tıpkı işletme verimliliğinin ölçülenmesinde kullanılan oransal ilişki analizine benzer bir yapıda formülasyonun kullanıldığı bilinmektedir. Literatürde işgücü verimliliğinin hesaplanması uygulamalarında çalışan sayısı en önemli girdi ölçütü olarak kabul edilmiş olup (İncir, 1976) söz konusu hesaplamanın yapılmasında yalnızca işgücünün fiilen işbaşında bulunduğu toplam çalışma süresi referans alınarak; dinlenme, tatil ve grev gibi üretim dışında geçen zamanlardan arındırılmış süreler ile verimliliğin ölçüldüğü görülmüştür (Kahya ve Karaböcek, 2016).

İşgücü verimliliği üretim sürecini ve üretim maliyetlerini büyük ölçüde etkilemekte böylece ulusların küresel pazardaki rekabet edilebilirliğini desteklemektedir. Bu bağlamda işgücü verimliliği tıpkı genel verimlilik kavramı gibi ekonomik büyümenin bir parça unsuru görülerek başlı başına bir araştırma disiplini halini almıştır. Bu durum, verimlilik kavramının gerek başlı başına gerekse çalışma ekonomisi ve alt birimlerinden olan insan kaynakları disiplini dahilinde işgücü verimliliği başlığında çeşitli yaklaşımlar üretilmiştir.

Bu kapsamda bu bölümde ilk olarak ilgili yaklaşımların anlaşılmasına yönelik bilgiler verilmesi sağlanacaktır. Sonrasında, insan kaynakları yönetimi ve toplam kalite yönetimi uygulamalarının verimlilikle ilişkili başlıklarının anlaşılması sağlanacaktır. Yine bu bölümde son olarak verimliliğin farklı ölçüm yöntemlerinin temellerinin anlaşılacak tezin üçüncü bölümünde kullanılan parametrelerin ve ekonometrik model bileşenlerinin anlaşılması sağlanacaktır.

2.2. İŞLETME VERİMLİLİĞİNİN ARTTIRILMASINDA MEVCUT YAKLAŞIMLAR

Verimlilik, işgücünün sağladığı etkinlik yanında işletmelerin teknolojik kapasitelerinden de kaynaklanan bir gelişim olgusudur. Son on yılda yaşanan bilgi iletişim teknolojilerindeki gelişmelerle birlikte daha güçlü bilgisayar donanımı ve dijital teknolojilerin yeni modern üretim biçimlerine entegre edilmesi ile işletmelerde ve nihai anlamda ülke ekonomilerinde verimlilik artışına neden olmuştur.

İşletmelerde verimliliğin nedenlerine ilişkin literatürde farklı içerikler olmasına karşın temelde benzer yönetsel ifadelerin kullanıldığı görülmektedir. Öyle ki işletmelerde verimlilik genel olarak teknoloji esaslı teknikler, makine esaslı teknikler, iş esaslı teknikler, kalite esaslı teknikler ile personel ve yönetim esaslı tekniklerden oluşmaktadır (Korucuk, 2019:222). Bir başka görüşe göre ise işletmelerde verimliliği etkileyen göstergelerin teknoloji, iş sağlığı ve güvenliği, etkin olmayan yönetim, yatırım kaynakları, ve işyerinde stres başlıkları ile sınıflandırılmıştır (Assiri, 2016.)

Spesifik sınıflandırmaların aksine daha genel bir sınıflandırma ile ise verimlilik artışı içten yanmalı motorlar ve kişisel bilgisayarların kullanımındaki gelişmeler gibi *teknolojik gelişmeler*; montaj hattının üretim süreçlerinde kullanımı gibi *örgütsel değişiklikler* ve işyeri ergonomik koşullarını iyileştirildiği *çalışma ortamında yapılan düzenlemeler* ile verimliliğin sağlanmasını “3” temel gruplandırmaya tabi tutmak mümkündür (Stupak, 2017). Bu bağlamda söz konusu üçlü sınıflandırma doğrultusunda verimliliğin işletmelerde uygulanması ve sağladığı avantajlara yönelik değerlendirmelerin ilgili başlıklar üzerinden yapılması sağlanacaktır.

2.2.1. Teknolojik Gelişmelerin Verimlilik Üzerindeki Etkisi

Çağlardan beri ekonomik sistemlerde süre gelen değişimler ve gelişmeler toplumsal refahın bir parçası olarak görülerek, ‘sürdürülebilir büyüme’ iktisatçıların ve politikacıların ana çalışma alanlarından birisi hâline gelmiştir. Bu kapsamda, ekonomik büyümenin nedenleri ve itici faktörlerine yönelik literatürde farklı

varsayımlar ve modeller geliştirilerek ekonomik büyümenin sürekliliğinin sağlanmasında uygulamaya yönelik yaklaşımlar türetilmiştir. Bu kapsamda başlangıçta iktisadi üretim faktörlerinden emek ve sermayeye odaklanan ekonomik büyüme literatürü sonrasında teknolojik ilerleme ve Ar-Ge faaliyetlerine rotasını kaydırmıştır. 1980'lerin sonu itibariyle teknoloji iktisadi üretim faktörleri girdi değişkenleri içerisinde yer almaya başlayarak “içsel büyüme” teorilerinden biri haline gelmiştir.

Literatürde, büyümenin dışsal kaynaklarına yönelik yapılan araştırmaların öncelikle Solow-Swan ve Ramsey-Cass-Koopmans büyüme modelleri ile açıklandığı ancak söz konusu büyüme modellerinin öngörülen uzun dönemde büyümeyi – yeterince- açıklayamadığı bazı yazarlarca düşünülerek yeni büyüme modelleri araştırmacılar ve teorisyenler tarafından geliştirilmeye çalışılmıştır. Öyle ki, söz konusu neoklasik büyüme modellerinden olan ve geliştiricisinin ismi ile anılan Solow Swan Modeli, ekonomik büyümenin emek ve sermaye ile açıklanamayan kısmını teknolojik ilerlemeye bağlayarak “teknolojik gelişmeleri” (Barış, 2019) ve ihracatı “dışsal” unsur olarak görmüş, ancak söz konusu model önerisi Romer, Lucas ve Grossmann gibi içsel büyüme teorisyenlerince karşı argüman geliştirilerek Ar-Ge sektörüne yönelik yapılan yatırımların ve beraberinde getirdiği teknolojik gelişmelerin, ihracat ile uzun dönemde büyüme etkisi sağlayacak ana etmenler olduğu üzerinde durarak (Ateş, 1998) ve neoklasik argümanların aksine teknoloji ya da toplam faktör verimliliğinin ekonomik performans ile büyüme üzerinde en önemli etken olduğu sonucuna varmışlardır (Quah, 2002).

Toplam faktör verimliliği ilerleyen bölümlerde daha detaylı olarak açıklanacak olup, toplam çıktının üretim süreçlerinde kullanılan tüm girdiye oranlanması ile belirlenen ve bu sayede üretim sürecinde kullanılan tüm girdilerin etkinliğini önem derecesine göre sıralayan bir yaklaşımın ürünüdür (Işık, 2016).

Literatürde neoklasik yaklaşımlara karşı geliştirilen içsel büyüme modellerinden biri olan ve beşeri sermaye teorisi olarak da anılan Shultz Modeli, nitelikli işgücünün varlığının üretimde verimliliğin sağlanması konusunda önemli bir faktör olduğu ve bu kapsamda işgücünün verimliliğine odaklanan çalışmaların ekonomik büyümenin anahtarı olacağı üzerinde durmuştur (Schultz, 1973). Bu kapsamda beşeri sermayenin

ekonominin iyi olma hâli üzerindeki etkisine yönelik yapılan ampirik çalışmalarda söz konusu teoriyi doğrulayıcı nitelikte sonuçlar bulunduğu farklı yazarlarca ortaya konulmuştur (Becker vd., 1990; Borensztein vd., 1995; Çakmak ve Gümüş, 2005; Keskin, 2011; Barro, 2013; Yılmaz vd., 2017).

Yine bir diğer içsel büyüme teorisyenlerinden Kaldor tarafından geliştirilmiş “ekonominin üç temel büyüme yasası”nda özellikle imalat sanayisine yönelik yapılan yatırımların ve yaşanan verimlilik artışlarının ekonomik büyümenin kaldıracı olacağı üzerinde durulmuştur (Tunalı ve Erbelet, 2017). Benzer şekilde, Kaldor yasasının günümüzde geçerliliği üzerine yönelik ampirik çalışmalarda da imalat sanayisinde yapılan yatırımların ekonomik büyümenin üzerinde güçlü derecede pozitif etkisi olduğu farklı yazarlarca ampirik çalışmalar ile doğrulanmıştır (Carre, 2002; Çetin, 2009 ; Szirmai ve Verspagen, 2015; Rocha, 2018).

Ancak bu kanıtların aksine, günümüzde yenilikçi faaliyetlerin hâlâ birkaç sanayi ülkesinde yoğunlaştığı gözlenmekte ve gelişmekte olan ülkelerin ilgili oranda Ar-Ge faaliyeti yapmayarak teknolojik gelişmeleri en son takip eden konumunda olduğu görülmektedir (Jamison ve Jansen, 2001). Bu kapsamda, mevcut teknolojik ilerlemenin ve inovasyonun belirli coğrafyalarda sınırlı kalarak yenilikçiliğin görece kümelandiğini söylemek mümkündür.

Tüm bunların yanında, literatürde teknolojinin ekonomik sistemler üzerindeki etkisine dayalı geliştirilen teori ise “yaratıcı yıkım” teorisidir. Bu teoriye göre, teknolojiye yönelik yatırımların ve inovasyonun ekonomi üzerindeki uzun dönemde ki olumlu etkisi yanında “kısa dönemde” bir kaos ortamına sebebiyet verebileceği üzerinde durulmuştur. İktisat doktrininde Shumpeter tarafından öne sürülen bu teori, geliştirilen yeni teknoloji ve uygulamaların mevcut piyasa dengesini kısa dönemde bozarak (yıkım) yıkılan piyasa yerine uzun dönemde yeni bir denge hâline yönelmesi (yaratım) olarak tanımlanmakta olup bu süreçte inovasyonu takip edemeyen ve eski, düşük verimli teknolojiyi kullanan işletmelerin dahil olduğu ekosistemden tamamen silinerek (Schumer, 2012) söz konusu piyasalarda işsizlik, üretimde rekabet avantajının azalması gibi sonuçlara sebebiyet verilebileceği üzerinde durulmaktadır.

Yaratıcı-yıkım teorisinin teknolojinin takip edilmemesi halinde sektörel yıkıma sebebiyet vereceği düşüncesi yanında, teknolojik gelişmelere adapta edilen sektörlerde işgücü üzerinde olumsuz etkiye sebebiyet vereceği görüşünü savunan yönü de bulunmaktadır. Bu görüş, teknolojik unsurların üretim ve hizmet sunum süreçlerinde işgücünün yerini alarak işgücü üzerinde yıkıcı etkiye sebebiyet vermesine dayanmaktadır.

Öyle ki, teknoloji yoğun bir sektör olan haberleşme ve ulaşım sektöründe yaratıcı-yıkım çerçevesince istihdamın incelendiği bir çalışmada, teknoloji şoklarının istihdamı negatif yönde etkilediği sonucuna ulaşılarak teknolojik şokların istihdam üzerinde azaltıcı etkisi olduğu sonucuna ulaşılmıştır (Yıldırım ve Kostakoğlu, 2014). Bu anlamda teknolojinin gelişimine yönelik yatırımlar ile eş zamanlı olarak teknolojiye duyarlı işgücü piyasası politikaları, teşvik ve fonlar, hukuki yapı, sosyal politikalar gibi diğer düzenlemelerin de aynı hassasiyetle özellikle kırılğan işletmeler ve piyasalar için düzenlenmesi gerektiği ihtiyacı doğmaktadır.

Söz konusu yaratıcı yıkım teorisi direkt olarak “teknoloji” ile etkileşimli kullanılsa da Adam Smith, Sismondi ve David Ricardo gibi iktisat ekolü isimlerce de benzer anlamlarda ifade edilmiştir. Öyle ki, Ricardo’ ya göre, teknoloji kavramı yerine kullandığımız makinalardaki gelişiminin daha az emekle daha çok verim elde edileceği (yaratıcı) vurgulanırken, Adam Smith’ e göre, uzmanlaşmanın artması için yeni makinaların icat edilmesi gerektiği bunun da daha fazla sermaye birikimi oluşturacağını vurgulayarak iktisadi büyüme için sermaye birikimini hem sebep hem de sonuç olarak inovasyonu benimsemesi gerektiği (yaratıcı) ifade edilmekte; Sismondi ise, makinalaşmanın işsizliği arttıracığı (yıkım) ve yeni küçük burjuvazi sınıfların ortaya çıkmasına sebep olarak (yaratıcı) devletin esnaf ya da çiftçi olarak tanımlanan kırılğan kesimlerin desteklemesi gerektiği üzerinde durmuştur (Fikirli, 2016).

Bu kapsamda, yaratıcı yıkım teorisinde de vurgulanan yeni teknolojik gelişmelerin ve inovasyonun toplumu yeni bir ekonomik sisteme sürdüğü ve işgücü piyasasını oluşturan kırılğan kesimler üzerinde olumsuz etkileri olabileceği farklı isimlerce geçmişten günümüze ortak vurgulanan konulardan birisi olmuştur.

Bir bölüm yazar, teknolojik gelişmelerin işgücü piyasaları üzerinde olumsuz etkilerini önlemek ve “denge” hâlinin korunmasını sağlamak maksadıyla beşeri sermayenin de gelişimine yönelik çalışmalar yapılması gerektiğini savunarak ekonomik büyümenin sağlanmasında teknolojiye yapılan yatırımlar kadar “teknolojiyi kullanan” ya da “geliştirecek” konumunda olan “insan faktörünün” bir diğer deyiş ile “işgücünün” gelişimine yönelik yatırım ve politikalar geliştirilmesi gerektiğini savunmuşlardır Öyle ki, bilgi toplumlarında verimlilik artışlarının teknolojiye uyum sağlayabilen ve modern yönetim bilimi uygulamalarına yatkın yöneticiler tarafından sağlanacağı belirtilerek (Heizer ve Render, 1991:35) süreç içerisinde beşeri sermayenin teknoloji ile ayrılmazlığına dikkat çekilmiştir.

Günümüzde, Ar-Ge ve yenilik kaynaklı verimlilik artışının rekabet gücünü belirleyen temel faktör olarak görülmesi sebebiyle Ar-Ge ve yenilik üretilmesine yönelik yapılan yatırımlar ülkeler için bir politika haline gelmiş ve ülkeler arası bilimsel ve teknolojik yetkinlik rekabeti ortaya çıkmıştır (Belgin ve Avşar, 2018). Bu kapsamda günümüzde Gayrisafi Yurtiçi Hasıla (GSYH) içerisinde Ar-Ge harcamalarına ayrılan pay önem arz ederek ülkelerin %2’ den fazla bütçesini Ar-Ge harcamalarına ayırması bir gelişmişlik ölçütü olarak kabul edilmiştir (Işık ve Kılınç, 2011).

Türkiye’de araştırma ve geliştirme faaliyetlerinin GSYH içerisindeki payına bakıldığında ise geçmiş yıllara göre artan eğilimde olmasına rağmen henüz %1.06 seviyesinde olduğu görülmektedir (Tübitak, 2017). Avrupa Birliği’ nin gelişmiş ülkeleri ile, Japonya, Güney Kore ve A.B.D gibi sanayi ülkelerine bakıldığında ise bu oranın %3’lere ulaştığı görülmektedir (Barış, 2019).

Ar-ge faaliyetlerinin finansman kanalına bakıldığında ise %51 ile üniversiteler aracılığıyla en çok finansman sağlanırken özel sektörün Ar-Ge harcamalarındaki payının ise %37 ile sınırlı kaldığı görülmektedir (Tüik, 2017). Nitekim verimlilik artışı ile bilgi iletişim teknolojilerinin kullanımı ile inovasyonun verimlilik üzerindeki etkisini amaçlayan ampirik çalışmalarda söz konusu unsurların imalat sanayisinde verimlilik üzerinde pozitif yönde etkisi olduğu kanıtlanmıştır (Oultu, 2002:378 ; Chang ve Robin,2008:366). Bu kapsamda Türkiye’de yeni sanayi devriminin de etkisi ile teknolojiye dayalı verimliliğin arttırılmasına yönelik başta

kamu kesiminde finanse edilen Ar-ge harcamalarının miktarının arttırılması ve söz konusu Ar-ge sürecinde yer alabilecek nitelikte işgücünün geliştirilmesi ve istihdamlarının desteklenmesine yönelik mekanizmaların geliştirilmesi gerekmektedir.

2.2.2. Örgütsel Değişikliklerin Verimlilik Üzerindeki Etkisi

Verimlilik artışının temel bileşenlerinden olan teknolojinin verimlilik üzerindeki etkisi yanında ele alınan diğer önemli başlık ise montaj hattı gibi üretim yönetim süreçlerini de kapsayan organizasyonel değişikliklerdir. Örgütsel değişimi bir süreç dâhilinde geliştirmek, birimler arası örgütsel süreçlerin daha etkin ve verimli olarak yönetilmesi açısından önemli görülmektedir (Yeşil, 2018). “Değişim Yönetimi” olarak özel bir alt başlığın olduğu söz konusu alan oldukça geniş bir literatürün değerlendirmesine mensup olup bu başlıkta yalnızca örgütsel değişikliklerin verimlilik üzerindeki etkisinden bahsedilerek, değerlendirmenin üretim hattında yapılacak teknik değişimler çerçevesince verimlilik üzerindeki etkisi ile sınırlı tutulacaktır. İşletmelerde ürün ve hizmetlerden yana toplam talebin artması, büyüme planları veya pazarda ürün penetrasyonunun arttırılması isteği gibi durumlar üretim hacminde artışa sebebiyet vermekte bu anlamda işletmeler mevcut makine ve teçhizatlarına ve işgücüne yeni eklemeler yapma yoluyla üretim artışını sağlamaktadırlar. Üretim artışının söz konusu ekleme biçimleri ile yapılabilmesi yanında üretim metodolojilerinin değiştirilmesi yoluyla artış sağlama farklı bir alternatif olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu kapsamda, montaj hattı üzerinde dar boğaz oluşturan istasyonların belirlenmesi, her istasyona ait çevrim sürelerinin düzenlenmesi, optimum istasyon sayısının belirlenmesi gibi çalışmalar sonucunda daha yüksek üretim hacminde erişilebilmektedir (Özkıran ve Düşünür, 2011). Buna göre, başta endüstri mühendisliği ve üretim planlama araştırmaları dahilinde montaj hattı üzerinde işgücü-makine ve hat ilişkisinde performansın arttırılmasına yönelik matematiksel ve kanıt temelli çalışmalar yapılmaktadır. Bu durum, üretim sürecinde yapılması gereken işlemlerin, montaj istasyonlarına, kayıp süreleri en aza indirecek şekilde atanması yani iş duraklarına özgü planlamanın yapılmasına imkan verecek şekilde düzenlenmesine montaj hattı dengeleme veya kısaca hat dengeleme çalışmaları denilmektedir (Eryürük vd., 2010). Bahsi geçen çalışmalar spesifik

mühendislik alanları nezdinde yapılabileceği gibi genel olarak endüstri mühendisleri tarafından da geliştirilen kantitatif metodların ağırlığında uygulamalar olarak karşımıza çıkmaktadır. Öyle ki, bu alanda bir elektronik firması üzerinde işletmenin haftalık müşteri talebinin minimum işçilik maliyeti ile karşılanması için yapılan paralel istasyon ve atama kısıtlı montaj hattı dengeleme çalışmasında günlük ve haftalık fazla mesai, çoklu vardiya gibi alternatif çalışma programlarının hattın beklenen işgücü maliyetine etkileri analiz edilerek alternatif iş çizelgelerinin optimum istatistiksel denge ile analiz edilmesi sağlanarak minimum işgücü kullanımı ile müşteri siparişlerinin teslimi sağlanarak operasyonel verimlilik artışı sağlanmıştır (Topaloğlu ve Tunçel, 2011). Başka bir çalışmada ise, montaj hattı üzerinde genetik algoritmalar kullanarak işçi atamasının ve dengeleme probleminin sağlanması ile montaj hattında optimum uygulama türünün belirlenmesi sağlanması ile değişim yönetiminin kanıt temelli oluşturulması sağlanmıştır (Polat, 2008). Yine bir başka çalışmada, montaj hattında ergonomik iyileştirmelere yoluyla verimliliğin artırılmasına yönelik OCRA indeksi kullanılarak elde edilen değerler doğrultusunda değişimler yapılması gerektiği bu durumda ortaya çıkan ergonomik iyileştirmelerle montaj hattında sağlanan değişimin işletme verimliliğini arttıracak sonuca ifade edilerek öneriler geliştirilmiştir (Baykasoğlu ve Akyol, 2014). Son olarak, traktör kabini sistemi üretimi yapan ve montaj hattı dengeleme yöntemlerinin kullanılmadığı bir işletmenin üretim hattında dengeleme çalışması ile montaj hattında verimliliğin artırılmasına yönelik alternatif modellerin geliştirilmesi sağlanmıştır (Altuntaş ve İşler, 2010). Bu kapsamda, montaj hattı üzerinde veriye dayalı geliştirilen endüstriyel uygulamalar ve yönetim biçimleri ile montaj hattının konumlandırma biçiminde yapılan değişimlerin verimlilik üzerinde önemli etkisi olduğu anlaşılmaktadır.

2.2.3. Çalışma Ortamında Yapılan Düzenlemelerin Verimlilik Üzerindeki Etkisi

Çalışma ortamında yapılan düzenlemeler kimi zaman sadece yeterli ışık ve havalandırma gibi işyerinin fiziksel ortamının ergonomik koşullar çerçevesince düzenlenmesi ile ifade edilebileceği gibi kimi zamansa iş sağlığı ve güvenliği gibi işletme içerisindeki diğer yapılarında dahil edildiği makro perspektifte yorumlamaya

açık bir konudur. Bahsi geçen yorumlamalar işletme içi çalışma koşullarının bir uzantısı olup işletme dışı çalışma koşullarının özellikleri de çalışanlar üzerinde etkili olan diğer unsurlar olmaktadır. Buna göre, bir işyerinin bulunduğu coğrafi konum ve hava kalitesi, işçinin işyerine konumsal yakınlığı, ofis ve şantiye binası gibi yakın çevresinin özellikleri ile yeterli park etme alanlarının varlığı da çalışma ortamı olarak değerlendirilmekte (Duru ve Shimawua, 2017) böylece dış alanın ve çevresel bölgenin yaşam kalitesi de işletme ergonomisini doğrudan etkilemektedir.

İşletmelerde insan faktörünün en değerli girdi olarak görülmesi işgücünün mutluluğu ve verimliliğinin desteklenmesinin işletmenin toplam verimliliğinde önemli etkisi çalışma ortamında yapılacak düzenlemelerin de önemini arttırmıştır. Buna göre işyerinde çalışma ortamına yönelik yapılacak düzenlemelerin genel olarak ergonomi kavramı ile aynı anlamda ya da beraberinde kullanıldığı bilinmektedir.

Ergonomi kavramı aynı zamanda zamanda iş sağlığı ve güvenliği boyutuyla da beraberinde değerlendirildiğinden işyerinde yapılacak ergonomi uygulamaları kavramının önemini arttırmıştır. Ergonomi kısaca işletmelerde sistem verimliliği arttırmak için, insan-makine-çevre uyumunu sağlamak ve işin niteliğinin bireyin fiziksel ve psikolojik olarak bütün yönden uyumlu olması için alınan tedbirlerin bütünü olarak tanımlanabilmektedir (Fernandez and Marley, 1998).

Ergonomi uygulamalarının sağlayacağı faydalara bakıldığında ise işletmeler için çok boyutlu fayda sağlayacağı belirtilmektedir. Öyle ki, işletmelerde ergonominin tartışıldığı bir çalışmada verimlilik artışından, iş sağlığı ve güvenliğinin arttırılmasına, düşük işgücü devir oranı ve çalışan bağlılığının arttırılması gibi farklı başlıklarla ergonominin işletmeler üzerinde pozitif etkilerinin sınıflandırılması sağlanmıştır (Fernandez ve Goodman, 2000). Yine ergonomi alanında yapılan bir başka önemli çalışmada, işyerinin aydınlatma seviyesinin birey üzerinde görsel stres oluşturacağı ve işletme verimliliğini olumsuz etkileyeceği anlaşılarak optimum aydınlatma seviyesinin belirlenmesinin öneminden bahsedilerek ergonomik koşulların iş sağlığı ve güvenliği ile verimlilik üzerinde nasıl etkili olabileceğinden bahsedilmiştir (Özsungur ve Öztıp, 2019:196-198).

Çalışanların düzgün çalışma koşullarına sahip olduğu işyerlerinde mesleki

bağlılıklarını destekleyerek “mutlu çalışan” profilinde iş görme edimlerini daha tatmin edici sonuçlarla yaptığı literatürde genel kabul görmüş bir yaklaşım olarak bilinmektedir. Öyle ki, düzgün olmayan çalışma koşulları ile uzun çalışma gün ve saatleri işçilerde motivasyon kaybına yol açarak işletmelerde verimliliği düşüren bir etmen olduğu gözlemlenmiş (Hayta, 2007) bu alanda imalat sanayisi işyerlerinde çalışma koşulları ile işgücü verimliliği arasındaki incelemenin yapıldığı bir saha araştırması sonucunda da benzer ifadeler kullanılarak; yüksek çalışma saatlerinin çalışanın iş yapma yeteneğini sürekli olarak azalttığı ve böylece çalışan verimliliğini olumsuz yönde etkilediği yapılan regresyon analizleri sonucunda belirlenmiştir (Ali vd., 2013). Bu kapsamda ilgili literatür örnekleri doğrultusunda genel kabul görmüş olan uzun çalışma süreleri ve çalışan verimliliği arasındaki ters yönlü ilişki iş-yaşam dengesi kavramını da ortaya çıkararak işgücünün iş görme edimini yerine getirme süresi ile iş dışındaki yaşamına ilişkin araştırmalara zemin hazırlamıştır.

Söz konusu araştırmalar neticesinde elde edilen bulgu ve yorumlamalarla, işletmelerde çalışma koşullarına ilişkin düzenleyici diğer politikaların sadece işgücü ile sınırlı kalmayıp verimlilik etkisi doğrultusunda işverenin de kazancına sebep olan ve böylece uzun dönemde karşılıklı memnuniyete yol açan bir uygulama haline gelmeye başlamıştır. Söz konusu durum, kazan-kazan yaklaşımı çerçevesince ele alınarak çalışan mutluluğunun işletme verimliliğini arttıracak yaklaşımı ele alınmış bu kapsamda çalışan mutluluğunu arttırmaya yönelik organizasyonel politikalar insan kaynakları disiplini içerisinde bir uygulama başlığı halini almıştır.

2.3. İŞLETMELERDE VERİMLİLİK YÖNETİMİNİN BİLEŞENLERİ

Verimliliğin diğer dış etkenlerden kolayca etkilenebilen esnek yapıda olması onun yönetilmesi ve sürdürülmesine yönelik farklı yönetim uygulamaları oluşmuştur. Bu uygulamalar çalışma ekonomisi disiplini ile öncelikli ilişkili alanlar olan “insan kaynakları yönetimi uygulamaları” ve “toplam kalite yönetimi uygulamaları” olmak üzere temelde iki alt başlıkta toplanmıştır. Bu sınıflama doğrultusunda işletmelerde verimliliğin yönetilmesine yönelik ağırlıklı “beşeri” uygulamaların bahsedildiği insan kaynakları ve toplam kalite yönetimi yaklaşımıyla verimlilik yönetiminin anlaşılması sağlanacaktır.

Bu bölümde yapılan değerlendirmeler literatür taraması sonucunda elde edilen bilgilerin derlenmesi sonucunda hazırlanması ile sağlanmış olup konunun multidisipliner bir alan olması sebebiyle başta endüstri mühendisliği ve teknoloji yönetimi gibi görece teknik alanların kantitatif bulgularından ziyade mevcut beşeri uygulamaların derlenmesi ile yorumlamalar yapılması yönüyle sınırlı tutulmuştur.

Buna göre bu bölüm kendi içerisinde iki alt başlığa bölünerek öncelikle “Toplam Kalite Yönetimi” ve alt unsurlarının anlaşılması ile kavramların anlaşılması sağlanacak; akabinde ise “İnsan Kaynakları Yönetimi” başlığı ile farklı işyeri uygulamaları örnekleri ile desteklenerek verimliliğin yönetsel boyutu ele alınacaktır.

2.3.1. Toplam Kalite Yönetimi Kavramı ve Verimlilik İle İlişkisi

Toplam kalite yönetimi kavramı ingilizce “Toplam Quality Management” kavramından dilimize kazandırılan bir kavram olup üretim ve yönetim süreçlerinde yeni bir kavram olarak tanımlanabilir nitelikte bir uygulamanın ismidir. Kavramın tarihsel gelişimi Arman V. Feigenbaum ve Kaoru Ishikawa tarafından “kalite” olgusunun işletme yönetimlerin kullanılmasını önerisi ile temelleri atılmış olup günümüzdeki kullanımı olan ve Kaizen felsefesi ile ilişkilendirildiği yaklaşım olan Masaaki İmai tarafından geliştirilmiş bir Japon uygulama sistemidir.

“Toplam kalite yönetimi, yönetim anlayışının dört temel yeniliğinden biri olarak görülmektedir. Kavram literatürde, müşteri odaklılık, sürekli iyileştirme ve katılımcılık gibi unsurlarla beraber anılmaktadır.

Küresel işletmelerin bir çoğu toplam kalite yönetimini operasyon yönetimi için temel yönetim tarzı olarak görmektedir (Perović & Krivokapić, 2006:141-142). Bu yönetim biçimi insan kaynaklarının işletmelerin en önemli ve en değerli gücü olduğu; süreçlerin radikal yerine kademeli olarak değiştirilmesi gerektiği ve iyileştirmelerin kantitatif değerlendirmelere dayalı yapılması gerektiği fikrine dayanmaktadır (Hindle, 2006:89). Başlangıçta bir Japon iş felsefesi olan ‘Kaizen’in uygulanması için tasarlanmış bir sistem olup sürekli gelişim ve iyileşme hedefinin bir anahtarı olarak görülmektedir (Hindle, 2006:89).

Klasik yönetim anlayışlarının aksine toplam kalite yönetimi tüm çalışanların işletme karar ve uygulama süreçlerinde dahil olduğu “bütüncül” bir yönetim uygulaması olarak öne çıkmakta ve aynı zamanda sıfır hata ve maksimum kazanç gibi verimlilik hedefleri ile uyumlu stratejiye sahip bir kavramdır. Öyle ki, klasik yönetim anlayışı olan Taylorist Model ile Toplam Kalite Yönetiminin ilkelerinin karşılaştırıldığı bir çalışmada, söz konusu iki yönetim biçiminin farklılıkları ortaya konulmaktadır.

Tablo 1. Klasik Yönetim Anlayışı ile Toplam Kalite Yönetiminin Farkları (Uryan, 2002)

Klasik Yönetim Anlayışı	Toplam Kalite Yönetimi
✓ Şirketin hedefi , mali dönem için belirlenmiş “kâr”ı elde etmektir.	✓ Hedef, kârlılığı garanti altına alacak ve arttıracak sistemleri kurmak ve geliştirmektir.
✓ Kâr’ın hangi faaliyetlerden ve nasıl sağlanacağına yöneticiler karar verir	✓ Faaliyetlerin nasıl düzenleneceğini ve “kâr”ın nasıl sağlanacağını çalışanlar önerir, yönetim onaylar.
✓ Yönetimde temel ilke “İşe göre adam”dır. Yapılacak işlerin içeriği ayrıntılı olarak belirlenir, iş tarifleri yapılır. Ve bu işlerde görevlendirilecek kişilerde belirlenen “özellikler” aranır.	✓ Temel amaç, şirketin “hedeflerine” ulaşmasıdır. Yöneticiler ve çalışanlar bu hedeflerin gerektirdiği planları yaparlar. Yapılacak işler de böylece tarif edilmiş olur.
✓ İşleri makinalar yapar.	✓ Her şeyi insan başarır.
✓ Sorunlar çıktığında çözüm geliştirilir.	✓ Olası sorunlar düşünülüp, bunları önleyici çözümler araştırılır.
✓ Kabul edilebilir hata düzeyini hedefleyen üretim modeli benimsenir.	✓ “Sıfır Hata” yı hedefleyen üretim benimsenir.
✓ Ödül ve cezaya dayalı motivasyon vardır.	✓ Onurlu çalışmaya ve bunun takdir edilmesine dayalı motivasyon benimsenir.
✓ Ürün kalitesi standartlara göre belirlenir.	✓ Ürün kalitesi müşteri ihtiyaçlarına göre belirlenir.
✓ Şirketin hedefi , mali dönem için belirlenmiş “kâr”ı elde etmektir.	✓ Hedef, kârlılığı garanti altına alacak ve arttıracak sistemleri kurmak ve geliştirmektir.

Buna göre, Tablo 1.’ de paylaşılan bilgiler doğrultusunda Taylorist yönetim biçiminin aksine toplam kalite yaklaşımının çok daha insan onuruna yakışır bir yönetim biçimi sağladığı, insana değer verdiği ve verimlilik odaklı stratejiler gerçekleştirmek istediği görülmektedir. Bu yönetim biçimi aynı zamanda günümüzde iç ve dış pazarlarda önemli bir rekabetçilik özelliği olan “müşteri odaklı” farklılaşma ve esnek üretim biçimleri sağlaması yönüyle de avantajları bulunan bir yönetim biçimi olmaktadır. Buna göre “Kalite Yönetim Sistemleri” ile temellendirilmiş bu yapının “8” başlıkta gruplandırılması sağlanmıştır. Bunlar; müşteri odaklılık, liderlik, çalışanların katılımı, süreç uygulaması, sistem yönetimi, sürekli gelişimi, rasyonel karar verme ve tedarikçi ilişkilerinin karşılıklı yararı ilkesi olup bu ilkeler doğrultusunda hareket eden işletmelerde tam verimlilik sağlanacağı ancak söz

konusu birimlerden herhangi birinden olası feragatin işletmenin toplam verimliliğini tehlikeye atacağı belirtilmiştir (Luburic, 2013:61-62).

Toplam kalite yönetiminin işletmelerde sağladığı faydalara bakıldığında işletmelerin toplam kârlılığını arttırdığı, gelir artışı sağladığı ve işletme maliyetlerini önemli ölçüde azalttığı kantitatif bir araştırmanın sonuçları ile kanıtlandığı görülmüştür (Khan, 2003:377). Yine toplam kalite yönetiminin toplam verimlilik üzerindeki etkisini anlamaya yönelik yapılan bir başka ampirik çalışmanın bulgularına göre, kalite yönetiminin bir parçası olan iyileştirme odaklı denetim, kalite iyileştirme planı sahipliği, düzenli tedarikçi kalite yönetimi uygulaması, insan kaynağının eğitim ve geliştirme uygulamalarına düzenli olarak tabi tutulması gibi etkinlik ve uygulamalarının varlığının işletme verimliliği ile ilişkisi anlamlı bulunarak söz konusu toplam kalite yönetimi uygulamalarını gerçekleştiren işletmelerin rakiplerine karşı rekabet avantajı elde edilebileceği sonuçlarına ulaşılmıştır (Manjunath ve Kumar, 2013:10-12).

Buna göre, toplam kalite yönetimi bir kuruluştaki tam anlamıyla uygulandığı takdirde hem ürün hem de süreç yönetimi açısından daha rekabetçi stratejiler elde etmeyi sağlamakta hem de malzeme, ekipman ve işgücü gibi kaynak kullanımını en iyi ve yaratıcı şekilde kullanmayı sağlamaktadır.

Toplam kalite yönetiminin uygulanmasında literatürde farklı başlıklarla değerlendirmeler yapılmış olup toplam kalite yönetiminin müşteri odaklılık, üst yönetimin desteği ve eğitim, katılımcılık ve ekip çalışması, sürekli iyileştirme, tedarikçilerle işbirliği (Başaran ve Aydemir, 2004:99-101) gibi temel bileşenler üzerinden kısaca tanımlamaların yapılması sağlanarak toplam kalite yönetiminin ana felsefesinin anlaşılması sağlanacaktır.

2.3.1.1. Müşteri Odaklılık

Müşteri odaklılık toplam kalite yönetiminin temel felsefesi olarak müşterilerin talep ve beklentilerinin tam anlamıyla karşılanması olarak tanımlanmakta olup bu durumun işletmelerin temel motivasyonlarından biri haline gelmesine dayanmaktadır. Kavram işletmeler için kendini müşteri yerine koyarak düşünebilme, onların talep ve isteklerini anlayarak ürün ve hizmetler sunma, müşteriye tutundurma ve hatta yeni müşteri kazanımı süreçlerinin bir parçası olarak görülmektedir.

Müşteri kavramı, iletişime geçtikleri organizasyondan ve üründen sürekli beklenti içerisinde olan ve beklentileri karşılanmadığı takdirde memnuniyetsizliğin göstergesi olarak alternatif arayışına giren dinamik bir yapı olması dolayısıyla pazarlama literatürünün en önemli kavramı olarak tanımlanmaktadır (Mehra ve Ranganathan, 2008:915).

Toplam kalite yönetiminde ise müşteri kavramı temelde “iç müşteri” ve “dış müşteri” olmak üzere iki gruba ayrılmaktadır. Buna göre dış müşteri, araştırma-geliştirme faaliyetleriyle, pazar araştırmalarıyla istek ve beklentileri giderilmeye çalışan kişi ve kurumlarken iç müşteri ise, işletmenin çalışanlarını oluşturmakta olup toplam kalite yönetiminde müşteri odaklılık iç ve dış müşterilerin birbiri ile tam entegre edilmesi gerektiği düşüncesine dayanmaktadır (Demirci, 2010:26-27).

Dış müşteri olarak tanımlanmış olan ürün ve hizmetlerin kullanıcısı olan kişiler kimi zaman bireyler olduğu gibi kimi zamanda başka işletmelerde olabilmektedir. B2B ve B2C müşteri ilişkileri olarak adlandırılan bu süreçte söz konusu hedef kitlelerin ihtiyaç ve isteklerini doğru analiz etmek ve bu analizlere dayalı ürün ve süreç yönetimi sunmak işletmelerin pazar paylarının arttırılması, marka imajı, marka konumlandırma gibi pazarlama faaliyetlerinde marka sağlığını olumlu etkileyen faktörler olarak öne çıkmaktadır. Nitekim, günümüzde tüketici içgörü (consumer insight) ve pazar araştırma (market research) sektörleri oldukça gelişmiş sektörler olup söz konusu sektörde bağımsız şirketler haricinde, çok uluslu şirketlerin ya da markaların önemli stratejik bölümlerinden biri haline gelerek işletmelerin bir parçası olmuştur.

Toplam kalite yönetiminde müşteri odaklılığının yeni sanayi devrimi ile ilişkisine bakıldığında ise bir önceki bölümde detaylandırılmış başta bulut teknolojisi olmak üzere nesnelerin interneti ve büyük veri gibi kaynakların internet kanalıyla müşteri verilerini eş zamanlı işlemesi ve böylece tüketiciye özel hazırlanmış ürün ve hizmetler sunması yönüyle öne çıkmaktadır.

Buna göre, yaşanan yeni sanayi devriminin teknolojik araçlarının uluslararası rekabet pazarında tüketiciyi anlama ve tüketiciye özel ürün ve hizmetler geliştirilmesi konusunda işletmelere yardımcı olması yoluyla müşteri odaklılığın geliştirilmesinde işletmelerin kar marjında artışa sebebiyet verebileceğini söylemek mümkündür.

2.3.1.2. Üst Yönetimin Desteği ve Eğitim

Toplam kalite yönetimi işletmeler için bir değişim süreci olup söz konusu değişime zaman, bütçe ve planlama ayırarak karar verecek olan ise üst yönetim ve işletme sahipleridir. İşletmelerde toplam kalite yönetiminin uygulanmasında üst yönetimin desteğini almak sürecin tamamlanması ve sürdürülmesi için kaçınılmaz olmaktadır.

Toplam kalite yönetiminde üst yönetimin önemini yönelik yapılan bir çalışmada işletmelerde yaşanan problemlerin %85'i tepe yönetiminden kaynaklanırken, söz konusu problemlerin yalnızca %15'i işçilerden kaynaklanmakta olduğu vurgulanmıştır (Rossiter, 1998). Bu kapsamda üst yönetimin duruşu işletmenin iyi olma halini etkilediğini söylemek mümkündür. Üst yönetim içerisinde bilhassa kaliteden sorumlu bir lider ataması yapılmalı olup söz konusu liderler kalite kültürünün gereklerine uygun davranarak personellerine örnek teşkil etmeli ve kalite felsefesi gereği sürekli iyileştirme faaliyetlerinin içinde çalışanlarının aktif katılımı ile birlikte yer almalıdırlar (Özçakar, 2010:109).

Toplam kalite sisteminde üst yönetimin çalışanları ile bir araya geleceği alan ise genellikle eğitim uygulamalarıdır. Eğitim uygulamaları sürekli iyileşmenin anahtarı olarak personellerin kendilerini geliştirmelerinde motivasyon kaynağı olması yanında sağladığı beceri ve nitelik artışı ile de işletmelerin verimliliğini olumlu yönde etkilemektedir. Eğitim uygulamaları aynı zamanda çalışanların toplam kalite

yönetiminin işletmeleri için önemi ile temel felsefesini kavramalarına yardımcı olarak toplam kalite yönetiminin de başarısızlıkla sonuçlanmasını önleyebilecektir (Başaran ve Aydemir, 2004). Bu kapsamda işletmelerde toplam kalite yönetiminin uygulanma sürecinin eğitim faaliyetleri ile desteklenmesi ve söz konusu süreçte üst yönetimin çalışanları ile aktif katılımının sağlanması gerekmektedir.

2.3.1.3. Katılımcılık ve Ekip Çalışması

Katılımcılık ve ekip çalışması toplam kalite yönetiminin diğer bileşenleri ile ilişkili önemli unsurlarından birisidir. Klasik yönetim anlayışının “işler bireyseldir ve çalışanlar birbirlerinin rakibidir” (Gencel, 2001:171) anlayışının aksine toplam kalite yönetiminde çalışanların tümünün birbiriyle uyumlu ve bir amaç etrafında bir arada olması beklenmektedir. Bu modern yönetim biçiminde personel ilişkileri yetkilerin devredildiği ve herkesçe paylaşıldığı bir yapıda iyileştirmeye “ekip çalışması” odaklı ele almakta ve dikey hiyerarşinin katı sınırları olmaksızın organizasyonu oluşturan tüm bireylerin bir değer unsuru olarak sürekli iyileştirme sürecinde yer alması anlayışına dayanmaktadır. Katılımcılığın sağlandığı işletmeler, iş süreçlerinde farklı fikirlerin ortaya imkan sağlaması yönüyle işletmeler için değer unsuru oluşturmakta bu yönüyle kavramın toplam kalite yönetimi literatürü açısından önemi kaçınılmaz olmaktadır.

2.3.1.4. Sürekli İyileştirme (Kaizen)

Sürekli iyileştirme toplam kalite yönetiminin temel bileşenlerinden olup israfi azaltma, kaliteyi artırma ve maliyetleri rasyonel yöneterek işletme faaliyetlerinin genel verimliliğini ve etkinliğini artırmanın yollarını sürekli aramak olarak tanımlanmaktadır (Tutkavul, 2018:51).

Kaizen kavramı sürekli iyileştirmeyi amaçlaması yönüyle literatürde kimi zaman “yenilik” kavramının yerine kullanılmış olup, ilişkili kavramlar olmasına karşın birbirinden ayrılmaktadır. Nitekim kaizen ve yenilik kavramlarının felsefi ayrımları incelendiğinde kaizenin yeniliğin aksine uzun vadeli ve insan odaklı olması, katılımcı bir yapıda iç kaynakların kullanımı ile inşa edilerek mevcut personeller dahilinde sürecin yönetilmesi gibi ilkelerle yenilik kavramından ayrıştığı

görülmektedir (Eskin vd., 2011:11).

Kaizenin gerçekleştirilmesinde temel koşul(lar) ise mevcut durumu yetersiz bulmak, insan faktörünü geliştirmek ve kontrol çizelgeleri, grafikler ve anket verileri gibi problem çözme tekniklerini kullanmaktır (Albayrak, 2018:5-6). Bu koşullarda işletme her zaman daha iyisinin olabileceği, mevcut durumun yetersizliği ile hareket etmeli, söz konusu harekette insan faktörü merkez kuvvet olarak yer almalıdır. Süreç içerisinde problemlerin objektif olarak tanınması için ise farklı ölçme ve değerlendirme yöntemlerinden yararlanılarak toplam kalite yönetiminin bilimselliği sağlanmalıdır. Böylece, işletmelerde verimliliğin de temel odağı olan “daha iyiye ve daha verimli olana dek” anlayışı sağlanabilecek ve organizasyonların güçlenmesi sağlanabilecektir.

2.3.1.5. Tedarikçilerle İşbirliği

İşbirliği kavramı planların paylaşılması ve operasyonel görevler için ortak sorumluluk ile partnerler arası sürekli bilgi paylaşımı ve dayanışmanın kurulduğu bir ağıdır (Brito vd., 2014:953). Tedarikçilerle işbirliği toplam kalite yönetiminin son unsuru olup dışsal ilişkileri inceleyen bir unsur olması yönüyle öne çıkmaktadır. Tedarikçilerle işbirliği kavramı firmalar ile tedarikçiler arasındaki işbirliğinin tarafların performansı üzerinde büyük etkisi (Güner vd.,2017:1) olması yönüyle işletmeler için önemlidir. Konunun önemini vurgulayan bir başka çalışmada ise rekabetin artık işletmeler arasında değil tedarik zincir üyeleri arasında olduğu, bu kapsamda işletmelerin tedarik zincirlerindeki diğer üyelerle işbirliği ve entegrasyon konusunda adımlar atması gerektiği (Ungan, 2011:318) bahsedilerek kavramın önemi vurgulanmıştır.

Bir başka çalışmada ise ampirik veriler ışığında kalite, fiyat, zaman ve esneklik olarak rekabet önceliklerine yaptıkları katkılar ile toplam kalite yönetimine yaptığı nihai katkı yönüyle işçilerin tedarikçi ilişkilerinden işbirlikçi yaklaşım izlemeleri gerektiği önerilmiştir (Güleş ve Çağlıyan, 2004).

Bu kapsamda ilgili literatür bulguları doğrultusunda işletmelerin tedarikçi ilişkilerinde işbirliği odaklı stratejiler geliştirmesi sonucuna varılmıştır.

2.3.2. İnsan Kaynakları Yönetimi Kavramı ve Verimlilik İle İlişkisi

İnsan kaynakları, endüstri ilişkilerinde işçi-işveren arasında köprü vazifesi görmesi yönüyle çalışma ilişkilerinin önemli bir düzenleyici faktörü olarak karşımıza çıkmaktadır. İşletmelerde işgücünün mevcut yeteneklerinden ve bilgilerinden en iyi oranda faydalanılmasının sağlanması ve bu süreçte işgücünün de iyi olma halinin desteklenerek ve mutluluğunun ve bağlılığının artırılmasında sorumlu birim olması ile işletmeler için bir denge unsuru olarak görülebilmektedir.

İnsan kaynakları alanında literatürde farklı tanımlamalar yapılmış olup Stevens'a göre insan kaynakları işletme ihtiyaçlarına uygun sayı ve nitelikte personel istihdamını sağlayarak söz konusu personelden verim sağlanması ve personelin ihtiyaçlarının giderilmesidir (Stevens, 1990:466). Yine benzer bir tanımlamada insan kaynakları yönetimi işletmelere yeni yeteneklerin kazandırılması, işletmede çalışan güvenliği ve sağlığının korunması ile bu alanda yasal yükümlülüklerin uygulanması olarak görev alan birimin faaliyetleri olarak adlandırılmaktadır (Haslinda, 2009:180).

İnsan kaynakları yönetiminin endüstri ilişkileri tarihinde süreçsel gelişimine bakıldığında ise çalışan refah sağlayıcı (employee welfare officer) olarak 1900'lü yıllarda başlayan süreç 1920-1980 arası personel yönetimine (personnel administration) evrilmiş ve seksenli yıllar itibariyle ise insan kaynakları yönetimi (human resource management) olmak üzere daha geniş bir görev tanımlaması halini alarak 2000' yılı itibariyle ise stratejik insan kaynakları yönetimi (strategic human resource management) olmak üzere bir stratejik yönetim aracı olarak anılmaya başlanmıştır (İtaka, 2011:7).

Bazı yönetim bilimleri araştırmacılarınca bu kapsamda insan kaynakları yönetimi modern yönetim ilkelerinin beş unsurundan biri olarak görmüş (Rodríguez-Ruiz, 2014) bazı yazarlarca işe insan kaynakları yönetiminin işletmelerde “*verimlilik ve kalitenin anahtarıdır*” söylemiyle insan kaynakları yönetiminin önemine dikkat çekilmiştir (Saldamlı, 2008:242).

İnsan kaynaklarının yönetim bilimleri içerisinde özel bir alan olarak görülmesi sebebiyle alanın yazınında pek çok teori geliştirilmiştir. Nitekim, Schuler tarafından literatür derlemesi ile geliştirilen teorilere bakıldığında ise, beşeri sermaye teorisinden, organizasyonel öğrenme teorisine, rekabet avantajı teorisine ve değişim teorisine gibi pek çok teorisinin bulunduğu görülmüştür (Schuler, 2000). Bahsi geçen teoriler işletmelerde insan odaklı verimliliğin sağlanması amaçlı geliştirilmiş olup işgücü verimliliğinin nihai anlamda işletme verimliliğini pozitif yönde etkilediği literatürde konsensüs oluşturan bir görüş haline gelmiştir. Nitekim, Japon Verimlilik merkezinin üç ana yol göstergesi olarak istihdamı arttırmak, işgücü yönetimde işbirliği ve verimlilik kazanımlarının adil dağıtımını (Stainer, 1995’ den aktaran Arulrajah, 2017:421) biçiminde tanımlayarak işgücü kavramına dikkat çekilmiştir.

İnsan kaynakları yönetiminin verimlilik ile ilişkisinde işyeri esneklik uygulamaları, ücret düzeyi, işyeri motivasyon faaliyetleri, eğitim-geliştirme uygulamaları gibi pek çok ayrı parametre bulunmaktadır. Bu kapsamda insan kaynaklarının uygulama alanına giren söz konusu unsurlar dahilinde işletmelerde verimliliğin incelenmesi sağlanacaktır.

2.3.2.1. Esneklik Uygulamaları ve Verimlilik

İşgücünün “işlevsel esnekliği” olarak da literatürde yer edinmiş söz konusu kavram dahil olduğu insan kaynakları literatüründe “yatay esneklik” ve “dikey esneklik” olarak temelde iki gruba ayrılmaktadır.

Esneklik uygulamaları en genel tanımı ile personelin hizmet içi görevlendirmeler ve/veya departman değişimi yoluyla yeni yetkinlikler kazandırılması ve vasıf düzeyinin artırılarak işletmenin ihtiyaç duyduğu insan kaynağı ihtiyacının karşılanması gerektiği durumlarda dış kaynak kullanımı yerine iç personel kullanımı ile karşılanması için yapılabilecek bir işyeri uygulamasıdır. Bu uygulamaları personellere

yeni vasıflar kazandırması yönüyle hem işveren hem de işçi için bir kazanım olmasına karşın literatürde söz konusu esneklik uygulamalarının personelle “istemdişi” katılım sağlanan ve motivasyon kırıcı bir faaliyet olduğuna dair bilgiler bulunmaktadır. Nitekim, esnekliğin iş ayrımını ortadan kaldırması ve sorumluluk yükünü arttırması yönüyle bilhassa yatay esneklik uygulamalarının işçiler tarafından şikayet unsuru oluşturduğu bazı çalışmalarda görülmüştür (Parlak ve Özdemir, 2011:32).

Bu kapsamda işyerinde verimlilik temelli personel bağlılığı ve mutluluğunun arttırılmasına yönelik ağırlıkla dikey esneklik uygulamaları yapılması gerekmekte ve söz konusu süreçte yatay esneklik uygulamalarının yönetiminde personeli motive edici (prim, eğitim, izin kullanımı vb.) uygulamalar ile beraber geliştirilmesi gerekmektedir. Bu sayede, süreç içerisinde personelin motivasyonu arttırılarak söz konusu esneklik uygulamalarından verim elde edilebilecek ve çalışan bağlılığı desteklenebilecektir.

2.3.2.2. Ücret Yönetimi ve Verimlilik

İnsan kaynaklarında verimlilik arttırıcı uygulamalardan bir diğeri de ücret unsurdur. Ücret kavramı tanımlandığı literatürün genel görüşü ile farklı karşılıklara gelen bir kavram olup ekonomik açıdan "emeğin fiyatı" olarak adlandırılırken sosyal siyaset terimi olarak ise "işgörenin geçim aracı" ve hukuki boyutuyla ise "işçinin fikri ve bedeni faaliyetlerinin karşılığı" olarak tanımlanmaktadır. (Atay, 1988: 46).

Ücret kavramının verimlilik ile ilişkili görülerek bu kapsamda Taylor Sistemi, Bedeaux Sistemi ve Rowan Sistemi gibi çeşitli ücret sistemlerinin geliştirildiği bilinmektedir. Ancak bu çalışmanın amacı söz konusu ücret sistemlerinin anlaşılmasından ziyade verimliliğin ücret ile ilişkisinin anlaşılması sınırlı tutularak bu doğrultuda literatür bulguları paylaşılmıştır.

Ücret düzeyi ve işgücü verimliliğinin arasındaki ampirik çalışmalara bakıldığında söz konusu ilişkinin pozitif yönde olduğuna dair araştırmalar bulunmaktadır. Nitekim, Gunowan ve Amalia tarafından yapılan regresyon analizinde ücret unsurunun çalışanların performansında pozitif yönde etkisi olduğu bulunmuş, ancak ücret unsurunun tek başına yeterli bir unsur olmadığı ve beraberinde çalışma

hayatının kalitesinin de sağlanması takdirinde performansı pozitif yönde etkilediği anlaşılmıştır (Gunowan ve Amalia,2015). Yine bir başka çalışmada, Hindistan imalat sanayisinde panel veri analizi kullanılarak işgücü verimliliği ve ücret düzeyleri arasındaki ilişki analiz edilerek reel ücretlerde artışın işgücü verimliliği ile pozitif yönde olduğu kanıtlanmıştır (Bhattacharya vd., 2011). Panel veri analizi yöntemi ile AB ülkelerinde ücretler, verimlilik ve işsizlik arasındaki ilişki incelendiğinde ise ücret ve işsizlik arasında bir ilişki olmamasına karşın başta Estonya, Slovenya ve Bulgaristan gibi ülkelerde ücret verimlilik ilişkisi pozitif korelasyon içermiştir (Nikulin, 2015).

Ücret yönetimi, makro değerlendirmeler haricinde mikro anlamda işletme ölçeğinde de önemli bulunarak insan kaynakları yönetiminde verimliliğin artırılması için bir teşvik unsuru olarak görülmüştür. Nitekim “performansa dayalı ücret” uygulaması ile işgücünün bilgi ve yeteneklerinden üst düzey kullanım sağlanarak işgücünün de çalışma motivasyonu desteklenir olmuştur (Öztürk, 2010). Bir başka tanımlamada yine, performansa dayalı ücret sistemi bireyin iş tatminini olumlu etkilemesi yönüyle işgücü verimliliğini arttırdığından bahsedilerek uygulamanın önemine dikkat çekilmiştir (Çetinkaya, 2016:378).

Bu kapsamda, ilgili literatür bulguları değerlendirmesinde ücret verimliliğin ayrılmaz bir parçası olarak görülerek bu kapsamda işletme ölçeğinde doğru ücret politikasının uygulanması işyeri verimliliğin artırılmasında bir araç olabilecektir.

2.3.2.3. İşyeri Motivasyon Uygulamaları ve Verimlilik

İşyerinde gerçekleştirilen motivasyon attırıcı eylemlerin işgücü verimliliği ve nihai anlamda işletme verimliliğini olumlu yönde etkilemesi (Örücü ve Kanbur, 2008) ve çalışan bağlılığını artırması yönüyle insan kaynakları yönetiminde önemli bir başlık hâline gelmiştir.

İşyeri motivasyon uygulamaları olarak adlandırılan doğum günü organizasyonları, gezi düzenlemeleri ve parti gibi faaliyetler işyerinde çalışanların keyifli zamanlar geçirdiği aktiviteler kadar ücret düzeyi, kıdem ve terfi imkanları, primler, sosyal yardım ve ödenekler ile izin uygulamaları gibi çok boyutlu motivasyon uygulamalarından bahsedilebilmektedir. Bu kapsamda söz konusu

faaliyetler temelde ekonomik, psiko-sosyal ve örgütsel-yönetmel olmak üzere üç grupta incelenmiştir (Kuşluvan,1999:57)

Çalışma hayatında motive edici işyeri uygulamaların belirlenmesine yönelik perakende sektöründe satış temsilcileri üzerinde yapılan anket tabanlı bir çalışmanın bulguları değerlendirildiğinde ise adil ve yeterli ücret, kıdem ve terfi imkanlarının varlığının işyerinde motivasyon sağlanan unsurlar olduğu anlaşılmış olup söz konusu unsurlar içerisinde en önemli göstergenin ise ücret düzeyi olarak bulunmuştur (Ünsar vd., 2010).

2.3.2.4. Eğitim-Geliştirme Uygulamaları ve Verimlilik

İnsan kaynaklarında işgücü verimliliğinin sağlanması yoluyla işletme verimliliğinin pozitif yönde etkilenmesine yol açan bir diğer başlık ise eğitim ve geliştirme uygulamalarının varlığıdır. Nitekim, insan kaynaklarında eğitim ve geliştirme uygulamalarının işletme için kritik önemi bilinerek insan kaynaklarında bordrolama, işe alım ve yetenek yönetimi gibi bölünlere gidilerek pek çok işletmede eğitim-geliştirme birimlerinin kurulması ve söz konusu süreçlerden sorumlu bir personelin görevlendirmesinin sağlandığı bilinmektedir.

Eğitim faaliyetlerinin işletmelerde sağladığı verimlilik artışına yönelik literatürde pek çok çalışmaya rastlanmaktadır. Öyle ki, Amerika’ da bir uçak imalat endüstrisi firmasında personele uygulanan hizmet için eğitim sonucunda toplam üretim miktarında %17 oranında artış sağlanmış; aynı zamanda iş kazaları oranında %45 oranında düşüş gerçekleşmiştir (Ataklı, 1992:68-69). Yine bir başka çalışmada, hizmet içi eğitim ile verimlilik arasında ilişki incelendiğinde işletmeler için üretilen mal ve hizmetin niteliğinin arttırılması, üretimde verimlilik artışı sağlama, kusurlu üretim mikatarının düşürülmesi, iş kazalarının azaltılması ve amortisman giderlerinin azaltılması (Pehlivan, 1979:152) gibi çok yönlü faydalarından bahsedilerek işletmelerde hizmet içi eğitim uygulamalarının teşvik edilmesi istenmiştir. Bu kapsamda, işletmelerde verimliliğın arttırılmasına yönelik hizmet içi eğitim uygulamalarının periyodik olarak uygulanması önerilmektedir.

2.4. İŞLETMELERDE VERİMLİLİĞİN ÖLÇÜM YÖNTEMLERİ

İnsan kaynakları yönetimi uygulamalarının verimliliğe etkisi üzerinden hareketle, işyeri uygulamalarının verimlilik üzerinde nasıl bir etkisinin olacağının hesaplanması hem insan kaynakları hem de endüstri mühendisliği gibi yönetim bilimlerinden farklı kantitatif metodlar ile ölçümlenir olmuştur. Bu kapsamda, bu başlıkta verimliliğin farklı hesaplama yöntemleri üzerinden bilgiler verilmesi sağlanarak tez çalışmasının üçüncü bölümünde de yararlanılan toplam faktör verimliliğinin temel felsefesinin anlaşılması sağlanacaktır.

2.4.1. Verimlilik Hesaplama Yöntemleri

Verimlilik ölçüm yöntemleri yazarlarca farklı biçimlerde ele alınmış ve bu kapsamda modeller geliştirilmiş olmasına karşın literatürde “kısmi verimlilik” ve “toplam faktör verimliliği” olmak üzere temelde iki verimlilik türünden bahsedilmektedir. Kısmi verimlilik ölçümünde işletmelerin çıktıya oranlayacağı girdi değişkenleri “emek” ve ya “sermaye” olarak sınırlı tutulmuşken ve tek girdi kullanımlı oranlanma sağlanırken toplam faktör verimliliğinde ise verimlilik çok boyutlu bir yaklaşımın ürünü olarak sadece emek ve sermaye ile sınırlandırılmamış ve üretim sürecinde yer alan tüm girdi faktörlerinin çoklu çıktı kullanımı ile formüle dahil edildiği bir yaklaşımla hazırlanmıştır.

$$\text{Kısmi Faktör Verimliliği} = \frac{\text{Çıktı}}{\text{Tek Girdi Çeşidi}(\text{İşgücü, Hammadde, Sermaye vb.})}$$

$$\text{Toplam Faktör Verimliliği} = \frac{\text{Çıktı}}{\text{Çok Girdi Çeşidi}(\text{İşgücü + Hammadde + Sermaye vb.})}$$

Buna göre kısmi verimlilik üretimin maddi giderleri dışında yer alan teknik ve organizasyonel imkanları kapsama almaması yönüyle eleştirilerek verimliliğin açıklanmasında yetersiz görülmüş böylece Solomun Fabricant tarafından toplam faktör verimliliği kavramı geliştirilmiştir (Topçuoğlu ve Özer, 2019). Ancak toplam faktör verimliliği kısmi verimlilik yöntemine göre kuşkusuz daha nitelikli bir verimlilik hesabı sağlamasına karşın veri elde etmenin zorluğu sebebiyle dezavantajlı görülmüştür.

Toplam faktör verimliliğinin önemi işletmenin mevcut durumuna ilişkin genel bir bakış açısı sağlaması yönüyle önemli olup bu kapsamda işletmelerin en sık kullandığı verimlilik ölçüm yöntemlerinden biri haline gelmiştir. Bu kapsamda bu başlıkta, toplam faktör verimliliği ve türleri de dahil olmak üzere işletmeler üzerinde kullanılan farklı ölçüm yöntemlerinin kısa birer özeti verilmesi sağlanacaktır.

2.4.1.1 Kısmi Verimlilik Hesabı

Kısmi verimlilik kavramı formülasyon içerisinde tek girdinin hesaba katılması ile ölçümlemeyi amaçlayan bir kavramdır. Toplam faktör verimliliği ile kıyaslandığında daha dar bir açıdan verimlilik hesabını gerçekleştirmesine karşın veri toplama imkanı olmayan durumlarda kullanılması yönüyle avantajlı bir hesaplama değildir. Söz konusu hesaplamanın diğer avantajı ise belirli bir bağlamda özel ilgi alanına giren sınırlı kaynağın ölçümde kullanılmasına izin vermesidir (Murray, 2016:113). Kısmi verimliliğin literatürde değişken bazlı kullanımları ise işgücü (human), ekipman (material), sermaye (capital), enerji (energy) ve diğer çeşitli (miscellaneous) verimlilik değişkenleri olmak üzere temelde beş grupta toplanmıştır. Bunlar (Matebu ve Shibabaw, 2015:168);

- i. İşgücü Verimlilik Endeksi;

$$PP_{H-index} = \frac{OP_c}{OP_b} \times \frac{IP_{Hb}}{IP_{Hc}}$$

- ii. Ekipman Verimlilik Endeksi;

$$PP_{M-index} = \frac{OP_c}{OP_b} \times \frac{IP_{Mb}}{IP_{Mc}}$$

- iii. Sermaye Verimliliği Endeksi;

$$PP_{C-index} = \frac{OP_c}{OP_b} \times \frac{IP_{Cb}}{IP_{Cc}}$$

- iv. Enerji Verimliliği Endeksi;

$$PP_{E-index} = \frac{OP_c}{OP_b} \times \frac{IP_{Eb}}{IP_{Ec}}$$

v. Diğer Çeşitli Kullanım Endeksi;

$$PP_{X-index} = \frac{OP_c}{OP_b} \times \frac{IP_{Xb}}{IP_{Xc}}$$

Söz konusu formüllerde OF firmanın toplam çıktısı olarak nitelendirilirken; OP_c cari dönem çıktısı ve I_G ise tanımlanmış olduğu H,M,C,E ve X olmak üzere girdi değişkenidir. OP_b baz zamanı çıktısı; IP_b baz periyodu girdisi ve son olarak IP_c ise cari dönem girdisi olarak tanımlanmaktadır. Bu kapsamda söz konusu formüller ile araştırmacıların tek bir girdi değişkenini hesaplamaya yönelik bilgi sağlamaktadır.

2.4.1.2. Toplam Faktör Verimliliği Hesabı

Toplam faktör verimliliği hesaplama yöntemi kısaca üretimden elde edilen çıktı miktarının, kullanılan girdilere oranlanması yoluyla ölçümlemenin yapılması işlemidir. Toplam faktör verimliliği, bu alanda çalışan her teorisyenin farklı toplam faktör verimliliği kavramı geliştirmesi ile çok yönlü oluşmuş bir kavramdır. Nitekim, mal ve hizmet üretiminde teknolojik değişimlerden dışsallık rolüne, üretim sektörünün bileşimindeki değişikliklere ve düşük maliyetli üretim yöntemlerinin benimsenmesine kadar toplam faktör verimliliğinin yelpazesi uzanmaktadır (Easterly ve Levine, 2001:178).

Toplam faktör verimliliğinin önemi ise verimlilik hareketlerinin belirlenmesinin zor olmasına karşın; reform politikalarının etkinliği, öğrenme etkileri, yeni ekipman ve teknik bilgi ile örgütsel becerilerin etkisini anlamak böylece potansiyel verimliliği olan alanların önündeki engellerin anlaşılmasının sağlanmasıdır (Jefferson vd., 1996:147). Bu yönüyle toplam faktör verimliliği hem işletmeler hem de politika yapımcılar için oldukça faydalı bir etki ölçümleme yöntemidir. Kavram, işletme, grup ya da herhangi bir organizasyon üzerinden toplanan veriler ile formüle edilebileceği gibi zaman serilerinin bulunduğu hazır veri setleri üzerinden de hesaplamaya imkan tanımakta böylece verimliliğin zamana ve mekana bağlı değişimini karşılaştırmalı olarak analiz edebilmektedir.

Toplam faktör verimliliğinin incelenmesinde ise Oyeranti' nin gruplaması baz alınarak “sınırsız üretim fonksiyonu” ve “sınır fonksiyonu” yaklaşımları temelinde ikiye ayrılmaktadır (Oyeranti, 2000). Bu incelemede parametrik olmayan

sınırsız üretim fonksiyonunda Büyüme Muhasebesi Yaklaşımı, Divisia Endeksi, Exact Endeksi ve Tornqvist Endeksi ele alınırken parametrik yöntemlerde ise Ekonometrik Yaklaşım bulunmaktadır Sınır fonksiyonu yaklaşımında ise parametrik olmayan yöntemler içerisinde Malmquist Verimlilik Endeksi ,parametrik olmayan yöntemler başlığında ise Stokastik ve Deterministik Yaklaşımları öne çıkmıştır. Genel verimlilik endekslerini alt bileşenlere ayırmanın temel mantığı verimlilik değişiklikleri kaynakları hakkında daha ayrıntılı bilg sağlanabilmesidir (Kuosmanen ve Sipilainen, 2004:3). Bu kapsamda literatürde toplam faktör verimliliğinin ölçülmesine yönelik farklı endeksler geliştirilmiş olup en yaygın kullanılan endeksler ise Törnqvist, Fisher ve Malmquist endeksleri (Hoff, 2006:893) olması sebebiyle söz konusu endeksler üzerinden bilgiler verilmesi sağlanarak her ölçüm endeksinin öne çıkan özelliklerinin anlaşılması sağlanacaktır.

2.4.1.2.1. Malmquist Toplam Faktör Verimliliği Endeksi

Sınır fonksiyonu yaklaşımında parametrik olmayan yöntem olarak literatürde karşımıza Malmquist Toplam Faktör Verimliliği karşımıza çıkmaktadır. Toplam Faktör Verimliliğinin hesaplanmasında kullanılan yöntemlerden birisi olan Malmquist model, “verimliliğin periyodik olarak izlenmesinin” önemine inanan araştırmacılarca geliştirilmiş bir endekstir. Endeks, ilk olarak 1953 yılında Malmquist tarafından oluşturulmuş olup Caves, Christensen ve Diewert tarafından 1982 yılında geliştirilerek uzaklık fonksiyonu yaklaşımı ile verimliliğin zaman içerisindeki değişimi ölçmeyi amaçlamıştır. Bu endeks, toplam faktör verimliliğinin ölçülmesinde en sık kullanılan endeks olup her bir veri noktasının nisbi uzaklık oranını hesaplayarak iki veri noktası arasındaki uzaklığı ölçmeyi amaçlamaktadır (Tutkavul, 2018:53). Malmquist endeksinin ölçülmesi “teknolojik değişim” ve “teknik etkinlikteki değişim” olarak ikiye ayrılmakta (Li ve Liu, 2010:934) bu, her iki faktörün toplam faktör verimliliğine üzerindeki katkısını belirlememize yardımcı olmaktadır (Demirci, 2002:253). Verimlilik alanında yapılan yakın dönem çalışmalara bakıldığında teknik etkinlikteki değişimler toplam faktör verimliliğini önemli ölçüde etkilediği görülmüştür. Nitekim iktisadi etkinliğin bileşenlerinden birisi görülen teknik etkinlik yaklaşımına göre bir işletmenin iktisadi açıdan etkin

olabilmesi için öncelikle teknik etkinliği sağlamalıdır (Kumbhakar ve Lovell, 2000). Bu kapsamda araştırmanın üçüncü bölümünde toplam faktör verimliliği hesap tablosunda ikincil bir analiz de yapılarak işletmelerin toplam etkinlik skorlarının da paylaşılması sağlanmıştır.

2.4.1.2.2. Törnqvist Toplam Faktör Verimliliği Endeksi

Törnqvist toplam faktör verimliliği endeksi sınırsız üretim fonksiyonu yaklaşımında parametrik olmayan yöntemler arasında en çok kullanılan endeks olmasıyla öne çıkmaktadır. Bu endeksin diğer modellere göre öne çıkan özelliği ise cari fiyatlama testlerinden de geçebilmesi yönüyle literatürde bilhassa finansal ekonometrik araştırmalarda ve büyüme analizlerinde kullanılmasıdır.

Törnqvist endeksinde de tıpkı Malmquist endeksindeki gibi uzaklık fonksiyonu kullanılarak hesaplama yapılmaktadır. Yapılan hesaplamalar temelde teknik etkinlik ve etkinlik değişimi olmak üzere iki alt başlıkta değerlendirilmektedir. Söz konusu bu değerlendirmeler incelendiğinde ise etkinlik değişimi karar birimlerinin etkin sınıra yaklaşma sürecinin bir değerlendirmesi iken, teknik değişim ise etkin sınırın zaman içindeki değişimini göstermekte ve ortak teknolojiye göre her bir veri noktasının farklarının oranlarını hesaplayarak, iki veri noktası arasındaki toplam faktör verimliliğindeki değişmeyi ölçmektedir (Vergil ve Abasız, 2008:166).

2.4.1.2.3. Fisher Toplam Faktör Verimliliği Endeksi

Toplam faktör verimliliği hesaplanmasına en sık kullanılan üçüncü endeks ise Fisher endeksidir. Fisher endeksi Laspeyres ve Paasche miktar endekslerinin geometrik ortalaması olup verimlilik çalışmalarında Malmquist ve Törnqvist endekslerine göre daha az kullanılmasına karşın son zamanlarda GSYH ve temel bileşenlerinin hesaplanmasında kullanılmaya başlanması ile birlikte endeksin popülerliğinin de arttığı görülmüştür (Edwin vd., 1996:185). Fisher endeksi fiyat miktar veya verimlilik endeksleri için istenilen özelliklerin listesini kullanmakta (Diewert ve Nakamura, 2002:16) ve önceki döneme göre değişiklikler üreterek toplam faktör verimliliği büyüme analizi için daha uygun olan sabit baz yılı üzerinden endekslerin gelişimlerini gösterebilmektedir (Machek ve Spicka, 2011:49).

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

SAKARYA VE KOCAELİ ÖRNEKLERİ ÜZERİNDEN ENDÜSTRİ 4.0'IN İŞGÜCÜ VE VERİMLİLİK ÜZERİNDEKİ ETKİSİ

3.1. ARAŞTIRMANIN YÖNTEMİ

3.1.1. Araştırmanın Amacı, Önemi ve Örneklemi

Sakarya ve Kocaeli illeri TR42 bölgesinde yer alan ve coğrafi olarak İstanbul, Ankara, Bursa gibi bir çok ile komşu olmasının yanı sıra liman ve havaalanlarına olan yakınlığı ile jeopolitik konum olarak önemli olan şehirlerdir. Söz konusu iller içerdiği organize sanayi bölgeleri ve küçük sanayi siteleri ile başta makin imalat, Gıda Ürünleri İmalatı endüstrisi ile otomotiv ve otomotiv yan sanayisi olmak üzere imalat sanayisine yaptığı katkı ile Türkiye' nin en önemli imalat sanayisi alt bölgelerinden birisini oluşturmaktadır.

Tablo 2. Sakarya ve Kocaeli İmalat Sanayisinin Genel Görünümü ⁶

TR42-1 Kocaeli				TR42-2 Sakarya			
Mühendis	12.599	KSS ⁷	6	Mühendis	2.882	KSS	8
Teknisyen	12.214	OSB ⁸	13	Teknisyen	2.872	OSB	6
Usta	13.076	İSİS ⁹	7.184	Usta	4.032	İSİS	3.965
İşçi	132.048			İşçi	50.080		
İdari	28.229			İdari	5.943		
Toplam	201.736			Toplam	66.080		

⁶ Bilgi Edinme Kanunu Kapsamında Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı; Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı ile Türkiye Odalar ve Borsalar Birliği'nin 2017 ve 2018 yılı veri tabanlarından derlenerek yazar tarafından hazırlanmıştır.

⁷ Küçük Sanayi Sitesi

⁸ Organize Sanayi Bölgesi

⁹ İmalat Sanayisi İşyeri Sayısı

Araştırma yapılan illerin imalat sanayisinin genel görünümüne bakıldığında, Kocaeli ilinde toplam 13 adet organize sanayi bölgesi ve 6 küçük sanayi sitesi bulunmakta olup toplam imalat işyeri sayısı 7.184'dür. Sakarya da mevcut sanayinin yapısına bakıldığında ise 6 organize sanayi ve bölgesi ve 8 küçük sanayi sitesi bulunmakta olup 3.965 imalat sanayisi işyeri olduğu görülmüştür. Bölge imalat sanayisinde çalışan işgücü profiline dağılımına bakıldığında başta Kocaeli ili işgücü piyasası başta olmak üzere çok sayıda mühendis teknik eleman, usta ve işçi ile diğer idari personelin çalıştığı görülmekte bu kapsamda bölge imalat sanayisinde kayıtlı 11.149 işyerinde toplam 267.816 kişinin istihdamı sağlanmaktadır.

Bu kapsamda, dijital dönüşüm ekseninde Sakarya-Kocaeli imalat sanayisinin insan kaynakları ve toplam faktör verimliliği olmak üzere iki ayrı perspektiften analiz edilmesi amaçlanmıştır. Bu amaca ulaşmak için, Sakarya ve Kocaeli illerinde imalat sanayisinde kayıtlı işletmeler ile anket görüşmesi gerçekleştirilerek analizlerin yapılması sağlanmıştır.

Bu kapsamda, söz konusu işyeri sayısı bu araştırmanın evrenini oluşturmuş olup, evreni temsilen tahmindeki tolerans büyüklüğü 0,05; istenilen durumun evrende görülme oranı 0,5; Alpha yanılma düzeyi 0,09 ve $t=1.75$ değerleri alınarak örneklem değeri 282 olarak bulunmuştur. Örneklem değeri doğrultusunda işletmelerle yapılan anket ve veri analizi sonuçları ile araştırma bulgularının değerlendirilmesi sağlanmıştır.

3.1.2. Araştırmanın Yöntemi, Veri Toplama ve Analiz Araçları

Bu çalışmanın veri toplama süreci saha araştırmalarında sıklıkla kullanılan Cati (telefon destekli anket) yöntemi ile toplanmış olup, araştırma kapsamında yapılan anketlerin bir veri toplama şirketinden hizmet alımı yoluyla yapılması sağlanmıştır.

Araştırma kapsamında Sakarya ve Kocaeli illerinde yer alan ve sanayi odasında sicil kaydı olan imalat sanayisi işletmelerine kota uygulaması yapılmaksızın rastlantısal aramalarla ulaşılması sağlanmış olup gönüllülük esaslı araştırmaya katılımları sağlanmıştır. Araştırma sürecinde, hazırlanan anket scriptine anketörlerin gerçekleştirmiş olduğu anketleri eş zamanlı olarak girmesi sağlanarak veri kaybının önüne geçilmiş, tüm görüşmelerin ses kaydının alınması sağlanarak veri toplama

sürecinin güvenilirliği sağlanmıştır. Hazırlanan veri toplama aracı “anket” biçiminde tasarlanmış olup, açık uçlu, tekli seçim, çoklu seçim ya da sıralama gibi farklı soru tiplerinde kantitatif bir araştırmanın parçası olacak şekilde tasarlanmıştır. Soru formu toplam “49” soru içermiş olup anket formunun güvenilirliğini test etmek için “çapraz soru” uygulamaları yapılmıştır. Bu kapsamda toplanan anketler içerisinde iç tutarlık kontrolü yapılmış olup tutarsızlığın olduğu anketlere rastlanmamıştır. Soru formunda çapraz soru uygulaması yapılması sebebiyle sorular “homojen” bölünmeksizin işletmelerin insan kaynakları ve dijital dönüşüm konusunda mevcut durumunu anlamaya yönelik yanıtlar almak üzere tasarlanmıştır.

Anket formu işletmelerin sınıflandırılmasını amaçlayan ana faaliyet alanı, firma ölçeği ve şehir bilgisi ile anket yanıtlayıcının görev tanımı, görev süresi gibi demografik özelliklerini anlamaya yönelik sorular içerecek şekilde başlanmış; takip eden sorular dijital dönüşüm konusunda mevcut durumları, insan kaynakları profili ve özellikleri, insan kaynakları ve diğer işyeri uygulamaları ile verimlilik analizinde kullanılacak girdi ve çıktı parametreleri ile araştırma hipotezlerini test etmeye yönelik sorular içerecek şekilde tasarlanmıştır.

Araştırma kapsamında verilerin analizi ve hipotezlerin test edilmesinde IBM Spss 22.0 paket programı ile çapraz tabloların ve hipotezlerin test edilmesi sağlanmış olup, verimlilik analizinde ise MaxDEA veri zarflama analizi programının kullanılarak toplam faktör verimliliği analizinin gerçekleştirilmesi sağlanmıştır.

3.1.3. Araştırmanın Kapsamı ve Sınırları

Araştırma kapsamında yalnızca Sakarya ve Kocaeli imalat sanayisinde kayıtlı işyerlerinin referans alınması sağlanmış olup, üretim ya da insan kaynakları gibi görüşme yapılan departmanlarının farklı illerde yönetildiği şirketler doğru veri toplanabilmesi amaçlı bu araştırmanın kapsamı dışında tutulmuştur.

Araştırma sürecinde, halihazırda aktif üretimde olan işyerleri referans alınmış, görüşmelerin işletme sahibi ve ortağı, genel müdür ve yardımcısı, insan kaynakları yöneticisi, üretim ve planlama yöneticisi, Ar-Ge yöneticisi, mali işler yöneticisi gibi alanlarda yetkili üst düzey kişilerle görüşme yapılması sağlanmıştır. Bazı orta ölçekli şirketlerde “Yönetici” görev tanımına sahip insan kaynakları personel bulunmaması

durumunda yetkili kişi olarak yönlendirilen “Uzman” statüsünde kişilerle görüşme yapılmıştır. Yapılan görüşmelerde doğru yanıtlar toplanabilmesi için en az “1” yıldır söz konusu işletmede fiilen çalışan kişiler kapsam altına alınmış, bu sınırları taşımayan kişiler kota dışı kabul edilerek araştırma kapsamına alınmamıştır.

3.1.4. Toplam Faktör Verimliliği Karar Birimlerinin Belirlenmesi ve Araştırma Modelinin Kurulması

İşletmelerin toplam faktör verimliliğinin hesaplanması, çalışmanın ikinci bölümünde detaylandırılmış olan ve parametrik olmayan karar birimleri için ekonometrik araştırmalarda sıklıkla kullanılan Veri Zarflama Analizi yardımı ile sağlanmıştır.

Veri zarflama analizi doğrusal programlamanın özel bir uygulaması olup benzer düzeyde yer alan işletme, kurum ya da grupların göreceli verimliliğini ölçmek amaçlı geliştirilmiş bir yöntem aracıdır. Söz konusu araç, karar birimlerinin referans alınan tüm girdilerini etkinlik sınırı oluşturma amacıyla doğrusal programlamadan yararlanmaktadır. Buna göre, referans kümesinde yer alan çıktı değerlerinin ağırlıklı ortalamaları ve yine tüm girdi parametrelerinin ağırlıklı ortalamaları kullanılarak hesaplama gerçekleştirilmektedir.

Çalışmanın karar verme birimleri, Sakarya ve Kocaeli illerinde farklı sektör ve ölçeklerde bulunan anket yapılan işletmeler olarak belirlenmiştir. Verimliliğin hesaplanmasında en önemli adım hesaplama parametrelerinin doğru seçilmesi olup bu kapsamda toplam faktör verimliliğinin ölçümünde gerekli girdi ve çıktı parametrelerinin ilgili literatüre atıf yapılarak belirlenmesi sağlanmıştır. Bu kapsamda, literatürde Cobb-Douglas üretim fonksiyonu olan ve kısmi verimlilik ölçümünde referans alınan “emek” ve “sermaye” kalemlerinden “emek” kalemi birinci girdi faktörü olarak alınarak işletmelerin üretim süreçlerine dahil olan “toplam çalışan sayısı” bir değişken olarak seçilmiştir.

Modele konu edilen diğer değişkenler ise, Peter Drucker ve Shumpeter’ e göre işletmenin en önemli çıktı hedeflerinden kabul edilen “inovasyon” kavramı olması sebebiyle, inovasyonu tanımlayan “patent ve iyi uygulama örneği tesciline sahip olma durumu” çıktı değişkenleri olarak kabul edilmiştir.

Bu değişkenlerden patent ve iyi uygulama tescili sayısının seçiminde, teknolojik gelişme ve yenilik temelli büyüme teorisinin ürün çeşitliliği seviyesinin ve toplam faktör verimliliği seviyesinin artan bir fonksiyonu olduğunu varsayan Romer’ in görüşü (Romer 1990’ dan aktaran Barış, 2019) ve ikinci bölümde detaylandırılmış olan teknolojik yatırımlar ile patent sayısının sanayi ve ekonomik büyüme üzerindeki etkisi teorileri referans alınarak seçilmiştir. Bu kapsamda patent ve iyi uygulama örneği tescil sayısı ise söz konusu modelde bir diğer çıktı değişkeni olarak kabul edilmiştir.

Bir diğer değişken ise göre işletmelerde verimlilik artışının göstergelerinden olan “işletmelerin tam kapasite ile çalıştırılması” hedefi olarak tanımlanmış (Zaim, 1997) “kapasite kullanım oranı” olarak belirlenmiştir. Buna göre üretim ölçüsünü tanımlayan ifade “çıktı” değişkenlerinden biri olarak seçilmiştir.

Modelde kullanılacak bir diğer değişken ise “toplam çalışma süresi” olmuştur. Söz konusu değişken, “maliyet unsuru” oluşturması sebebiyle önemli bir girdi değişkenini oluşturmakta olup işletmelerde işgücü ile makine ve teknik ekipmanların üretimde bulunduğu toplam çalışma süresinin uzunluğu gerek işgücü üzerinde gerekse makine ve teknik ekipmanların aşınma, bozulma ya da yıpranma oranını arttırmakta, ayrıca kaynak kullanımının (elektrik, su, enerji vb.) artışına neden olmaktadır. Bu kapsamda modelin kurulmasında ele alınan bir diğer girdi parametresi ise işgücünün ve makinelerin kullanım süresini kapsayan “toplam çalışma süresi” olarak ele alınmıştır. Bu kapsamda söz konusu üretim girdilerinin “tamamlayıcısı” kabul edilen gösterge “girdi” değişkeni olarak tanımlanması sağlanmıştır.

Modele dahil edilen son gösterge ise, Ricardo tarafından teknoloji ile birlikte sanayinin ve ekonominin büyümesinde önemli bir unsur görülerek içsel büyüme göstergelerinden biri olarak kabul edilmiş olan “ihracat” değişkeni seçilmiştir. Söz konusu gösterge sayısal anlamlık oluşturması için soru formunda ilgili değişkenin hammadde ve yarı işlenmiş mamül, düşük teknoloji, orta düzey teknoloji ve yüksek teknoloji ürün grubu olmak üzere dört farklı gruplandırma yapılması sağlanmıştır. Buna göre her segment için farklı ağırlık değerleri alınmış ihracat ilişkisinin bulunmadığı işletmeler “0” olarak ele alınırken hammadde ürün grubu “25”, düşük teknoloji grubu “50” orta düzey teknoloji grubu “75” ve yüksek teknoloji ürün grubu

ise “100” ağırlık değerinde kabul edilmiştir. Göstergenin modelde çıktı değişkeni olarak kullanılması sağlanmıştır.

İşletme yıllık cirosu, kuruluş sermayesi ve yıllık operasyonel maliyet toplamı önemli verimlilik hesaplama değişkenleri olmasına karşın gizli bilgi olarak görülmesi sebebiyle bu çalışmada modele dahil edilememiştir.

Bu kapsamda toplam faktör verimliliği kavramının da amaç edildiği “üretimde yer alan tüm girdi-çıktı faktörlerin hesaplama katılması anlayışı” bazında araştırma modelinin hazırlanması sağlanmıştır. Böylece, toplam faktör verimliliğinin belirlenmesi amacıyla kullanılacak Veri Zarflama Analizinin modelinin girdi ve çıktı parametrelerinin özet görünümü ve formül gösterimi aşağıdaki gibidir;

Model Yapısı	
Girdi Değişkenleri	Çıktı Değişkenleri
Toplam İşgücü Sayısı	Kapasite Kullanım Oranı
Toplam Çalışma Süresi	Patent ve İyi Uygulama Tescili Sayısı
	İhracat İlişkisi

Tablo 3. Veri Zarflama Analizi Model Değişkenleri

$$TFV = \frac{\text{İşgücü Sayısı} + \text{Haftalık Çalışma Süresi}}{\text{Kapasite Kullanım Oranı} + \text{Patent Sayısı} + \text{İhracat İlişkisi}}$$

İşgücü Sayısı: Üretimde ve diğer departmanlarda çalışan işgücünün toplam sayısı

Haftalık Çalışma Süresi: Toplam çalışma gün sayısı x Saat

Kapasite Kullanım Oranı: %'lik Aralık [0 – 25; 25 – 50; 50 – 75; 75 – 100]

Patent Sayısı: Toplam patent ve iyi uygulama tescili sayısı

İhracat İlişkisi: İhracat Yok: 0

Hammadde ve Yarı İşlenmiş Mamül: 25

Düşük Teknoloji: 50

Orta Ölçekli Teknoloji: 75

Yüksek Teknoloji: 100

Verimlilik analizleri için toplanan anketlerin öncelikle Excel’ de hazırlanan veri tabanında kodlanması, sınıflandırılması ve düzenlenmesi sağlanarak sonrasında veri zarflama analizinde yaygın olarak kullanılan ve Excel tabanlı çalışan MaxDEA Programı kullanılarak sektör ve işletme ölçeği kırılımında hesaplama yapılması sağlanmıştır. Veri zarflama analizi ölçeğe göre sabit getiriye kabul eden orijinal model CCR ya da ölçeğe göre değişken getiriye referans alan BCC modeli kullanılarak yapılabilmektedir. CCR modeli, girdi miktarı kadar çıktı almayı referans alan model olması sebebiyle bu analizin yorumlama çıktısı olarak kabul edilmiş olup teknik etkinliği de tanımlayan BCC modelinin de ek olarak analiz edilmesi sağlanarak EK-2 de paylaşılması sağlanmıştır.

Çalışmada, işletmelerin amacına en uygun olarak görülmesi sebebiyle, girdileri değiştirerek mevcut çıktıyı üretme amacına yönelik kullanılan ve en az kaynak kullanımı ile maksimum çıktı üretmeyi amaçlayan Girdi Odaklı Model kullanılmıştır. Buna göre, girdi odaklı modelin Ölçeğe Göre Sabit Getiriye Kabul Eden Orijinal Model (CCR) ile kullanımı sağlanmıştır. Bu kapsamda, modelin girdi ve çıktı parametrelerinin belirlenmesi sağlanarak analiz sonucu “1” olarak bulunmuş karar birimleri verimli birimler olarak kabul edilirken, “0” a yaklaşan değerler verimli olmayan birimler olarak sınıflandırılmıştır.

Bu kapsamında hazırlanan anket formu, çalışmanın hedeflediği “7” temel hipotez testinin sağlanmasına yönelik veri imkanı sağlamak üzere tasarlanmıştır. Kullanılan testler araştırmanın üçüncü bölümünde detaylandırılmış olup incelemesi yapılan varsayım ve hipotezler aşağıdaki gibi kurulmuştur:

- **H₁:** En az bir dijital teknoloji kullanımı olan işletmelerde herhangi bir dijital teknoloji kullanımı olmayan işletmelere göre verimlilik düzeyinde anlamlı farklılık vardır.
- **H₂:** Ar-Ge faaliyeti olan işletmelerin toplam faktör verimliliği Ar-Ge faaliyeti olmayan işletmelere göre yüksektir.
- **H₃:** 11. Kalkınma Planında öncelikli sektörler olarak belirlenmiş işletmelerde

toplam faktör verimliliği diğer sektörlerle göre daha yüksektir.

- **H4:** İşletmelerde patent ve iyi uygulama tesciline sahip olma durumu Ar-Ge departmanı bulunma durumuna göre anlamlı farklılık gösterir.
- **H5:** İşletmelerde Ar-Ge personeli bulunma durumu işletme ölçeğine göre anlamlı farklılık gösterir.
- **H6:** İşletmelerde Ar-Ge departmanı bulunma durumu işletme ölçeğine göre anlamlı farklılık gösterir.
- **H7 :** Vardiya sistemi ile çalışma ve işletme kapasite kullanım oranı arasındaki ilişki anlamlıdır.

3.2. ARAŞTIRMANIN BULGULARI

3.2.1. Araştırmaya Katılan İşletmelerin ve Anket Yanıtlayıcıların Profil Özellikleri

Araştırma kapsamında Sakarya ve Kocaeli illerinde farklı sektörlerde ve işletme düzeylerinde toplam 282 anket görüşmesi yapılmıştır. Yapılan görüşmeler, OECD'nin KOBİ sınıflandırması dahilinde ele alınmış (OECD, 2015:17) buna göre işletme ölçekleri 1-9 çalışan aralığında Küçük Ölçekli İşletme, 10-49 çalışan aralığında Orta Ölçekli İşletme, 50-250 çalışan aralığında Büyük Ölçekli İşletme ve son olarak 250 üzeri çalışana sahip Mega Ölçekli İşletmeler olmak üzere “4” ölçekte araştırmanın yürütülmesi sağlanmıştır.

3.2.1.1. İşletme Profili

Anket kapsamında görüşme yapılan işletmelerin ana faaliyet alanının kodlanmasında sınıflandırma kolaylığı açısından Nace Rev-2 Avrupa Topluluğunda Ekonomik Faaliyetlerin İstatistiki Sınıflaması tablosu referans alınarak sağlanmıştır. Buna göre imalat sanayisinde kayıtlı 18 farklı sektörde araştırmanın yürütülmesi sağlanmıştır.

Saha araştırma sürecinde işletme ölçeği, il ya da ana faaliyet alanına (sektör) ilişkin herhangi bir kota uygulaması yapılmamış olup ilgili gözlem değerlerine sanayi sicil kaydı listesinde yer alan işletmelerin anketörlerce rastgele aranması ile ulaşılmış ve sağlanmıştır. Buna göre araştırma yapılan sektör ve işletme ölçeklerine ait gözlem değerlerini tanımlayan çapraz tablo aşağıdaki gibidir;

Tablo 4. Sektör ve Ölçek Çapraz Kırılımında Anket Yapılan İşletmelerin Dağılımı

			Firma Ölçeği				Toplam
			Küçük Ölçekli İşletme	Orta Ölçekli İşletme	Büyük Ölçekli	Mega Ölçekli	
Sektör	Gıda Ürünleri İmalatı	Count	3	6	8	6	23
		% within Sektör	13,0%	26,1%	34,8%	26,1%	100,0%
		% within Firmaölcegi	5,1%	7,1%	8,0%	15,4%	8,2%
		% of Toplam	1,1%	2,1%	2,8%	2,1%	8,2%
	Tekstil	Count	3	2	8	6	19
		% within Sektör	15,8%	10,5%	42,1%	31,6%	100,0%
		% within Firmaölcegi	5,1%	2,4%	8,0%	15,4%	6,7%
		% of Toplam	1,1%	0,7%	2,8%	2,1%	6,7%
	Ağaç	Count	0	0	0	1	1
		% within Sektör	0,0%	0,0%	0,0%	100,0%	100,0%
		% within Firmaölcegi	0,0%	0,0%	0,0%	2,6%	0,4%
		% of Toplam	0,0%	0,0%	0,0%	0,4%	0,4%
	Kağıt	Count	0	0	2	1	3
		% within Sektör	0,0%	0,0%	66,7%	33,3%	100,0%
		% within Firmaölcegi	0,0%	0,0%	2,0%	2,6%	1,1%
		% of Toplam	0,0%	0,0%	0,7%	0,4%	1,1%
	Kimyasal	Count	0	4	10	3	17
		% within Sektör	0,0%	23,5%	58,8%	17,6%	100,0%
		% within Firmaölcegi	0,0%	4,8%	10,0%	7,7%	6,0%
		% of Toplam	0,0%	1,4%	3,5%	1,1%	6,0%
	Temel Eczacılık Ürünleri	Count	0	0	1	0	1
		% within Sektör	0,0%	0,0%	100,0%	0,0%	100,0%
		% within Firmaölcegi	0,0%	0,0%	1,0%	0,0%	0,4%
		% of Toplam	0,0%	0,0%	0,4%	0,0%	0,4%
	Kauçuk	Count	0	1	6	2	9

	% within Sektör	0,0%	11,1%	66,7%	22,2%	100,0%
	% within Firmaölcegi	0,0%	1,2%	6,0%	5,1%	3,2%
	% of Toplam	0,0%	0,4%	2,1%	0,7%	3,2%
Ana metal	Count	10	21	20	8	59
	% within Sektör	16,9%	35,6%	33,9%	13,6%	100,0%
	% within Firmaölcegi	16,9%	25,0%	20,0%	20,5%	20,9%
	% of Toplam	3,5%	7,4%	7,1%	2,8%	20,9%
Fabrikasyon metal	Count	2	1	2	0	5
	% within Sektör	40,0%	20,0%	40,0%	0,0%	100,0%
	% within Firmaölcegi	3,4%	1,2%	2,0%	0,0%	1,8%
	% of Toplam	0,7%	0,4%	0,7%	0,0%	1,8%
Bilgisayarların, Elektronik	Count	4	5	3	1	13
	% within Sektör	30,8%	38,5%	23,1%	7,7%	100,0%
	% within Firmaölcegi	6,8%	6,0%	3,0%	2,6%	4,6%
	% of Toplam	1,4%	1,8%	1,1%	0,4%	4,6%
Elektrikli Teçhizat	Count	2	1	1	0	4
	% within Sektör	50,0%	25,0%	25,0%	0,0%	100,0%
	% within Firmaölcegi	3,4%	1,2%	1,0%	0,0%	1,4%
	% of Toplam	0,7%	0,4%	0,4%	0,0%	1,4%
Baska yerde sınıflandırılmamış makine	Count	1	0	0	0	1
	% within Sektör	100,0%	0,0%	0,0%	0,0%	100,0%
	% within Firmaölcegi	1,7%	0,0%	0,0%	0,0%	0,4%
	% of Toplam	0,4%	0,0%	0,0%	0,0%	0,4%
Motorlu kara taşıtları	Count	14	21	23	11	69
	% within Sektör	20,3%	30,4%	33,3%	15,9%	100,0%
	% within Firmaölcegi	23,7%	25,0%	23,0%	28,2%	24,5%
	% of Toplam	5,0%	7,4%	8,2%	3,9%	24,5%
Diğer imalat	Count	5	1	1	0	7
	% within Sektör	71,4%	14,3%	14,3%	0,0%	100,0%

	% within Firmaolcegi	8,5%	1,2%	1,0%	0,0%	2,5%
	% of Toplam	1,8%	0,4%	0,4%	0,0%	2,5%
Makine ve ekipmanların kurulum ve onarımı	Count	14	18	12	0	44
	% within Sektör	31,8%	40,9%	27,3%	0,0%	100,0%
	% within Firmaolcegi	23,7%	21,4%	12,0%	0,0%	15,6%
	% of Toplam	5,0%	6,4%	4,3%	0,0%	15,6%
Kanalizasyon ve atık yönetimi	Count	1	1	1	0	3
	% within Sektör	33,3%	33,3%	33,3%	0,0%	100,0%
	% within Firmaolcegi	1,7%	1,2%	1,0%	0,0%	1,1%
	% of Toplam	0,4%	0,4%	0,4%	0,0%	1,1%
İkamet amaçlı bina	Count	0	1	1	0	2
	% within Sektör	0,0%	50,0%	50,0%	0,0%	100,0%
	% within Firmaolcegi	0,0%	1,2%	1,0%	0,0%	0,7%
	% of Toplam	0,0%	0,4%	0,4%	0,0%	0,7%
Askeri savunma	Count	0	1	1	0	2
	% within Sektör	0,0%	50,0%	50,0%	0,0%	100,0%
	% within Firmaolcegi	0,0%	1,2%	1,0%	0,0%	0,7%
	% of Toplam	0,0%	0,4%	0,4%	0,0%	0,7%
Toplam	Count	59	84	100	39	282
	% within Sektör	20,9%	29,8%	35,5%	13,8%	100,0%
	% within Firmaolcegi	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%
	% of Toplam	20,9%	29,8%	35,5%	13,8%	100,0%

Tablo 4. de paylaşılmış veriler doğrultusunda ankete katılan işletmelerin ana faaliyet alanlarına göre dağılıma bakıldığında en çok görüşme %24,5 ile “motorlu kara taşıtlarının imalatı” sektörü ile gerçekleşmiştir. Söz konusu bölgede Otokar, Tırsan, Toyota ve BMC gibi sektör liderleri de bulunmakta olup, otomotiv ve otomotiv yan sanayisinin yoğunlukta olduğu söz konusu alanda araştırmaya katılan işletmelerinde gözlem değerlerinin ağırlıkla bu alanda yoğunlaştığı görülmüştür.

Motorlu kara taşıtları sanayisini ise sırasıyla, %20,9 ile ana metal sanayisi takip ederken, üçüncü sırada ise %15,6 ile makine ve ekipmanların kurulum ve onarımı sektörleri takip etmiştir. Söz konusu sektörler özelinde olmak üzere işletme ölçek dağılımına bakıldığında ise motorlu kara taşıtları sektöründe %28,2 ile ağırlıklı 250 üzeri çalışana sahip mega ölçekli işletmelerle görüşme yapılırken; ana metal sanayisinde %25,0 olmak üzere ağırlıklı 10-49 çalışan aralığındaki orta ölçekli işletmelerle görüşme yapılmıştır. En çok görüşme yapılan üçüncü sektör olan makine ve ekipmanların kurulum ve onarımı sektöründe ise %23,7 ağırlığında olmak üzere en çok 1-9 çalışana sahip küçük ölçekli işletmeler ile görüşme yapılmıştır.

3.2.1.2. Anket Yanıtlayıcı Profiline İlişkin Bulgular

Araştırma kapsamında elde edilmek istenen bulguların işletmelerin insan kaynakları, üretim ve Ar-Ge gibi farklı bölümlerinin bilgilerine yönelik sorularını içermesi sebebi ile anket yanıtlayıcı profilinin geniş tutulması sağlanmıştır. Araştırma süresince bazı anketlerde hem insan kaynakları hem de üretim yetkilisi ile görüşme yapılması sağlanmış olup ankete katılımı kabul eden ilk kişinin görev tanımının yanıtlayıcı profiline işlenmesi sağlanmıştır.

Tablo 5. Anket Yanıtlayıcıların Görev Tanımına Göre Dağılımı

	Frekans	Yüzde	Geçerli Yüzde	Kümülatif Yüzde
Geçerli Arge Yöneticisi	2	,7	,7	,7
Firma Sahibi&Ortagi	39	13,8	13,8	14,5
Genel Müdür&İşletme Muduru	12	4,3	4,3	18,8
İK ve İdari İşler Sorumlusu	43	15,2	15,2	34,0
İK Yönetici	102	36,2	36,2	70,2
Mali İşler Yönetici	64	22,7	22,7	92,9
Üretim Yöneticisi	20	7,1	7,1	100,0
Toplam	282	100,0	100,0	

Buna göre %36,2 oranında İnsan Kaynakları Yöneticisi görev tanımına sahip yetkiliyle görüşme yapılması sağlanırken insan kaynakları ve idari işler alanında görev tanımına sahip toplam görüşme oranı ise %51,4 oranında gerçekleşmiştir. İkinci sırada en çok görüşülen kitle ise daha çok orta ölçekli işletmelerde görülen ve

hem insan kaynakları, hem satın alma gibi diğer süreçleri de sağlayan muhasebe ve finans gibi mali işler departmanı yetkilileri ile görüşme izlemiştir. En çok görüşmenin yapıldığı üçüncü grüp küçük ölçekli işletmelerle yapılan görüşmelerde ulaşılabilirliğin kolay olduğu %13,8 oranında firma sahibi ve ortağı iken, en az görüşmenin yapıldığı görev tanımı %0,7 oranındaki ar-ge bölümü yetkilisi olmuştur.

3.2.2. İşletmelerin Endüstri 4.0 Konusunda Mevcut Durumu

İşletmelerin Endüstri 4.0' a geçme durumunu sorgulamak için tekli seçim soru formatında “*İşletmenizin Endüstri 4.0 konusunda mevcut durumu nedir?*” ifadesi yöneltilerek mevcut durum görülmek istenmiştir. Buna göre, işletmelerin %28,0 ‘Endüstri 4.0’a kısmen geçtik’ ifadesini belirtirken, bunu dijital dönüşüme direnç gösterdiği anlaşılmış ‘Endüstri 4.0’a geçmeyi düşünmüyoruz (%27,7)’ ifadesi takip etmiştir. Türkiye’de dijital dönüşümün henüz başlangıç aşamasında dahi olmadığı düşünüldüğünde doğrular nitelikte sonuçlara ulaşılmış olup bu kapsamda işletmelerin yalnızca %4,6’sı dijital dönüşüme tamamen geçtiklerini belirtmişlerdir. Söz konusu %4,6 oranındaki kitlenin özelliklerine bakıldığında ise yabancı sermayeli işletmeler olması dikkat çekici bir ayrıntı oluşturmuştur.

İstatistikler		
Endüstri 4.0'a Geçme Durumu		
N	Geçerli	282
	Kayıp Veri	0

Tablo 6. İşletmelerde Endüstri 4.0’ın Mevcut Durumu

		Frekans	Yüzde	Geçerli Yüzde	Kümülatif Yüzde
Geçerli	Hazırlık Aşamasındayız	71	25,2	25,2	25,2
	Geçmeyi Düşünmüyoruz	78	27,7	27,7	52,8
	Kısmen Geçtik	79	28,0	28,0	80,9
	Tamamen Geçtik	13	4,6	4,6	85,5
	Fikrim Yok	41	14,5	14,5	100,0
	Toplam	282	100,0	100,0	

3.2.3. İşletmelerin Endüstri 4.0 Konusunda Stratejik Plana Sahip Olma Durumu

Stratejik planlama ve yol haritası belirleme çalışmalarının işletmelerin geleceğini şekillendirmelerinde en önemli unsurlardan birini oluşturduğu başta yönetim ve organizasyon alanında yapılan çalışmalar olmak üzere işletme literatüründe özel bir çalışma alanı haline geldiği bilinmektedir. Dijitalleşme sürecinde şirketlerin özellikle Strateji ve Yol Haritası ile Yönetişim yetkinliklerinin düşük olması sorunu (Tüsiad, 2017) olduğu dile getirilerek bu anlamda yeni dönüşüm sürecinde işletmelerin strateji ve planlama çalışmaları yapması gerektiği vurgulanmıştır. Bu kapsamda bu çalışmada, işletmelere “İşletmeniz özelinde hazırlanmış bir dijital dönüşüm yol haritası ya da stratejik eylem planınız var mı?” ifadesi yöneltilmiştir.

İstatistikler

Stratejik Plan Sahipliği

N	Geçerli	282
	Kayıp Veri	0

Tablo 7: İşletmelerde Stratejik Plana Sahip Olma Durumu

	Frekans	Yüzde	Geçerli Yüzde	Kümülatif Yüzde
Geçerli Evet var	97	34,4	34,4	34,4
Hayır yok	126	44,7	44,7	79,1
Plan Hazırlık Sürecindeyiz	40	14,2	14,2	93,3
Fikrim Yok	19	6,7	6,7	100,0
Toplam	282	100,0	100,0	

Tablo 7. Verileri doğrultusunda işletmeler ağırlıkla dijital dönüşüm konusunda işletmeleri için bir stratejik plana sahip olmadıklarını belirtmişlerdir (%44,7). İşletmeleri özelinde stratejik plan hazırlayanların oranı %34,4 iken bunu %14,2 ile plan hazırlık aşamasında olduğunu belirten işletmeler takip etmiştir. Söz konusu ifade için ise işletmelerin sadece %6,7’si fikrim yok ifadesini kullanmıştır. Bu kapsamda, imalat sanayisinde dijital dönüşümün etkilerine bağlı olarak hazırlığa ilişkin yaklaşık yarı yarıya bir farkındalık oluştuğunu söylemek mümkündür.

3.2.4. İşletmelerin Dijital Dönüşüm Konusunda Öncelikli İhtiyaçları

İşletmelerin Endüstri 4.0 konusunda mevcut durumları ve bir stratejik yol haritasına sahip olmalarına ilişkin mevcut yapıları anlaşıldıktan sonra dijital dönüşüm sürecinde öncelikli ihtiyaçlarını anlamaya yönelik soru sorulması sağlanmıştır. Bu kapsamda, “sınırlı çoktan seçmeli” soru formatının uygulandığı soruda işletmelere “*İşletmenizin Dijital Dönüşüm Konusunda ihtiyaç duyduğu ve yetersizlik çektiği öncelikli ihtiyaçlar hangileridir?*” ifadesi yöneltilerek mevcut oluşturulmuş ifadelerden kendilerine uygun en fazla “3” ifadeyi seçmeleri istenmiştir.

Seçilen ifadelerin öncelikli önem sırasına göre sıralama yapmaları istenerek, dijital dönüşüm konusunda işletmelerin bariyerlerinin belirlenmesi sağlanmıştır. Bu kapsamda, en önemli olduğu belirtilen birinci nedene 0.5; ikinci nedene 0.3 ve üçüncü nedene ise 0.2 ağırlık verilerek söz konusu belirtilen sorunların ağırlıklı ortalamalarının alınması sağlanmıştır.

Tablo 8. İşletmelerin Dijital Dönüşüm İhtiyaçları

Sıra No	Öncelikli Sorun	(%)
1.	Bölgede araştırma ve geliştirme faaliyetlerini destekleyecek altyapının bulunmaması	22,17
2.	Girişimin mali kaynak yapısının yetersizliği	20,36
3.	Personel nitelikleri eksikliği ile yetkin insan kaynağı ihtiyacı	19,91
4.	Dış finansman kaynaklarının yetersizliği -Kosgeb, Kalkınma Ajansı vb.-	13,57
5.	Dijital okuryazarlık ve teknik bilgi yetersizliği	13,12
6.	Yönetim ve organizasyon eksikliği	10,86

Buna göre ağırlıklı toplamın yansıtıldığı Tablo 8. Verileri doğrultusunda işletmelerin öncelikli sorunun bir ekosistem sorunu olan “Bölgede araştırma ve geliştirme faaliyetlerini destekleyecek altyapının bulunmaması” (%22,17) sorunu oluşturmuştur. Bunu finansal yetersizlik göstergesi olan “Girişimin mali kaynak yapısının yetersizliği (%20,36) sorunu izlerken üçüncü sorun ise insan kaynakları alanında bir sorunu tanımlayan “Personel nitelikleri eksikliği ile yetkin insan kaynağı ihtiyacı (%19,91)” sorunları olduğu belirtilmiştir. Söz konusu ilk sorunun ardından

takip eden diğer sorunlar ise sırasıyla, “Dış finansman kaynaklarının yetersizliği - Kosgeb, Kalkınma Ajansı vb.- (%13,57), “Dijital okuryazarlık ve teknik bilgi yetersizliği (%13,12)” ile “Yönetim ve organizasyon eksikliği (%10,86)” sorunları olduğu anlaşılmıştır.

Bu bağlamda dijital dönüşüm konusunda işletmelerin “içsel” sorunlarının ötesinde bölgede Ar-ge faaliyetlerini destekleyecek yapının olmaması ile yetkin insan kaynağı ihtiyacı yönüyle “dışsal” yani ekosistemsel yapının henüz olgunlaşmamış olması sorunu ile dijitalleşmelerine engel olduğu; bu bağlamda işletmelerin dijital dönüşüm sürecinde önemli sorunlara neden olabilecek bir yapının bölge imalat sanayisi için oluştuğunu söylemek mümkündür.

3.2.5. İşletmelerin İnsan Kaynakları Profili

Dijital dönüşüm sürecinde işletmelerin insan kaynağı “beşeri sermaye” olarak atfedilerek önemli bir unsur görülmüş, bu kapsamda dijital dönüşüm süresince dijital dönüşümü gerçekleştirecek ya da gerçekleşen dönüşümden olumlu ya da olumsuz yönde etkilenecek olan işgücünün işletmelerde mevcut yapısını anlamak bu bölümün amaç güdüsünü oluşturmuştur. Bu kapsamda bu bölümde ankete katılan işletmelerin mevcut insan kaynakları yapısını anlamaya yönelik sorular sorulmuş olup işletmelerin insan kaynaklarının dağılımı mavi yaka, beyaz yaka, altın (gold) yaka ve yeşil yaka olmak üzere dört temel sınıflandırmaya tabi tutulmuştur. Mavi yaka işgücü ise kendi içerisinde vasıflı ve düşük vasıflı işgücü olmak üzere iki alt başlıkta sorgulanmıştır.

Bunun dışında, taşeron işçi çalıştırma durumu ile işletmelerde dijital dönüşüm sürecinde aktif yer alacak olan mühendis ve bilgi işlem teknolojileri ve dijital dönüşüm personeline sahip olma başlıkları da değerlendirilerek işletmelerin mevcut insan kaynakları yapılarının anlaşılması sağlanmıştır.

Tablo 9. İşletme İşgücü Profili Dağılımı

İşgücü Profili	Yüzde (%)
Mavi Yaka	62,90
Beyaz Yaka	29,30
Altın (Gold) Yaka	6,78
Yeşil Yaka	1,2
Toplam	100

Buna göre, Tablo 9.da yapılan frekans analizi doğrultusunda işletmelerin %62.90'ı en çok “mavi yaka” çalışan istihdam ederken bunu %29.30’ ile “beyaz yaka” çalışanlar takip etmiştir. Teknolojiyi çok iyi kullanabilen üst düzey beyaz yakalılar olarak adlandırılan altın yaka çalışanların ise %6.78 oranında olduğu görülmüş, çevresel sürdürülebilirlik alanında çalışan ve yeni bir istihdam alanı olan “yeşil yaka” istihdam oranının ise sadece %1.02 ile sınırlı olduğu görülmüştür.

Tablo 10. Mavi Yaka İstihdamın İncelenmesi

Görev Alanı	Yüzde (%)	Vasıf Düzeyi	Yüzde (%)
Üretim Personeli	98,49	Vasıflı	53,32
Üretim Dışı (yemek, temizlik, güvenlik vb.)	1,51	Vasıfsız	41,68
Toplam	100	Toplam	100

Mavi yaka istihdamında detaylı inceleme yapıldığında temizlik, güvenlik vb. işler haricinde sadece üretim hattında yer alan mavi yaka işgücü anlaşılmak istenmiş ve Tablo 10. Doğrultusunda sınıflandırılmıştır. Bu kapsamda Sakarya ve Kocaeli imalat sanayisinde anket yapılmış 282 işletmede çalışan 28.001 kişilik mavi yaka işgücünün %98.49'unu üretim hattı personeli oluşturmuş olup yalnızca %1,51' i (423 kişi) üretim hattı dışında yer alan mavi yaka personel oluşturmuştur. Söz konusu üretim hattında yer alan personelin vasıf düzeyini anlamaya yönelik sorulan dağılım doğrultusunda ise mesleki ve teknik eleman olarak nitelendirilen mavi yaka istihdamın %53.32'si düzeyinde olduğu, düşük vasıflı ya da vasıfsız işçi grubunun ise %41.68' lik bir oranda dağıldığı görülmüştür.

Göstergelerde cinsiyete göre kırılım alındığında ise kadınların toplam işgücü içerisindeki oranının sadece %20.91 ile sınırlı olduğu görülmüştür. Tüm istihdam

türleri içerisinde kadınların daha az istihdam edildiği imalat sanayisinde, kadınların istihdam türleri içerisindeki dağılımında ise farkın en çok olduğu istihdam türünün ise %61.58 'lik farkla mavi yaka istihdamda olduğu, farkın en az olduğu alanın ise %8,9 ile yeşil yaka istihdamında olduğu görülmüştür. Bu durum beraberinde şu sorunu akla getirmektedir: Hane halkı reisi olarak ağırlıkla gelirden tek sorumlu atfedilmiş erkeklerin, imalat sanayisinde mavi yaka istihdamında ağırlıkta olması ve dijital dönüşüm alanında mavi işgücünün en çok etkileneceği alan olması sebebi ile işsizliğin yaratacağı etkinin “hanelerde” oluşturacağı gelir kaybı ile toplumsal derinliğin daha çok hissedilebileceği; bu bağlamda sosyal güvenlik ve diğer sosyal yardım ödemelerin artış yaratacağı endişesini bizce oluşturmuştur.

Tablo 11. Diğer Personel Çalıştırma Durumu

Taşeron İşçi istihdamınız var mı?	Yüzde (%)	BİT Personeli istihdamınız var mı?	Yüzde (%)	Mühendis istihdamınız var mı?	Yüzde (%)
Evet	22,61	Evet	39,01	Evet	77,30
Hayır	77,39	Hayır	60,99	Hayır	22,7
Toplam	100	Toplam	100	Toplam	100

Tablo 11. de paylaşılmış veriler doğrultusunda işletmelerin insan kaynakları profiline yönelik sorgulanan diğer başlık olan “taşeron işçi ve BİT personeli çalıştırma” durumu için olmuştur. Buna göre işletmelerin sadece %22.61'inin taşeron işçi çalıştırdığı ve taşeron işçilerin toplam istihdam içerisindeki payının ise %6.69 olduğu görülmüştür. İşletmelerde dijital dönüşümün enstürmanlarının en önemli kullanıcı ve hatta yöneticileri olan “bilgi işlem personeli” istihdam eden işletmelerin oranı ise %39.01 ile sınırlı kalmıştır. Yine dijital dönüşüm konusunda önemli bir diğer kullanıcı olan “mühendis” tanımına sahip işgücü istihdam etme durumunun ise görece yüksek bir seviye olan %77.30 oranında olduğu sonucuna varılmıştır.

3.2.6. İşletmelerde Dijital Dönüşüm Personeli İstihdamı ve Talep Edilen Yetkinlikler

İşletmelerde dijital dönüşümün tam anlamıyla gerçekleşebilmesi için öncü koşullardan birisi de dijital dönüşümün gerçekleşmesinden sorumlu “özelleşmiş” personel istihdamının sağlanmasıdır. Bu kapsamda işletmelere mevcut dijital

dönüşüm personeli istihdamlarını anlamayı amaçlayan “İşletmenizde halihazırda ‘dijital dönüşüm’ alanında özelleşmiş bir personel istihdamınız var mı?” ifadesi yöneltmiştir. Tablo 12. de paylaşılan veriler doğrultusunda işletmelerin yalnızca %14,54’ü dijital dönüşüm konusunda özelleşmiş bir personel istihdamında bulunduklarını belirtmişlerdir.

Tablo 12. Dijital Dönüşüm Personel İstihdamı

Dijital dönüşüm alanında özelleşmiş personeli istihdamınız var mı?	Yüzde (%)	Gelecekte dijital dönüşüm alanında özelleşmiş personeli istihdam etme planınız var mı?
Evet	14,54	16,6
Hayır	85,46	83,40
Toplam	100	100

Halihazırda dijital dönüşüm personeline sahip olmadığını belirten %85,46 oranındaki işletmelere ise dijital dönüşüm alanında özelleşmiş personel istihdamına bakış açılarını anlamak için “İşletmenizde yakın gelecekte “Dijital Dönüşüm” alanında özelleşecek personel istihdam etmeyi planlıyor musunuz?” ifadesi bağli soru olarak yöneltmiş olup, işletmelerin %83.40’ı hayır yanıtını vermiştir. Bu kapsamda, imalat sanayisinde işletmelerin şu aşamada dönüşüm süreci hakkında direnç gösterdiğini söylemek mümkündür. Oysa ki, yapılacak dijital dönüşümlerin ve düzenlemelerin profesyonel bir birimin ya da personelin gözetiminde kurumsallaşarak gerçekleşmesi dijital dönüşüm sürecinin profesyonelliğini arttırmakta ve sürdürülebilir kararların alınmasına katkı sağlamaktadır.

Gelecekte, dijital dönüşüm konusunda özelleşmiş personel istihdam edeceğini belirten %16.60’lık oranında ki az sayıda işletmeye bu kapsamda yine bağli soru uygulaması ile dijital dönüşüm konusunda işe alacakları personelden bekledikleri nitelik özellikleri anlaşılmak istenmiş, bu kapsamda “Gelecekte istihdam etmeyi planladığınız dijital dönüşümden sorumlu personelden hangi yetkinlikleri bekliyorsunuz?” ifadesi yöneltmiştir. “Sınırlı çoklu seçim” formatında hazırlanan soru ile, anket yanıtlayıcıların maksimum “3” yanıt olacak şekilde dijital dönüşüm personelinin bekledikleri öncelikli yetkinlikleri belirtmeleri istenmiştir. Bu

kapsamda, dijital dönüşüm personelinde beklenen ilk yetkinlik “Üniversitelerin mühendislik bölümlerinden mezun olma koşulu (%19,31)” aranırken bunu sırasıyla “Makine öğrenmesi, yapay zeka ve nesnelerin interneti gibi yeni teknolojilerin kullanımı hakkında bilgi sahibi olma (%13,86)” ve “Kanba, 6 Sigma ve Yalın Üretim gibi toplam kalite ve üretim metodolojileri hakkında bilgi sahibi olma (%13,37)” yetkinlikleri izlediği görülmüştür. Söz konusu aranan ilk üç yetkinliklerden sonra ise diğer yetkinliklerin dağılımı; “Scrum ve agile methodu gibi proje yönetim metodolojileri hakkında bilgi sahibi olma (%11,88)”, “Dijital okuryazarlık bilgisine sahip olma (%10,89)”, “3 boyutlu düşünebilme, nesne tabanlı algoritma geliştirebilme yeteneklerine sahip olma becerisi (%9,90)”, “Yapay Sinir Ağları, Derin Öğrenme, Destek Vektör Makineleri teknikleri ve bu teknikleri uygulanabileceği yazılımlar (Python, R, MATLAB, SPSS Modeler, SAS, Knime, Orange, Rapidminer gibi) hakkında bilgi sahibi olma (%8,91)”, “Büyük Veri (Big Data) Kontrol Becerisi (%6,44)” ve son olarak “C#, Javascript vb. kodlama ve programlama dillerine hakimiyet (%5,45)” yetkinliklerinin belirtildiği görülmüştür.

Bu kapsamda bölge işgücü piyasasında ve ülkede söz konusu bilişsel yetkinliklere sahip işgücünün kazandırılmasına yönelik eğitim ve öğretim programlarının geliştirilerek üniversite-sanayi işbirliğinin arttırılmasına yönelik programların geliştirilmesi gerekmektedir.

3.2.7. İşletmelerin Mevcut İnsan Kaynakları Uygulamaları

Araştırma kapsamında görüşme yapılan işletmelerde insan kaynakları uygulamalarına yönelik mevcut durumun anlaşılmasına yönelik soruların “2” temel grupta toplanması sağlanarak, “insan-makine” etkileşimine yönelik uygulamalar ile eğitim-ve geliştirme uygulamaları olmak üzere iki segmentte yanıtların alınması sağlanmıştır.

Buna göre, “İşletmenizde yeni bir teknoloji kullanımına geçildiğinde insan-makine-yazılım etkileşimine yönelik hangi uygulamaları yapıyorsunuz?” ifadesi için sınırsız çoklu seçim soru tipinde işletmelerden yanıtların alınması sağlanmıştır.

Tablo 13. İşletmelerde İnsan Kaynakları Uygulamaları

Uygulama Alanı	Yüzde (%)
İşbaşı eğitimi veriyoruz	38,06
Dışarıdan eğitim desteği alıyoruz	33,72
Daha önce ilgili teknolojiyi kullanmış personel istihdam ediyoruz	25,71
Herhangi bir uygulama yapmıyoruz	2,50
Toplam	100

Tablo 13. de paylaşılan veriler doğrultusunda anket yanıtlayıcıların soru ifadesine ifadeye %38,06 ağırlığı ile “işbaşında eğitim veriyoruz” ifadesini kullanmış, bunu sırasıyla ise %33,72 ile “dışarıdan eğitim desteği alıyoruz” ve %25,71 ile “daha önce ilgili teknolojiyi kullanmış personel istihdam ediyoruz” ifadesi izlemiştir. İnsan-makine etkileşimine yönelik herhangi bir uygulama yapmayan işletmelerin sayısı ise %2,50 ile sınırlı kalmış olup bu anlamda işletmelerin insan-makine etkileşimine önem verdiği sonucuna varılmıştır. İşletmelerin yeni bir teknolojiye geçişte eğitim uygulamaları yanında ilgili teknolojiyi daha önce kullanmış yeni personel istihdam etmelerinin yüksek olması bu anlamda yeni dijital dönüşüm sürecinde işletmelerin güncel teknolojilere geçişi ile bu anlamda söz konusu teknolojileri kullanan personellere ihtiyaç duyacağı ve yeni teknolojiler alanında yetkin işgücü istihdamının gelecekte artış sağlayacağı düşüncesini akıllara getirmiştir.

Tablo 14. İşletmelerde İnsan Kaynakları Uygulamaları

Uygulama Alanı	Beyaz Yaka (%)	Mavi Yaka (%)
Yatay esneklik	30,92	37,95
Dikey esneklik	25,91	28,25
Herhangi bir uygulama yapmıyoruz	43,17	33,80
Toplam	100	100

İşletmelerde mevcut insan kaynakları uygulamalarına yönelik yapılan düzenlemeleri anlamaya yönelik sorulan bir diğer soru ise “üretim hattı personeli” ve “beyaz yaka personel” için ayrı ayrı olmak üzere yatay ve dikey esneklik uygulamalarının varlığının sorgulanması üzerine olmuştur. Tablo 14. Verileri doğrultusunda işletmelerin %37,95’i “benzer düzeyde işlerin başka personellerce

yapılabilmesi için departman içi görev ve yer değiştirme” uygulaması olan “yatay esneklik” uygulamalarını; %28, 25’i ise “üst görev ve yönetim uygulamaların öğrenilmesi ve işçinin yetiştirilmesi için yapılan esneklik uygulamaları” olan “dikey esneklik” uygulamaları yaptıklarını belirtmişlerdir. Üretim hattı personeli için herhangi bir uygulama yapmayan işletmelerin oranının ise %33,80 olduğu görülmüştür. Bu kapsamda, işletmelerde üretim hattı personeli için ağırlıkla yatay esneklik uygulamaları yapıldığı görülmüş, ancak söz konusu esneklik uygulamalarının insan-makine etkileşimine yönelik yapılan uygulamalarla karşılaştırıldığından işletmeler için görece uygulamaların az yapıldığı sonucuna varılmıştır.

Söz konusu soru, benzer ifade ile işletmelerde “beyaz yaka” işgücü için de ayrı bir soru olarak sorulmuş olup, bu kapsamda işletmelerin %30,92’si beyaz yaka çalışanları için yatay esneklik uygulamaları yaparken, %25,91’i ise beyaz yaka personel için dikey esneklik uygulamaları yaptıklarını belirtmiştir. Beyaz yaka işgücü için herhangi bir esneklik uygulaması yapmayan işletmelerin oranı ise %43,17 olarak bulunmuştur. Bu kapsamda işletmelerde üretim hattında yer alan personelin esneklik uygulamalarına beyaz yaka personele göre daha fazla tabi tutulduğu anlaşılmıştır.

3.2.8. İşletmelerde İş Sağlığı ve Güvenliği Uygulamaları

İş sağlığı ve güvenliği uygulamaları işçilerin performansı ve motivasyonunu olumlu etkilemesi yanında işyerinde meydana gelen kazaların sebep verdiği üretim süreci duraksamalarını önlemesi yönüyle hem işçi hem de işveren açısından önemli görülen bir işyeri uygulaması olduğu bilinmektedir. Bu sebeple araştırmaya katılan işletmelerde mevcut iş sağlığı ve güvenliği uygulamalarının yapısını anlamak bu çalışmada hedef alınan bir diğer başlık olmuştur. Bu kapsamda işletmelerde iş sağlığı ve güvenliği uygulamalarına yönelik mevcut durumu anlamak için sınırsız çoklu seçim formatında “İşletmenizde iş sağlığı ve güvenliği alanında hangi uygulamaları yapıyorsunuz?” ifadesi yöneltilmiştir.

İşletmelerin verdikleri yanıtlara göre en sık uygulanan iş sağlığı ve güvenliği uygulamasının %17,07 ile OSGB’den iş sağlığı ve güvenliği hizmeti almak olduğu görülürken, bunu sırasıyla yakın bir oran olan %16,99 ile altı aylık ya da yıllık gibi

periyodik tekrarlı iş sağlığı ve güvenliği eğitimleri verilmesi ve %15,4 ile işe girişte personele özel hazırlanmış iş sağlığı ve güvenliği eğitimi verilmesi olduğu görülmüştür.

Tablo 15. İşletmelerde İş Sağlığı ve Güvenliği Uygulamaları

İş Sağlığı ve Güvenliği Uygulamaları	Frekans Değeri	Yüzde (%)
OSGB (Ortak sağlık güvenlik) firma desteği alıyoruz	227	17,07
Periyodik tekrarlanan İSG eğitimleri düzenliyoruz (6' aylık , Yıllık vb.)	226	16,99
İşe girişte özel hazırlanmış İSG eğitimi uyguluyoruz	208	15,64
Makina ve Teknik Ekipmanların İşgücü ile uyumunun ölçümlemesini sağlıyoruz	184	13,98
İşçilerden oluşan bir İSG Kurulumuz var	155	11,65
Kendi İSG ve İşyeri Hekimimiz var	127	9,55
İSG alanında özel bir yönetim sistemine sahibiz	112	8,42
İSG teşvik uygulamaları yapıyoruz(ödüllendirme, prim vb.)	89	6,69
Toplam Yanıt Sayısı	1328	100

İş sağlığı ve güvenliği alanında yapılan uygulamalar Tablo 15. de belirtilmiş olup en az yapılan uygulamanın ise %6,69 ile ödüllendirme ve prim gibi uygulamalarla iş sağlığı ve güvenliği kültürünün teşvik edilmesi uygulaması olduğu görülmüştür. Yapılan uygulamalarda dikkat çekilen uygulama türü ise Zaim'e göre verimliliğin en önemli bileşenlerinden biri olduğu belirtilmiş olan "Makinelerin ve teknik ekipmanların işgücü ile uyumunun ölçümlemesi" işidir. Bu kapsamda, Zaim'e göre işletmelerde verimliliğin artırılmasında önemi bahsedilen uygulama; iş sağlığı ve güvenliği uygulaması olarak da işletmelerce tercih edilen bir uygulama olduğu görülmüş olup frekans değeri doğrultusunda anket yapılan 282 işletmenin 184'ünün gerçekleştirmiş olduğu bir işyeri uygulaması olarak işletmelerin %65' den fazlasının gerçekleştirmiş olduğu yaygın bir iş sağlığı ve güvenliği uygulaması olduğu anlaşılmıştır.

3.2.9. İşletmelerin Çalışma Koşulları

İşletmelerin mevcut çalışma koşulları bu çalışmada kullanılan toplam faktör verimliliği çalışmasının “maliyet unsuru” olarak görüldüğü geçmiş bölümlerde belirtilerek bu kapsamda işletme ölçeği özelinde sorgulanan bir diğer başlık olmuştur. Bu kapsamda, işletmelere “*Üretimde yer alan personelin günlük çalışma saati ve haftalık çalışma gün sayısı nedir ?*” ifadesi yöneltilmiştir. Buna göre işletmelerin üretim hattında yer alan personel için günlük ortalama çalışma saati yaklaşık olarak “8,5 saat” olarak bulunurken, haftalık çalışma gün sayısı ise yaklaşık “5,5” gün olarak bulunmuştur.

Tablo 16. İşletmelerde Vardiya İle Çalışma Durumu

Vardiya Sistemi	Yüzde (%)
Gece Çalışması	59,18
Çift Vardiya Sistemi	38,78
Dörtlü Vardiya Sistemi	2,04
Toplam	100

İşletmelerde toplam çalışma sürelerini etkileyen önemli bir unsur olan vardiya sistemi ile çalışma durumu incelendiğinde ise, işletmelerin %34,75 ise vardiya sistemi ile çalışma yaptıklarını belirtmişlerdir. İşletmelerinde vardiya sistemi ile çalışma yaptıklarını belirten işletmelere bağlı soru uygulaması ile “*İşletmenizdeki hangi tür vardiya sistemi ile çalışma yapılıyor ?*” ifadesi yöneltilmiştir. Tablo 16. da paylaşılan veriler doğrultusunda vardiya sistemi ile çalışan işletmelerin %59,18’i üç vardiya (gece çalışması) yaparken, %38,78’i çift vardiya sistemi ile çalıştıklarını belirtmişlerdir.

Anket seçeneklerinde olmamasına karşın hizmet alımı yapılan veri toplama şirketinden gelen geribildirimler sonucunda anket yapılan iki işletmenin işyerlerini dörtlü vardiya sistemi ile çalıştıklarını belirttikleri görülmüş, bu kapsamda anket scriptinde güncelleme yapılarak dörtlü vardiya sistemi de şıklara eklenmiştir. Bu bağlamda, iş hukukunda resmi uygulaması olmamasına karşın işletmelerin %2,04’i dörtlü vardiya sistemi ile çalışma yaptıklarını belirtmişlerdir.

Tablo 17. Vardiya Sistemi ile Çalışma ve Kapasite Kullanım Oranı Arasındaki İlişki

	Geçerli		Kayıp Veri		Toplam	
	N	Yüzde	N	Yüzde	N	Yüzde
Vardiya * Kapasite Kullanım Oranı	282	100,0%	0	0,0%	282	100,0%

Ki-Kare Testi

	Value	Df	Asymp. Sig. (2-sided)	Exact Sig. (2-sided)	Exact Sig. (1-sided)	Point Probability
Pearson Chi-Square	13,099 ^a	3	,004	,004		
Likelihood Ratio	12,695	3	,005	. ^b		
Fisher's Exact Test	. ^b			. ^b		
Linear-by-Linear Association	4,906 ^c	1	,027	,031	,015	,004
Geçerli Sayı	282					

a. 0 cells (0,0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 14,60.

b. Cannot be computed because unable to open temporary file.

c. The standardized statistic is -2,215.

Vardiya sistemi ile çalışmanın ilerleyen başlıklarda ele alınacak olan kapasite kullanımı arasındaki ilişkinin anlamlılığını anlamak bu başlığın bir diğer amacı olmuştur. Bu amaca yönelik değişkenler arasında Ki-kare analizi yapılması sağlanmıştır. Söz konusu analiz sonucunda en küçük teorik değer 14,60 olduğundan ve beklenen frekansların >5 varsayımı sağladığından Pearson Chi-Square test istatistiği kullanılarak yorum yapılması uygundur. Bu kapsamda yapılan analiz sonucunda, Pearson Chi-Square değeri 13,099 bulunurken p değeri 0,004 ve serbestlik derecesi 3 olarak bulunmuştur. Buna göre söz konusu işletmelerde; vardiya sistemi ile çalışmanın işletmelerde kapasite kullanım oranı arasında anlamlı bir ilişki olduğu sonucuna varılmıştır, $X_1^2 = 13,099$; $p < 0,05$. Buna göre vardiya sistemi ile çalışma ve kapasite kullanım oranı arasında bağımsızlık söz konusu değil olup istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki olduğu gözlemlenmiştir.

Tablo 18. Vardiya Sistemi Kırılımında İşletmelerde Kapasite Kullanım Oranı

			Kapasite Kullanım Oranı				Toplam
			0-25	25-50	50-75	75+	
Vardiya sistemi var mı?	Evet	Count	14	17	32	35	98
		Expected Count	14,6	21,2	39,3	22,9	98,0
		% within VardiyaKikare	14,3%	17,3%	32,7%	35,7%	100,0%
	Hayır	Count	28	44	81	31	184
		Expected Count	27,4	39,8	73,7	43,1	184,0
		% within VardiyaKikare	15,2%	23,9%	44,0%	16,8%	100,0%
Toplam		Count	42	61	113	66	282
		Expected Count	42,0	61,0	113,0	66,0	282,0
		% within VardiyaKikare	14,9%	21,6%	40,1%	23,4%	100,0%

Yapılan çapraz tablo analizi doğrultusunda vardiya sistemi olduğunu belirten işletmelerin %14,3'ü geçtiğimiz yıl %0-25 arasında kapasitesi ile çalıştıklarını belirtmişlerdir. %25-50 arasındaki kapasite ile çalışan işletmelerin %17,3'ünde vardiya sistemi ile çalışma varken; %50-75 aralığında kapasite ile çalışan işletmelerin ise %32,7'sinde vardiya sistemi ile çalışma olduğu görülmüştür. Tam kapasite çalışma durumunu niteleyen %75 ve üzeri çalışan işletmelerin ise söz konusu tabloda ağırlık oranı en yüksek olan %35,7'sinde vardiya oranı ile çalışma gerçekleştiği görülmüştür.

4. İşletmelerin İşgücü Devir Oranı ve Yeni Personel İstihdamına İlişkin Bulgular

İşgücü devir oranı işletmelerde çalışan bağlılığının ve işgücü planlanmasının sağlanmasında organizasyonel politikalar ile insan kaynakları uygulamalarının etkin çalıştığının bir göstergesi olarak; işletmelerin değerli çalışanlarını bünyesinde tutundurma ve buna bağlı olarak işyerinde verimliliği arttırmasına yarayan bir performans göstergesidir.

İşgücü devir oranı işletmede personel dinamizmi ve yeni yeteneklerin işyerine kazandırılması yönüyle makul seviyede gerçekleştiği takdirde işletmeler için bir

kaynak olarak görülürken, yüksek işgücü devir oranı örgütsel yabancılaşmayı beraberinde getirerek işletmeler için olumsuz bir gösterge haline gelmektedir.

Bu kapsamda işletmelerin işgücü devir oranının (turnover rate) hesaplanması literatürde insan kaynakları disiplini içerisinde özel bir çalışma alanı hâline gelmiş olup bu bağlamda farklı hesaplama yöntemlerinin geliştirildiği bilinmektedir. İşgücü devir oranının hesaplanmasına yönelik en sık başvurulanan hesaplama yöntemi ise işletmelerin ortalama çalışan sayısının referans dönemi içerisinde işyerinden ayrılan personel sayısına oranlanması ile tespit edilmesidir (Park ve Shaw, 2013).

Bu çalışma insan kaynaklarında işgücü devir oranının hesaplanmasına yönelik farklı yaklaşımların anlaşılmasından ziyade Sakarya-Kocaeli imalat sanayisinin insan kaynakları yönüyle analizinde elde edilmek istenen “temel işgücü devir oranının” belirlenmesi hedefine ulaşmayı amaçladığından belirtilen yöntem ile sınırlandırılarak işgücü devir oranının belirlenmesi sağlanmıştır. İşgücü devir oranının hesaplanmasında “gönüllü işten ayrılma (istifa)” ya da gönüllü olmaksızın işveren ya da işveren yetkilisi tarafından uygulanan “işten çıkarılma” ayrımının uygulandığı literatürde bilinmektedir. Bu araştırmada ise “zorunlu işgücü devri” oranının hesaplanması baz alınarak “*işten çıkardığınız personel sayısı*” ifadesi anketörlerce vurgulanarak ilgili değerlerin elde edilmesi sağlanmıştır.

Araştırmaya katılan her işletme özelinde ortalama toplam çalışan sayısının “son 2 yıl içerisinde” işten çıkarılan personel sayısına oranlanması ile işletme özelinde işgücü devir oranı bulunmuş, akabinde belirtilen oranın toplam ortalama değeri alınarak genel işgücü devir oranının bulunması sağlanmıştır. Elde edilen değer sektör, il ve işletme ölçeği kırılımında alınması sağlanarak işgücü devir oranının en yüksek ve görece düşük olduğu sektörlerin, illerin ve işletme düzeylerinin belirlenmesi sağlanmıştır. Toplu işten çıkarma¹⁰ yoluyla küçülmeye giden işletmeler söz konusu ortalama saptıran uç değerler olarak görülerek formülün kapsamına alınmamıştır.

¹⁰ Toplu işten çıkarma kavramının hukuki anlamı İş Kanununa göre, işyerinde çalışan işçi sayısının: 20 ile 100 işçi arasında olması halinde, en az 10 işçinin; 101 ile 300 işçi arasında ise, en az yüzde %10 işçinin; 301 ve daha fazla ise, en az 30 işçinin işten çıkarılması olup burada kullanılan anlamı ise işveren ve işveren vekillerinin işletme ölçeğinde küçültmeye gitmek amacıyla anlamlı düzeyde –ki burada bu oran %125 olarak kabul edilmiştir- personeli işten çıkarması olarak kabul edilmiştir.

Çalışma kapsamında işgücü devir oranının hesaplanmasına yönelik kullanılan formül ise aşağıdaki gibidir;

$$\frac{\Sigma_x}{\Sigma_y} \times 100$$

Σ_x :Referans dönemi içerisinde işyerinden ayrılan işçi sayısı

Σ_y :Referans dönemi içerisinde mevcut işçi sayısının ortalaması

Öncelikle işletmelere insan kaynakları yapılarını anlamak için farklı düzeylerde (beyaz yaka, mavi yaka vb.) çalışan dağılımları ile toplam çalışan sayılarının alınması sağlanmış, ayrıca son “2” yılı referans alarak ortalama çalışan sayılarını belirtmeleri istenmiştir. Soru formunun ilerleyen bölümlerinde ise işletmelere işgücü devir oranlarının hesaplanmasına yönelik ifadelerle yanıt alınmak istendiğine dair bilgi verilmesi sağlanarak aşağıda yer alan soru ifadeleri yöneltmiştir.

- *Geçtiğimiz son "2" yılda, işletmenizden aşağıda yer alan değişikliklerden hangileri gerçekleşti? Lütfen gerçekleşen her bir durum için işten ayrılan/işe aldığınız çalışan sayısını ifade özelinde belirtiniz.*
 - a. Vasıflı İşçi çıkardık
 - b. Vasıflı İşçi aldık
 - c. Vasıfsız İşçi aldık
 - d. Vasıfsız İşçi çıkardık
 - e. Mevcut işçileri başka bir alana kaydardık

Buna göre, gerçekleştiği belirtilen her bir ifade için sayısal değer sorgulanması sağlanmıştır. Söz konusu soru ifadesinde “a+d” ifadeleri işyerinden ayrılan personel sayısını ifade etmiş olup bu kapsamda söz konusu toplamın işyerinin toplam işgücü sayısına oranlanması sağlanarak işletmelerin işgücü devir oranının bulunması sağlanmıştır.

Buna göre, yapılan toplam analizinde Sakarya ve Kocaeli imalat sanayisinin 2018 yılına ilişkin toplam zorunlu işgücü devir oranı “19,94” olarak bulunmuştur.

Tablo 19. İşgücü Devir Oranının Sektörel Dağılımı

Ana Faaliyet Alanı	%
Diğer imalatlar	44,44
Bilgisayarların, elektronik ve optik ürünlerin imalatı	36
Gıda Ürünleri İmalatı ürünleri imalatı	27,72
Tekstil ürünlerinin imalatı	30,06
Kimyasalların ve kimyasal ürünlerin imalatı	18,03
Makine ve ekipmanların kurulum ve onarımı	20,22
Ana metal sanayi	17,94
Motorlu kara taşıtı, treyler ve yarı treyler imalatı	16,23
Kauçuk ve plastik ürünleri imalatı	15,45
Elektrikli teçhizat imalatı	13,57
İkamet amaçlı binaların inşaatı	12,35
Başka yerde sınıflandırılmamış makine ve ekipman imalatı	11,11
Kanalizasyon, Atık Yönetimi, Tesis Kurulum ve İyileştirme	9,09
Temel eczacılık ürünlerinin ve eczacılığa ilişkin malzemelerin imalatı	7,02
Genel İşgücü Devir Oranı Ortalaması	19,94

Literatürde Türkiye’de sektörel işgücü devir oranının perakende, teknoloji ve tekstil sektörlerinde en yüksek olduğu sektörlerken, işgücü devir oranının en düşük olduğu sektörler olarak ise otomotiv ve ilaç sanayisi olduğu belirtilmiştir (Çoban, 2005). Bu bölümde yapılan analizlerde ise, işgücü devir oranının en yüksek olduğu alan homojen sınıflandırmanın yapılmadığı “diğer imalatlar” alanında gerçekleşmiştir. Ancak homojen sınıflandırma yapılmaması sebebiyle sektörel anlamlılık ifade edememesi yönüyle zorunlu işgücü devir oranının en yüksek olduğu sektörler sırasıyla; %36 oranı ile Bilgisayarların, elektronik ve optik ürünlerin imalatı, %27,11 ile “Gıda Ürünleri İmalatı ürünleri imalatı” ve %30,06 ile “Tekstil ürünleri imalatı” sektörlerinde gerçekleştiği kabul edilmiştir.

Yapılan yüzdeler analizinde, literatürde bulunan işgücü devir oranının en yüksek olduğu teknoloji ve tekstil imalatı sektörlerinde doğrular nitelikte sonuçlara ulaşılmıştır. Perakende sektörü ise imalat sanayisi kapsamında alınmadığından bu çalışmada test edilmemiştir. Zorunlu işgücü devir oranının en düşük olduğu sektörler ise sırasıyla; %7,02 ile “Temel Eczacılık Ürünleri ürünlerinin ve eczacılığa ilişkin malzemelerin imalatı” ile %9,09 oranında Kanalizasyon, Atık Yönetimi, Tesis

Kurulum ve İyileştirme ve %11,11 ile “Başka yerde sınıflandırılmamış makine ve ekipman imalatı” sektörlerinde gerçekleşmiştir.

Tablo 20. İşletme Kırılımında Zorunlu İşgücü Devir Oranı

İşletme Ölçeği	Zorunlu İşgücü Devir Oranı (%)	Kocaeli (%)	Sakarya (%)
Küçük Ölçekli (1-9 çalışan)	33	18,42	21,87
Orta Ölçekli (10-49 çalışan)	17,49		
Büyük Ölçekli (50-250 çalışan)	18,05		
Mega Ölçekli (250 üzeri çalışan)	16,64		

İşgücü devir oranının işletme ölçeğine göre kırılımı sorgulandığında ise, işgücü devir oranının en yüksek olduğu düzey %33 ile Küçük Ölçekli işletmeler olmuştur. Bunu sırasıyla ise, %18,05 ile Büyük Ölçekli işletmeler, %17,49 ile Orta Ölçekli işletmeler ve %16,64 ile Mega Ölçekli işletmeler takip etmiştir. İl kırılımında işgücü devir oranına bakıldığında ise Kocaeli imalat sanayisinde zorunlu işgücü devir oranı %18,42 iken, Sakarya imalat sanayisinin zorunlu işgücü devir oranı ise %21,87 ile olarak daha yüksek oranda gerçekleştiği görülmüştür. İşgücü devir oranını etkileyen değişkenlerin tespiti bu çalışmanın kapsamında olmadığından söz konusu değerlendirmenin bu boyutta kısıtlı tutulması sağlanmıştır.

Zorunlu işgücü devir oranının bir ikamesi olan işçilerin başka bir alana/departmana kaydırılması bu başlıkta sorgulanan bir diğer durum olmuştur. Buna göre, üretim süreçlerinde meydana gelen değişiklikler, departman kapatma ve revizyonu ya da diğer sebeplerle işçilerin işten çıkarılması yerine kurum içerisinde değerlendirilmesi yaklaşımını ele alan “işçilerin başka bir departman içi görevlendirilmesi” sorgulanmıştır. Buna göre, işletmelerin çok azının (%20,92) son iki yıl içerisinde mevcut çalışanlarını başka bir alana kaydırma yöntemi ile çalışanlarını tutundurma amaçlı yer değiştirdiği görülürken işletmelerin %79,08’inde ise çalışanların yer değiştirilmesine yönelik bir uygulama yapmadığı görülmüştür. Söz konusu esneklik uygulamasına “Başka alana kaydırduğunuz çalışan sayısı nedir ? Lütfen belirtiniz.” ifadesi yöneltilmiş olup toplamda söz konusu %20,92’lik işletmenin içerisinde toplamda “60” işçinin yer değiştirmeye tabi tutulmuş –ki işten

çıkarılan personel sayısına oranlandığında oldukça düşük bir sayı- olduğu görülmüştür.

Yeni personel istihdamına ilişkin bulgular incelendiğinde ise işletmelere yine son “2” yılı baz alacak şekilde vasıflı ve vasıfsız işgücü için iki alt kırılda olmak üzere “İşletmenizde yeni personel alımı sağladığınız işgücü sayısı nedir? Lütfen belirtiniz” ifadesi yöneltilmiştir.

Tablo 21. Yeni İstihdamın Vasıf Düzeyine Göre Dağılımı

İstihdam Türü	Sayı	Oran (%)
Yeni Vasıflı İşgücü İstihdamı	164	43,5
Yeni Vasıfsız İşgücü İstihdamı	123	32,63
Hem Vasıflı Hem Vasıfsız İşgücü İstihdamı	90	23,87
TOPLAM	377	100

Söz konusu ifadeye işletmelerin %43,5’i vasıflı işgücü istihdam ettiğini belirtirken, %32,63’ ü ise vasıfsız işgücü istihdam ettiklerini belirtmişlerdir. Hem vasıflı hem de vasıfsız işgücünü aynı anda istihdam eden işletmelerin oranı ise %23,87 olarak gerçekleşmiştir. Söz konusu istihdam edilenlerin toplam sayısına bakıldığında ise referans döneminde çıkarılan işçi sayısı yerine alınan işçi sayısına göre imalat sanayisi işgücü sayısında bir artış olduğu görülmüştür.

Buna göre, hem Sakarya hem de Kocaeli ilinde imalat sanayisi miktarında artış görülürken söz konusu her iki ilde de ‘vasıflı işgücü’ ağırlıklı istihdamın arttığı gözlemlenmiştir.

3.2.11. İşletmelerin Üretim Biçimleri

Sakarya ve Kocaeli ilinin insan kaynağı ve toplam faktör verimliliği ekseninde yapısal analizinin yapılmak istendiği bu çalışmada ilgili örneklemin üretim biçimlerini anlamak bir diğer hedef olarak kabul edilmiştir. Buna göre işletmelerin fason üretim biçimleri sorgulanarak fason üretimin il düzeyi, sektörel ve işletme ölçeği kırılımında mevcut durumunun anlaşılması sağlanmıştır.

Ülkemiz imalat sanayisinin belirleyici yapısal özelliklerinden biri de fason üretim yöntemi olup, işletmelerin işgücü maliyetlerinden kurtulmak ve talebin hızlı

karşılanarak; rekabet gücü yüksek ve ihracatçı sektörler arasında küresel değer zincirine üretim yoluyla entegre olmaya çalışmak amacıyla fason üretim biçimlerine yöneldikleri bilinmektedir (Çoban vd., 2018) Üretim süreçlerinde bir tür “işbölümü” tanımlayıcısı olan söz konusu kavram bu kapsamda verimlilik ekseninde yapılmak istenen analizin bir parçası olarak sorgulanmıştır. Buna göre “İşletmeniz başka bir işletme için fason üretim yapıyor mu?” ve “Sizin için fason üretim yapan işyerleri var mı?” ifadelerinin işletmelere yöneltildiği sağlanmıştır.

3.2.11.1. Başka Bir İşletme İçin Fason Üretim Yapan İşletmeler

Ankete katılan işletmelerden başka bir işletme için fason üretim yaptığını belirten işletmelerin oranına bakıldığında söz konusu örneklem dahilindeki işletmelerin %28,37’sinin bir başka işletme için fason üretici olarak çalıştıkları görülmüştür. Tablo 14’de belirtilmiş fason üretim yaptıklarını belirten işletmelerin ölçek düzeyinde dağılımına bakıldığında ise başka bir işletme için fason üretim yapan işyerlerinin %40 ağırlıkla 50-250 çalışan aralığındaki Büyük Ölçekli İşletmelerde olduğu gözlemlenmiştir. Buna sırasıyla ise %27,5 ile Küçük Ölçekli İşletmeler ve %18,8 ile Orta Ölçekli İşletmeler takip etmiştir. Başka bir işletme için fason üretim yaptığını belirten işletmelerin ölçek kırılımında en düşük olduğu düzey ise %13,8 ile Mega ölçekli işletmeler olmuştur.

Tablo 22. Başka Bir İşletme İçin Fason Üretim Yapan İşletmelerin Dağılımı

	Geçerli		Kayıp Veri		Toplam	
	N	Yüzde	N	Yüzde	N	Yüzde
Firmaölçeği * Baskasıicinfason	282	100,0%	0	0,0%	282	100,0%

			Başka İşletme İçin Fason Üretim Yapma İlişkisi		Toplam
			Evet	Hayir	
Firma Ölçeği	Küçük Ölçekli	Count	22	37	59
		% within	27,5%	18,3%	20,9%
		Baskasiicinfason			
	Orta Ölçekli	Count	15	69	84
		% within	18,8%	34,2%	29,8%
		Baskasiicinfason			
	Büyük Ölçekli	Count	32	68	100
		% within	40,0%	33,7%	35,5%
		Baskasiicinfason			
	Mega Ölçekli	Count	11	28	39
		% within	13,8%	13,9%	13,8%
		Baskasiicinfason			
Toplam		Count	80	202	282
		% within	100,0%	100,0%	100,0%
		Baskasiicinfason			

3.2.11.2. Kendileri İçin Fason Üretim Yaptıran İşletmeler

Ankete katılan işletmelerden kendileri için bir başka işletmeye fason üretim yaptırdıklarını belirten işletmelerin oranına Tablo 16. doğrultusunda bakıldığında söz konusu örneklem dahilindeki işletmelerin %39,01'i'sinin kendileri için fason üretim yapan işletmelerle işbölümü yaparak üretim süreçlerini yönettiklerini göstermiştir. Kendileri için fason üretim yapan bir işletme olmadığını belirten işletmelerin oranı %58,51 iken konuyla ilgili %2,49 oranında işletme fikrim yok ifadesini kullanmıştır.

Bir fason üreticiye sahip olduğunu belirten işletmelerin ölçek düzeyinde dağılımı çapraz tablo yardımıyla sorgulandığında ise yine ağırlıkla Büyük Ölçekli işletmelerin (%39,1) kendileri için fason üretim yapan bir işletme ile ilişkisi olduğunu belirtirken bunu sırasıyla ise %26,4 ile Orta Ölçekli işletme ve %18,2 ile Küçük Ölçekli işletme ler izlemiştir. Kendileri için fason üretim yapan bir işletme ile ilişkisi olan en az işletme ölçeği ise %16,4 ile Mega Ölçekli işletme seviyesinde gerçekleştiği görülmüştür.

Tablo 23. Kendileri İçin Fason Üretim Yaptıran İşletmelerin Dağılımı

Case Processing Summary						
	Cases					
	Geçerli		Missing		Toplam	
	N	Yüzde	N	Yüzde	N	Yüzde
Firmaölçeği * Kendilericinfason	282	100,0%	0	0,0%	282	100,0%

Tablo 23. Kendileri İçin Fason Üretim Yaptıran İşletmelerin Dağılımı Devamı

			Kendileri İçin Fason Üretim Yaptıran İşletmeler			Toplam
			Evet	Hayır	Fikrim Yok	
Firma Ölçeği	Küçük Ölçekli İşletme	Count % within Kendilericinfason	20 18,2%	37 22,4%	2 28,6%	59 20,9%
	Orta Ölçekli İşletme	Count % within Kendilericinfason	29 26,4%	54 32,7%	1 14,3%	84 29,8%
	Büyük Ölçekli İşletme	Count % within Kendilericinfason	43 39,1%	54 32,7%	3 42,9%	100 35,5%
	Mega Ölçekli İşletme	Count % within Kendilericinfason	18 16,4%	20 12,1%	1 14,3%	39 13,8%
Toplam		Count % within Kendilericinfason	110 100,0%	165 100,0%	7 100,0%	282 100,0%

3.2.12. İhracat İlişkisi ve İhraç Edilen Ürün Grubu

İşletmelerin ihracat ilişkisi kurarak dış pazarlarda varlıklarını sağlamaları uluslararası rekabet avantajının önemli bir göstergesi olarak kabul edildiği bilinmektedir. Türkiye İstatistik Kurumu ile Gümrük ve Ticaret Bakanlığı

işbirliğinde hazırlanan 2018 yılı sonu verilerine göre imalat sanayisinin toplam ihracattaki payı %94,5 iken; yüksek teknoloji ürünlerinin imalat sanayi ürünleri ihracatı içindeki payı %3,4, orta yüksek teknolojili ürünlerin payı ise %38,4 gerçekleşmiştir (Tüik, 2018).

Bu kapsamda söz konusu göstergenin bölge imalat sanayisi özelinde sorgulanması önemli görülerek araştırmaya dahil edilen bir diğer değişken olmuştur. İhracata yönelik bulguların anlaşılabilmesi için öncelikle işletmelere “*İşletmeniz herhangi bir ülkeye ihracat yapıyor mu?*” ifadesi yöneltilmiş olup; söz konusu soruya “*Evet, ihracat yapıyoruz*” yanıtını veren işletmeler için bağıl soru olarak işletmelerinin ihracat yaptıkları ürün grubunun teknolojik aralığının sorgulanması sağlanmıştır. Söz konusu sorgulamada daha detaylı bir gruplandırmayı ele alan “Hammadde veya yarı işlenmiş mamül”, “Düşük Teknoloji”, “Orta Teknoloji” ve “Yüksek Teknoloji” ürün grubu olmak üzere “4” farklı aralıkta sorgulamanın yapılması sağlanmıştır.

Tablo 24. İşletmelerde İhracat İlişkisine Yönelik Bulgular

İstatistikler		İhracat İlişkisi			
N	Geçerli	282			
	Kayıp Veri	0			
		Frekans	Yüzde	Geçerli Yüzde	Kümülatif Yüzde
Geçerli	İhracat Yapmıyoruz	124	44,0	44,0	44,0
	Hammadde veya Yarı İşlenmiş Mamul	7	2,5	2,5	46,5
	Düşük Teknoloji	54	19,1	19,1	65,6
	Orta Teknoloji	63	22,3	22,3	87,9
	Yüksek Teknoloji	34	12,1	12,1	100,0
	Toplam	282	100,0	100,0	

Tabloda 24. de gösterilmiş frekans dağılımına göre; işletmelerin %44,0’ü ihracat yapmadıklarını belirtirken işletmelerin sadece %56’lık kısmının ihracat ilişkisinde olduğu görülmüştür.

İhracat yaptıklarını belirten işletmelerin ihraç ettikleri ürün grubuna göre dağılımlarına bakıldığında ise ilk sırada işletmelerin %22,3 ağırlığında “Orta Teknoloji” ürün grubu ihraç ettiklerini belirtmiş olup bunu sırasıyla ise %19,1 ile “Düşük Teknoloji” ihraç eden işletmeler; %12,1 ile “Yüksek Teknoloji” ürün grubu ve son olarak %2,5 ile “Hammadde veya Yarı İşlenmiş Mamul” ürün grubunda ihracat gerçekleştirdikleri görülmüştür. Bu kapsamda bölgede Türkiye ihracat ortalamasının üzerinde yüksek teknoloji ihracatı sağlandığı görülmektedir.

EK’ 3 de sunulmuş çapraz tablo analizi doğrultusunda ihraç yaptığını belirten işletmelerin sektör kırılımında ihraç ettikleri ürün grubuna bakıldığında ise yalnızca “Kimyasalların ve kimyasal ürünlerin imalatı” sektöründe yüksek teknoloji ürün grubu ağırlıklı ihracatın yapıldığı görülürken (%29,4); “Gıda Ürünleri İmalatı ürünleri imalatı (%26,1); “Kauçuk ve plastik ürünleri imalatı (%55,6) ve “Ana metal (%25,4) sanayisinde “Düşük Teknoloji” ürün grubu ağırlıklı ihracat yaptıkları görülmüştür. Bilgisayarların, elektronik ve optik ürünlerin imalatı ile Makine ve ekipmanların kurulum ve onarımı sektörlerinde ise Orta Teknoloji ürün grubu ihracatı gerçekleşmiştir.

Belirtilen sektörler dışında kalan Askeri savunma hizmetleri, Kanalizasyon, Atık Yönetimi, Tesis Kurulum ve İyileştirme ile Fabrikasyon metal ürünleri imalatı (makine ve techizat hariç) gibi belirtilmeyen diğer sektörlerde ise yeterli gözlem değerine ulaşamadığı için yorumlamaya gidilememiştir. Bu kapsamda söz konusu veriler doğrultusunda bölge imalat ekonomisinde ülke geneline göre yüksek teknoloji ürün grubu ihracatı fazla olmasına karşın halen ağırlıklı düşük teknoloji ürün grubu ihracatının gerçekleştiğini söylemek mümkündür.

3.2.13. İşletmelerde Kapasite Kullanım Oranları

Kapasite kullanım oranı işletmelerin belirli bir zaman dilimi içerisinde mevcut üretim faktörlerinin tümünü rasyonel kullanarak çıktı sağlayacağı üretim miktarı olarak tanımlanmaktadır (Koç vd., 2017) Söz konusu kavram, ekonomik aktivitelerin değerlendirilmesinde önemli bir kaynak olup; yatırım, enflasyon, verimlilik, kar ve çıktı davranışını açıklamak için diğer kavramlarla birlikte kullanılan bir değişkendir (Ragan, 1976). Bu kapsamda anket yapılan işletmelerin

kapasite kullanım oranlarının belirlenmesi bu çalışmanın önemli bir diğer girdisini oluşturmuştur.

Kapasite kullanım oranının belirlenmesine yönelik yapılan 2019 yılı İktisadi Yönelim Anketi içerisinde “*Şu anda, fiziki kapasiteye göre, fiilen gerçekleştirilen kapasite kullanımını yüzde olarak belirtiniz*” ifadesi ile veri üretilmiş ve mevsimsel etkilerden arındırılmış kapasite kullanım oranının %76 seviyesinde gerçekleştiği belirtilmiştir (Merkez Bankası, 2019). Bu kapsamda bu çalışmada bölge işletmelerinin kapasite kullanım oranlarının sorgulanması ‘aralıklı tekli seçim’ soru yapısı ile sağlanmıştır.

Soru ifadesinde işletmelere kapasite kullanım oranının detaylı bir tanımının anketörlerce yapılması sağlanarak geçtiğimiz yılın kapasite kullanım oranının tahminen hangi aralıkta gerçekleştiği sorgulanmıştır. Buna göre işletmelerin; %0-25 Aralığı, %25-50 Aralığı, %50-75 Aralığı ya da %75+ olmak üzere işletmelerine en uygun aralıkta kapasite kullanım oranlarının hangi grupta olduklarını belirtmelerin istenmiştir. Bu kapsamda İktisadi Yönelim Anketi’ nin soru ifadesine sadık kalınmış olup sadece daha doğru tahmin olacağı düşüncesi ile açık uçlu soru ifadesi yerine aralıklı tekli seçim ifadeli yanıt seçeneğinin tasarlanması sağlanmıştır.

Tablo 25. İşletmelerde Kapasite Kullanım Oranı Dağılımı

İstatistikler				
Kapasite Kullanım Oranı				
N	Geçerli	282		
	Missing	0		

	Frekans	Yüzde	Geçerli Yüzde	Kümülatif Yüzde
Geçerli %0-25	42	14,9	14,9	14,9
%25-50	61	21,6	21,6	36,5
%50-75	113	40,1	40,1	76,6
%75+	66	23,4	23,4	100,0
Toplam	282	100,0	100,0	

Tablo 25’ de paylaşılan veriler itibariyle işletmelerin %40,1’ ile büyük bir çoğunluğu kapasite kullanımlarının geçtiğimiz yıl içerisinde %50-75 aralığında gerçekleştiğini belirtmişlerdir. Bunu sırasıyla ise %23,4 oranı ile tam kapasite sınırı

olarak adlandırabileceğimizle %75+ kapasite ile çalışan işletmeler takip ederken; düşük kapasite çalışma durumunu niteleyen %25-50 aralığındaki işletmeler (%21,6) ile kapasite kullanımı %0-25 kapasite kullanımındaki işletmeler (%14,9) takip etmiştir. Buna göre, bölge imalat sanayisinin ülke genelindeki kapasite kullanım oranına kıyasla altında kaldığı ve bölge imalat sanayisinde orta-düşük kapasite kullanım sorunu olduğu söylenebilmektedir. Bu bağlamda Sakarya ve Kocaeli ili imalat sanayisinde düşük kapasite kullanımının nedenlerine yönelik nitel saha araştırmaları yapılarak sorunların kaynağının araştırılması gerekmektedir. Böylece, bölge sanayisinin korunması ve gelişimi için kanıta dayalı sanayi-destek mekanizmaları geliştirerek bölge imalat sanayisinin geleceği için uygulamaya yönelik politikalar üretilmesi gerektiği sonucuna varılmıştır.

3.2.14. İşletmelerde Yenilikçi Kapasite Göstergeleri

Araştırma ve geliştirme faaliyetlerinin sağlamış olduğu çıktılarla işletmelerin katma değerli ürün üretmeleri ulusal ve uluslararası alanda rekabet gücünü etkileyen bir diğer önemli bir göstergedir. Yenilikçi kapasite göstergeleri işletmelerin inovasyon üretme hedefine yönelik bir altyapı imkanı olması yönüyle bu anlamda temel verimlilik göstergelerinden biri olarak kabul edildiği bilinmektedir. Bu kapsamda işletmelerin Ar-Ge departmanına ve/veya Ar-Ge personeli görev tanımına sahip personel çalıştırma ile patent ve iyi uygulama tesciline sahip olma durumlarına ilişkin mevcut yapıyı anlamak bu araştırmanın sorgulanan bir diğer başlığı olmuştur.

3.2.14.1. İşletmelerde Ar-Ge Departmanı Bulunma Durumu

Ar-Ge faaliyetlerinin işletmelerin yenilikçi kapasitelerini arttırarak rekabetçiliklerini desteklemesi ile büyüme üzerinde olan pozitif etkisi bilinmektedir. Öyle ki, İstanbul Sanayi Odasının Türkiye' nin 500 Büyük Sanayi İşletmesi özelinde sanayi şirketlerinde Ar-Ge faaliyetlerinin performansa etkilerini anlamayı yönelik yürütmüş olduğu araştırmanın sonuçlarında Ar-Ge faaliyetlerinde bulunan işletmelerin Ar-Ge yapmayan işletmelere göre referans döneminde net satışlarında anlamlı bir büyüme farkı olduğu; Ar-Ge faaliyetinde bulunan işletmelerin ihracatı %13,76 artarken Ar-Ge yapmayan işletmelerin ihracatında %16,61 oranında gerileme

olduğu ve Ar-Ge yapan firmaların brüt katma değer büyüklüğü referans döneminde yüzde 95,11 yükselirken, Ar-Ge yapmayan firmaların brüt katma değer endeksinin yalnızca yüzde 59,05 artış gösterdiği belirtilmiştir (İstanbul Sanayi Odası, 2018).

Bu sebeple bu çalışmada işletmelerin Ar-Ge bölümüne sahip olma ve Ar-Ge personeli görev tanımı olarak bu alanda özelleşmiş personel çalıştırma durumları sorgulanan bir diğer başlık olmuştur. Bu başlıkta, yalnızca Ar-Ge departmanına sahip olma ve Ar-Ge çalışanına sahip olma durumu çapraz tablolar ile frekans dağılımının incelenmesi ve Ki-kare testi ile frekanslar arasındaki farklılığın anlamlı olup olmadığının incelenmesi sağlanmış olup ilgili değişkenin diğer değişkenler üzerindeki etkisi ve ilişkisine yönelik hipotez testleri “Araştırma Hipotezlerinin Test Edilmesi” başlığında gerçekleştirilmiştir.

Tablo 26. İşletme Ölçeği ve Ar-Ge Departmanı Sahipliği İlişkisi

Geçerli		Kayıp Veri		Toplam	
N	Yüzde	N	Yüzde	N	Yüzde
282	100,0%	0	0,0%	282	100,0%

Ki-Kare Testi

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)	Exact Sig. (2-sided)	Exact Sig. (1-sided)	Point Probability
Pearson Chi-Square	14,430 ^a	3	,002	,002		
Likelihood Ratio	14,500	3	,002	,003		
Fisher's Exact Test	14,256			,002		
Linear-by-Linear Association	13,697 ^b	1	,000	,000	,000	,000
N of Geçerli Cases	282					

a. 0 cells (0,0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 11,34.

b. The standardized statistic is -3,701.

Analiz sonucunda en küçük beklenen değer 11,34 olduğundan ve >5 varsayımını sağladığından yine Pearson Chi-Square test istatistiği kullanılarak yorum yapılmalıdır. Bu kapsamda yapılan analiz sonucunda, Pearson Chi-Square değeri 14,430 bulunurken p değeri 0,002 ve serbestlik derecesi 3 olarak bulunmuştur.

Buna göre söz konusu işletmelerde; işletme ölçeği ile Ar-Ge bölümüne sahip olma durumu arasında ilişki olup olmadığını incelemek için yapılan Ki-Kare Bağımsızlık Testi sonucuna göre işletme ölçeği ile Ar-Ge departmanına sahip olma durumu olarak anlamlı bir ilişki gözlemlenmiştir, $X^2_1 = 14,430; p < 0,05$. Buna göre işletme ölçeği ile Ar-ge departmanına sahip olma arasında bağımsızlık söz konusu değil olup işletme ölçeği ile Ar-Ge departmanına sahip olma arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki gözlemlenmiştir.

Tablo 27. İşletme Ölçeği Kırılımında Ar-Ge Departmanına Sahip Olma Durumu

			Firma Ölçeği				Toplam
			Küçük Ölçekli İşletme	Orta Ölçekli İşletme	Büyük Ölçekli İşletme	Mega Ölçekli İşletme	
Ar-Ge Bölümü var mı?	Evet	Count	10	18	36	18	82
		Expected Count	17,2	24,4	29,1	11,3	82,0
		% within ArgeBolumuvarmi	12,2%	22,0%	43,9%	22,0%	100,0%
	Hayir	Count	49	66	64	21	200
		Expected Count	41,8	59,6	70,9	27,7	200,0
		% within ArgeBolumuvarmi	24,5%	33,0%	32,0%	10,5%	100,0%
Toplam	Count		59	84	100	39	282
	Expected Count		59,0	84,0	100,0	39,0	282,0
	% within ArgeBolumuvarmi		20,9%	29,8%	35,5%	13,8%	100,0%

Tablo 20’ de paylaşılan çapraz tablo analizi doğrultusunda, Ar-Ge departmanına sahip olan işletmelerin %17,2’si 1-9 çalışan aralığına sahip küçük ölçekli işletmeler iken; %24,4’ü 10-49 çalışan aralığına sahip orta ölçekli işletmeler oluşturmuştur. Ar-Ge departmanına sahip işletmelerin en sık bulunduğu ölçek ise %43,9 ile 50-250 çalışan arası büyük ölçekli işletmeler oluştururken, 250 üzerinde çalışana sahip ve mega ölçek olarak tanımlanmış işletmelerin ise yalnızca %22’sinin Ar-Ge departmanı olduğu gözlemlenmiştir.

3.2.14.2. İşletmelerde Ar-Ge Personeli Görev Tanımına Sahip İşgücü Çalıştırılmasına Durumu

İşletmelerde Ar-Ge departmanı bulunması haricinde Ar-ge personeli görev tanımına sahip, yalnızca araştırma ve geliştirme faaliyetlerinde bulunması için özelleşmiş personel çalıştırma durumu bu araştırmanın sorgulanan bir diğer başlığı olmuştur. Bu kapsamda işletme ölçeği ile Ar-ge personeli görev tanımına ilişkin personel çalıştırma durumu arasında ilişki olup olmadığını incelemek için Ki-Kare Bağımsızlık Testi yapılarak çapraz tablo sonuçlarından mevcut durumun anlaşılması sağlanmıştır.

Tablo 28. İşletme Ölçeği ve Ar-Ge Personeli Çalıştırma Arasındaki İlişki

	Geçerli		Kayıp Veri		Toplam	
	N	Yüzde	N	Yüzde	N	Yüzde
Firmaölçeği * Argeçalışanvarmı	282	100,0%	0	0,0%	282	100,0%

Ki-Kare Testi

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)	Exact Sig. (2-sided)	Exact Sig. (1-sided)	Point Probability
Pearson Chi-Square	12,975 ^a	3	,005	,004		
Likelihood Ratio	13,111	3	,004	,005		
Fisher's Exact Test	12,886			,005		
Linear-by-Linear Association	12,254 ^b	1	,000	,000	,000	,000
N of Geçerli Cases	282					

a. 0 cells (0,0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 11,20.

b. The standardized statistic is -3,501.

Analiz sonucunda en küçük teorik değer 11,2 olduğundan ve >5 varsayımını sağladığından yine Pearson Chi-Square test istatistiği kullanılarak yorum yapılmalıdır Bu kapsamda yapılan analiz sonucunda, Pearson Chi-Square değeri 12,975 bulunurken p değeri 0,005 ve serbestlik derecesi 3 olarak bulunmuştur. $X_1^2 = 12,975; p < 0,05$. Buna göre işletme ölçeği ile Ar-ge personeli istihdam etme

arasında bağımsızlık söz konusu değil olup Ar-Ge görev tanımına sahip personel istihdam etme durumuna göre işletme ölçeği anlamlı bir şekilde farklılaştığı görülmüştür.

Tablo 29. İşletme Ölçeği Kırılımında Ar-Ge Personeli İstihdam Etme Durumu

			Firma Ölçeği				Toplam
			Küçük Ölçekli İşletme	Orta Ölçekli İşletme	Büyük Ölçekli	Mega Ölçekli	
Ar-ge Çalışanı var mı?	Evet	Count	10	18	36	17	81
		Expected Count	16,9	24,1	28,7	11,2	81,0
		% within	12,3%	22,2%	44,4%	21,0%	100,0%
		Argecalisanvarmı					
	Hayır	Count	49	66	64	22	201
		Expected Count	42,1	59,9	71,3	27,8	201,0
		% within	24,4%	32,8%	31,8%	10,9%	100,0%
		Argecalisanvarmı					
Toplam		Count	59	84	100	39	282
		Expected Count	59,0	84,0	100,0	39,0	282,0
		% within	20,9%	29,8%	35,5%	13,8%	100,0%
		Argecalisanvarmı					

Buna göre, 282 işletmenin yanıtlarının bulunduğu Tablo 22. çapraz tablo analizi sonuçları doğrultusunda, Ar-ge personeli olan işletmelerin %12,3'ü Küçük Ölçekli işletmeler iken, %22,2'si Orta Ölçekli işletmeler, %44,4'ü Büyük Ölçekli işletmeler ve %21'i Mega ise Ölçekli işletmelerden oluştuğu görülmüştür.

3.2.15. İşletmelerde Patent ve İyi Uygulama Tesciline Sahip Olma Durumu

Patent ve iyi uygulama örnekleri işletmelerin araştırma ve geliştirme faaliyetleri sonucu elde ettikleri inovasyon göstergeleri olup işletmelerin piyasada farklılaşması ile rekabetçiliklerini olumlu yönde etkileyen bir göstergedir.

Bu kapsamda Ar-Ge faaliyetleri kapsamında elde edilen patent ve iyi uygulama tescili bu çalışmanın sorguladığı bir diğer başlık olmuş olup patent ve iyi

uygulama tescili sahipliğinin Ar-Ge departmanı bulunma özelinde anlamlılığının sorgulanması sağlanmıştır.

Tablo 30. İşletmelerde Ar-Ge Departmanı Bulunma ile Patent ve İyi Uygulama Tescili Arasındaki İlişki

	Geçerli		Kayıp Veri		Toplam	
	N	Yüzde	N	Yüzde	N	Yüzde
Patentsayisi * ArgeBolumuvarmi	282	100,0%	0	0,0%	282	100,0%

Ki-Kare Testi

	Value	Df	Asymp. Sig. (2-sided)	Exact Sig. (2-sided)	Exact Sig. (1-sided)	Point Probability
Pearson Chi-Square	91,155 ^a	1	,000	,000	,000	
Continuity Correction ^b	87,302	1	,000			
Likelihood Ratio	93,040	1	,000	,000	,000	
Fisher's Exact Test				,000	,000	
Linear-by-Linear Association	90,832 ^c	1	,000	,000	,000	,000
N of Geçerli Cases	282					

a. 0 cells (0,0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 9,60.

b. Computed only for a 2x2 table

c. The standardized statistic is -9,531.

Yapılan analiz sonucunda Ki-kare Analizi sonucunda en küçük teorik değer 9,60 olduğundan >5 varsayımını sağladığından yine Pearson Chi-Square test istatistiği kullanılarak yorum yapılması gerekmektedir. Bu kapsamda yapılan analiz sonucunda, Pearson Chi-Square değeri 91,155 bulunurken p değeri 0,000 ve serbestlik derecesi 1 olarak bulunmuştur. $X_1^2 = 91,155$; $p < 0,05$. Buna göre patent ve iyi uygulama tesciline sahip olma ile Ar-Ge departmanına sahip olma arasında bağımsızlık söz konusu değil olup Ar-Ge departmanına sahip olma durumuna göre işletme ölçeğinin anlamlı bir şekilde farklılaştığı sonucuna ulaşılmıştır.

Tablo 31. Ar-Ge Departmanı Kırılımında İşletmelerin Patent ve İyi Uygulama Tesciline Sahip Olma Durumu

			Patent Sahipliği		Toplam
			Hayır	Evet	
Ar-Ge Departmanı var mı?	Evet	Count	49	33	82
		% within ArgeDepartmanı	59,8%	40,2%	100,0%
	Hayır	Count	200	0	200
		% within ArgeDepartmanı	100,0%	0,0%	100,0%
Toplam		Count	249	33	282
		% within ArgeDepartmanı	88,3%	11,7%	100,0%

282 işletmenin yanıtlarının bulunduğu Tablo 23. çapraz tablo analizi sonuçları doğrultusunda, Ar-Ge departmanı olmayan hiçbir işletmede patent ya da iyi uygulama tescili sahipliği söz konusu olmazken Ar-Ge departmanı bulunan işletmelerin %40,2'sinde son “5” yıl içerisinde alınmış en az “1” patent ya da iyi uygulama tescili olduğu görülmüştür. Böylece, işletmelerde yenilikçi uygulama ve ürünlerin elde edilmesi için işletmelerde özelleşmiş Ar-Ge departmanı bulunmasının önem arz ettiği yorumuna ulaşmak mümkün hale gelmiştir.

3.2.15. İşletmelerin Mevcut Dijital Teknoloji Araçları

İşletmelerde dijital teknolojileri araçlarının kullanımının işletme verimliliği üzerindeki olumlu etkisi birinci bölümde detaylandırılmış olup bu kapsamda söz konusu teknolojilere sahip olma durumu bu çalışmada sorgulanan bir diğer başlık olmuştur. Bu başlık altında yapılacak değerlendirmede dijital teknoloji araçlarının başta verimlilik olmak üzere diğer değişkenler üzerindeki etkisi araştırmanın hipotezleri başlığında sınanacağı için bu bölümde hipotez testi uygulaması sağlanmamış olup yalnızca ele alınan araçların işletmelerce kullanım sıklığını anlamak amaç edilmiştir. Bu kapsamda işletmelere anketörler tarafından “*Sayacağım dijital araçlardan hangilerini işletmenizde hâlihazırda kullanıyorsunuz?*” ifadesi yöneltilmiş olup “sınırsız çoklu seçim” soru formatı ile dijital araçların kullanım sıklığı anlaşılmıştır.

Tablo 32. İşletmelerde Dijital Teknolojilerin Kullanım Sıklığı

	Geçerli		Kayıp Veri		Toplam	
	N	Yüzde	N	Yüzde	N	Yüzde
Yanıtlar	282	100,0%	0	0,0%	282	100,0%

		Yanıtlar		Yüzde
		N	Yüzde	
Dijital Teknoloji Kullanımı	Hicbiri	107	22,3%	37,9%
	Bigdata	31	6,5%	11,0%
	Bulut	74	15,4%	26,2%
	Arttırılmış Gerçeklik	11	2,3%	3,9%
	3D Güvenlik	48	10,0%	17,0%
	SiberGüvenlik	53	11,1%	18,8%
	Nanoteknoloji	13	2,7%	4,6%
	IOT	26	5,4%	9,2%
	Akıllı Robot	17	3,5%	6,0%
	Simulasyon	19	4,0%	6,7%
	Yazılım Entegrasyonu	42	8,8%	14,9%
	Fikrim Yok	38	7,9%	13,5%
Toplam		479	100,0%	169,9%

a. Group

Söz konusu frekans dağılımı doğrultusunda anket yapılan 282 işletmenin %22,3'ü herhangi bir dijital teknoloji aracı kullanmazken geri kalan %69,8'inin söz konusu dijital teknolojilerden en az birini kullandığı görülmüştür. Söz konusu dijital araçların kullanım sıklığına bakıldığında ise %15,4 ile en sık kullanılan araç Bulut Teknolojisi iken bunu sırasıyla %11,1 ile Siber Güvenlik Uygulamaları ile %10,0 ile 3D Güvenlik teknolojisi takip etmiştir. En az kullanılan teknolojik araçlara bakıldığında ise öncelikle %2,3 ile Arttırılmış Gerçeklik Teknolojisi iken bunu sırasıyla %2,7 ile Nanoteknoloji ve %3,5 ile Akıllı Robot Teknolojisinin takip ettiği görülmüştür.

3.2.15.1. İşletmelerde Dijital Teknolojilerin Mevcut Kullanım

Amacı

Dijital dönüşüm araçlarının hâlihazırda hangi amaçlar için kullanıldığını anlamak bu bölümde sorgulanan diğer başlık olmuştur. Bu kapsamda en az bir dijital teknoloji aracı kullandığını belirten işletmelere bağlı soru olarak “*Söz konusu belirttiğiniz dijital teknolojiyi hangi amaç/amaçlar için kullanıyorsunuz?*” soru ifadesi sınırsız çoklu seçim formatında anketörlerce yöneltilmiştir.

Soru ifadesi, bilhassa insan kaynaklarında çalışanların işletmelerinde sahip oldukları dijital teknolojilerin hangi alanda kullanıldıklarını bilmemeleri olasılığı düşünülerek ek olarak “açık uçlu diğer seçeneği” oluşturulmuştur. Nitekim, bu seçeneğe fikrim yok, yanıtsız ya da random ifadeler gibi geçmiş olduğu görülmüştür. Bbelirtilen ifadelerin homojen yapıda olmaması sebebiyle kullanım nedeninin belirtilmemesi sonucu soruda veri kaybına neden olmuştur. Bu kapsamda dijital teknolojilerin kullanım amacını belirten 115 deneğin seçilen ifadeler doğrultusunda belirttikleri nedenlerin frekans dağılımı aşağıdaki gibi gerçekleşmiştir.

Tablo 33. İşletmelerin Dijital Teknolojileri Kullanma Amacı

		Yanıtlar		Yüzde
		N	Yüzde	
Kullanım Amacı	Üretimde Artis Sağlama	92	11,8%	80,0%
	Üretimde Verimlilik İzleme ve Hata Tespiti	98	12,6%	85,2%
	Enerji Tasarrufu	87	11,2%	75,7%
	Surdurulabilirlik	71	9,1%	61,7%
	İs Kazaları Azaltma	93	12,0%	80,9%
	Üretimde Esneklik Sağlama	80	10,3%	69,6%
	Maliyetleri Düşürme	90	11,6%	78,3%
	Yeni İs Modelleri Tasarlama	57	7,3%	49,6%
	Talep Tahmini ve Modelleme	53	6,8%	46,1%
	Katma Değerli Ürün Üretme	57	7,3%	49,6%
Toplam		778	100,0%	676,5%

Tablo 33. de paylaşılan frekans verileri doğrultusunda işletmelerin söz konusu dijital teknolojileri kullanım amaçlarına bakıldığında %12,6 ile ilk sırada “Üretimde Verimliliği İzleme ve Hata Tespiti” gelirken bunu yakın bir oran olan %12 ile “İş Kazalarını Azaltma” ve %11,8 ile “Üretimde Artış Sağlama” ifadeleri izlemiştir. Söz konusu dijital teknolojilerin en az kullanıldığı alanlar ise sırasıyla %6,8 ile “Talep Tahmini ve Modelleme”; %7,3 ile eşit oranda “Katma Değerli Ürün Üretme” ile “Yeni İş Modelleri Tasarlama” ve %9,1 ile “Sürdürülebilirlik” alanında olduğu görülmüştür.

3.2.15.2. İşletmelerde Dijital Teknolojilerin Gelecekte Kullanım Amacı

İşletmelerde dijital dönüşüm sonrasında söz konusu teknolojik araçların kullanım alanının belirlenmesi için “İşletmenizde dijital dönüşüm tam olarak gerçekleştiği takdirde söz konusu dijital teknolojilerden herhangi birini gelecekte hangi amaç/ ya da amaçlarda kullanacaksınız? İfadesi yöneltilmiş olup bu kapsamda işletmelerin gelecekte “sınırsız çoklu seçim” formatında dijital dönüşüm araçlarını kullanma tercihlerinin anlaşılması sağlanmıştır.

Tablo 34. İşletmelerin Gelecekte Dijital Teknolojileri Kullanma Tercihleri

		Yanıtlar		Yüzde
		N	Yüzde	
Gelecekte Kullanım Amacı	Üretimde Artış Sağlama	149	13,4%	83,2%
	Üretimde Verimliliği İzleme ve Hata Tespiti	137	12,3%	76,5%
	Enerji Tasarrufu	118	10,6%	65,9%
	Sürdürülebilirlik	103	9,3%	57,5%
	İş Kazalarını Azaltmak	123	11,1%	68,7%
	Üretimde Esneklik Sağlama	113	10,2%	63,1%
	Maliyetleri Düşürmek	138	12,4%	77,1%
	Yeni İş Modelleri Sağlamak	91	8,2%	50,8%
	Talep Tahmini ve Modelleme	71	6,4%	39,7%
	Katma Değerli Ürün Üretmek (Yenilikçilik Sağlamak)	69	6,2%	38,5%
Toplam		1112	100,0%	621,2%

Tablo 34. verileri doğrultusunda işletmelerin dijital dönüşüm sonrasında dijital araçları %13,4 ile öncelikle “Üretimde Artış Sağlamak” amaçlı kullanmak istedikleri belirtilmiş olup bunu sırasıyla %12,4 ile “Maliyetleri Düşürmek” ve %12,3 ile “Üretimde Verimliliği İzleme ve Hata Tespiti” alanlarında kullanmayı amaçladıkları belirtilmiştir. Söz konusu kullanım amaçları içerisinde en az belirtilen alanlar ise sırasıyla %6,2 ile “Katma Değerli Ürün Üretme”; %6,4 ile “Talep Tahmini ve Modelleme” ve %8,2 ile “Yeni İş Modelleri Tasarlama” seçeneklerinin takip olduğu görülmüştür.

3.2.16. İşletmelerde Üretim Hattında Mevcut Girdilerin Oransal Dağılımı ve Gelecekte Olası Değişimi

Bu çalışmada son olarak işletmelerin mevcut üretim süreçlerinde kullandıkları girdilerin çıktı üzerindeki dağılımını anlamak için “*İşletmenizde üretim hattında yer alan “işgücü” ve “otomasyon ve robotik teknoloji” uygulamalarına yönelik mevcut durumu aşağıda yer alan tanımlara göre %100 olacak şekilde dağıtınız*” ifadesi kullanılarak anketörlerce mevcut üretim girdilerinin çıktı üzerindeki oransal etki dağılımı talep edilmiştir.

Mevcut durumun belirlenmesi ardından işletmelerin dijital dönüşüm sonrasında tahmini üretim girdi dağılımlarının anlaşılması adına “*Endüstri 4.0 dönüşümünün işletmenizde tam olarak gerçekleşmesinden sonra üretim hattında yer alan üretim girdilerinin “tahmini” dağılımının nasıl gerçekleşeceğini belirtiniz*” ifadesi anketörlerce işletmelere yöneltilmiştir.

Bu kapsamda işletmelerin işgücü-makine-otomasyon girdilerinin toplam değer ortalaması alınarak bölge imalat sanayisinde mevcut ve gelecekteki üretim girdilerinin ağırlıklarının anlaşılması sağlanmıştır.

Tablo 35. İşletmelerin Üretim Biçimleri ve Tahmini Değişim Oranları

	Mevcut	DD. Sonrası¹¹
Üretim Yöntemi	%	%
İşgücüne Dayalı Üretim Yapılıyor	46,74	29,62
Makine Gücüne Dayalı Üretim Yapılıyor	40,83	35,40
Otomasyon ve Robotik Teknolojiye Dayalı Üretim Yapılıyor	12,43	34,98
Toplam	100	100

Tablo 35.de paylaşılan veriler doğrultusunda Sakarya ve Kocaeli imalat sanayisinde mevcut üretim biçiminin %46,74 ile emek- yoğun üretim biçimi olduğu anlaşılmıştır. Bunu %40,83 ile makine-yoğun üretim biçimi takip ederken otomasyon sistemleri ve robotik teknolojilerin kullanımının mevcut oranı ise yalnızca %12,43 olarak bulunmuştur. İşletmelerin dijital dönüşümü tam anlamıyla gerçekleştirmeleri hâlinde ise üretim süreçlerinin işletmeler özelinde nasıl değişeceğine yönelik katılımcılara tahminleri sorulduğunda ise; üretim süreçlerinde işgücünün kullanımının %29,62'ye gerileceği böylece istihdamda %17,12 oranında daralma olacağı belirtilmiştir.

Üretim hattında çalışan işçileri işsizlik tehlikesi ile karşı karşıya bırakan bu daralmanın toplumsal etkisinin daha derinlemesine olacağı kanaatindeyiz. Nitekim, üretim hattında yaklaşık olarak %80' oranında erkek işçinin çalıştığı anlaşılan bu çalışmada işsizliğin hanelerde daha derin tahriplere neden olacağı ve bölgede yoksulluğa sebep olma endişesi oluşmuştur. Hanehalkı reisinin erkek olduğu ve aileyi geçindiren konumunda ağırlıklı olarak erkeğin bulunduğu geleneksel Türk aile yapısı sebebiyle bölge işgücü piyasasından geçimini sağlayan hanelerde “yıkım” olması olasıdır. Bu kapsamda, bölge imalat sanayisinde söz konusu işsizlik tehlikesine ve onun bölge aile dokusunda yaratacağı tahribata karşın Kalkınma Ajansı, İşkur ve Üniversiteler gibi bölgede bulunan politika üreticilerinin konuyla ilgili özel eylem planları hazırlayarak stratejik planlama süreçlerinde söz konusu duruma yönelik

¹¹ Kısaltma: Dijital Dönüşüm Sonrası

kanıt temelli tedbirler alması ve bu kapsamda yurtdışında yapılan iyi uygulama örnekleri doğrultusunda işgücünün yatay-dikey yönde değerlendirilmesine ve eğitim ve geliştirme uygulamaları ile vasıf düzeyinin arttırılmasına yönelik çalışmalar yapılması gerekmektedir.

3.2.17. İşletmelerde Toplam Faktör Verimliliğinin Görünümü

Araştırmanın tasarımı bölümünde detaylandırılan girdi ve çıktı parametrelerinden kurulan model doğrultusunda karar birimi olan işletmeler üzerinde verimlilik analizi işlemi gerçekleştirilmiştir.

Ölçeğe göre sabit getiri CCR-I yöntemi ile işletmelerin kar maksimizasyonu hedefine en uygun girdi minimizasyonunu hedef alan girdi odaklı (input-oriented) model ile ölçeğe göre değişen getiri yöntemi BCC-I Modelleri ile analizin yapılması sağlanmıştır. Veri zarflama analizi sonucunda hem toplam etkinlik hem de teknik sonucunda “1” bulunan değerler tam etkinliğin sağlandığı işletmeler iken, “0” a yaklaştıkça verimlilik seviyesi düştüğü literatür bölümünde paylaşılmıştı. Söz konusu tabloda, işletmelerin birbirinden bağımsız yapılar olması sebebiyle referans kümeleri paylaşılmaksızın saf etkinlik değerlerinin gruplanması sağlanarak bölge imalat sanayisinde verimliliğin genel görünümü anlaşılmıştır. Buna göre EK’2 de detayları paylaşılmış tablo değerlerinde detaylı veriler sağlanmış olmasına karşın, söz konusu toplam etkinlik verilerin kümelendirilmesiyle elde edilen tablo aşağıdaki gibidir;

Tablo 36. Veri Zarflama Analizi Kümeleneş Sonuçlar

	Frekans	Yüzde	Geçerli Yüzde	Kümülatif Yüzde
Geçerli %0-19	12	4,3	4,3	4,3
%20-39	55	19,5	19,5	23,8
%40-59	81	28,7	28,7	52,5
%60-79	78	27,7	27,7	80,1
%80-99	42	14,9	14,9	95,0
%100	14	5,0	5,0	100,0
Toplam	282	100,0	100,0	

Tablo 36.da kümelenmiş toplam faktör verimliliği değerleri doğrultusunda, işletmelerin verimliliği %100 oranında gerçekleşmiş olan gözlem değerlerinin toplam işletmeler içerisindeki payı sadece %5 olarak kısıtlı kalmıştır.

Yine verimli olarak kabul edilen diğer grup olan %80-99 oranındaki verimlilik arasındaki işletmelerin toplam frekans tablosunda oranı %14,9 iken, %60-79 aralığında nitelendirilen ve kısmi verimli olarak adlandırılan işletmelerin oranı ise %27,7 olarak bulunmuştur.

Verimliliğin çok düşük olduğu %0-19 arasındaki işletmelerin oranı %4,3 iken; düşük verimli ikinci grup olan %20-39 aralığındaki işletmelerin toplam frekansların içerisindeki oranı ise %19,5 olarak gerçekleşmiştir.

Özetle, kümülatif toplamda bölge imalat sanayisinde işletmelerin %23,8'i düşük verimliliğe sahip işletmelerken; %56,4'ü orta düzey verimlilikte çalışan işletmeler olmuştur. Verimli olarak adlandırılan işletmelerin oranı ise %19,9' seviyesinde sınırlı kalmıştır. Yapılan analizlerde en verimli ilk üç sektörün sırasıyla motorlu kara taşıtlarının imalatı, makine ve ekipmanların kurulum ve onarımı ile kimyevi ürünlerin imalatı sektörleri olduğu anlaşılmış, en düşük verimliliğin olduğu sektör ise ana metal sanayi olarak görülmüştür. Söz konusu verimli sektörler 11. Kalkınma Planında verimlilik ve katma değere yaptığı öneme istinaden öncelikli sektörler olarak belirlenmiş olup¹² bu kapsamda söz konusu sektörlerin verimli çalışan sektörler olduğu bu çalışma ile de kanıtlanmıştır.

EK'2 de paylaşılan detaylı tablo doğrultusunda bazı işletmelerin toplam etkinlik bakımından (CCR) etkin olmasa da ya da görece daha az etkin olmasına rağmen teknik etkinlik değerlerinde (BCC) daha iyi olduğu görülmüştür. Bu kapsamda etkinsizliğin sebebinin ölçekten kaynaklandığı sonucuna varılmıştır.

¹² Bkz: Cumhurbaşkanlığı 11.Dönem Kalkınma Planı (2019-2023), Temmuz 2019

3.2.18. Ar-Ge Faaliyetleri ile İşletme Verimliliği Arasındaki İlişki

İşletmelerde Ar-Ge faaliyetinde bulunma ile işletme verimliliği arasındaki ilişkinin anlamlılığının sorgulanması bu çalışmanın bir diğer alt hipotez testini oluşturmuştur. Bu kapsamda Tablo 29. da paylaşılan veriler itibarıyla işletmelerde verimlilik düzeyi ile ar-ge faaliyetleri arasında ilişki olup olmadığını incelemek için yapılan Ki-Kare Bağımsızlık Testi sonucuna göre, söz konusu iki değişken grubu arasında istatistiki olarak anlamlı bir ilişki olduğu gözlemlenmiştir.

Tablo 37. İşletme Verimliliği ile Ar-Ge Departmanı Bulunma Arasındaki İlişki

Ki-Kare Testi			
	Değer	Df	Asymp. Sig. (2-sided)
Pearson Chi-Square	13,182 ^a	5	,022
Likelihood Ratio	12,370	5	,030
Linear-by-Linear Association	9,454	1	,002
N of Geçerli Cases	282		

a. 2 cells (16,7%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 3,49.

Tablo 37.de detayları verilmiş analiz sonucunda, Pearson Chi-Square değeri 13,182 bulunurken p değeri 0,022 ve serbestlik derecesi 5 olarak bulunmuştur. $X_1^2 = 13,182$; $p < 0,05$. Buna göre işletme verimliliği ile Ar-Ge departmanına sahip olma arasında bağımsızlık söz konusu değil olup Ar-Ge departmanına sahip olma durumuna göre işletme verimliliğinin anlamlı bir şekilde farklılaştığı sonucuna ulaşılmıştır.

Tablo 37.da paylaşılmış çapraz sonuçlardan da görüldüğü üzere %60 ve üzeri verimlilik ile çalışma durumu için ; Ar-Ge bölümü olan işletmelerde %58,8 iken Ar-Ge bölümü olmayan işletmelerde %42,5 olarak bulunmuştur. Bu kapsamda, Ar-Ge faaliyeti bulunan işletmelerde %16,3 oranında verimlilik farkı yaşanmıştır.

Tablo 38. Ar-Ge Departmanı Kırılımı Varlığında İşletme Verimliliği

			Verimlilik Kümeleri Dağılımı						Toplam
			%20'den az	%20- 39	%40- 60	%60- 79	%80- 99	%100	
Ar-Ge Bolumu	Evet	Count	3	11	19	25	15	9	82
		Expected Count	3,5	16,0	23,6	22,7	12,2	4,1	82,0
		% within ArgeBolumuvarmi	3,7%	13,4%	23,2%	30,5%	18,3%	11,0%	100,0%
	Hayir	Count	9	44	62	53	27	5	200
		Expected Count	8,5	39,0	57,4	55,3	29,8	9,9	200,0
		% within ArgeBolumuvarmi	4,5%	22,0%	31,0%	26,5%	13,5%	2,5%	100,0%
Toplam	Count		12	55	81	78	42	14	282
	Expected Count		12,0	55,0	81,0	78,0	42,0	14,0	282,0
	% within ArgeBolumuvarmi		4,3%	19,5%	28,7%	27,7%	14,9%	5,0%	100,0%

3.2.19. Yeni Teknoloji Kullanımı ile İşletme Verimliliği Arasındaki İlişki

İşletmelerde yeni teknoloji kullanımı ile verimlilik arasındaki ilişkinin anlamlılığının sorgulanması bu çalışmanın son hipotez testini oluşturmuştur. Bu kapsamda Tablo 38. de paylaşılmış veriler itibariyle işletmelerde verimlilik düzeyi ile yeni teknolojiler arasında ilişki olup olmadığını incelemek için yapılan Ki-Kare Bağımsızlık Testi sonucuna göre, söz konusu iki değişken grubu arasında istatistiki olarak anlamlı bir ilişki olduğu gözlemlenmiştir.

Buna göre, yeni teknolojilerden en az “1”ini kullanan işletmeler ile herhangi bir teknoloji ürünü kullanmayan işletmeler arasındaki ilişki sorgulandığında verimlilik düzeyinde anlamlı farklılık bulunmuştur.

Tablo 39. İşletme Verimliliği ile Dijital Teknoloji Kullanımı Arasındaki İlişki

Ki-Kare Testi			
	Değer	Df	Asymp. Sig. (2-sided)
Pearson Chi-Square	13,229 ^a	5	,021
Likelihood Ratio	13,441	5	,020
Linear-by-Linear Association	3,031	1	,082
N of Geçerli Cases	282		

a. 1 cells (8,3%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 4,85.

Pearson Chi-Square değeri 13,229 bulunurken p değeri 0,021 ve serbestlik derecesi 5 olarak bulunmuş, $X_1^2 = 13,229$; $p < 0,05$. Olması yönüyle bu araştırmanın son hipotezi kabul edilmiştir. Buna göre,

Çapraz tablo verileri doğrultusunda büyük veri, nesnelerin interneti, akıllı robot ya da siber güvenlik gibi yeni endüstriyel teknolojilerden en az herhangi birine sahip olan işletmelerin verimlilik düzeylerine bakıldığında %60 ve üzeri verimliliğe sahip işletmelerin %50,1'i dijital teknolojiye sahipken; dijital teknoloji kullanmayan işletmelerde verimlilik oranı 43,8 olarak bulunmuştur. Bu kapsamda, dijital teknoloji kullanımı olan işletmelerde olmayan işletmelere göre %6,3 oranında verimlilik farkı yaşanmıştır.

Tablo 40. Dijital Teknoloji Kullanımı Kırılımında İşletme Verimliliği

		Verimlilik Kümeleri Dağılımı						Toplam
		%0-19	%20-39	%40-59	%60-79	%80-99	%100	
Dijital Teknoloji Kullanıcısı	Count	3	37	44	43	31	10	168
	Expected Count	7,1	32,8	48,3	46,5	25,0	8,3	168,0
	% within	1,8%	22,0%	26,2%	25,6%	18,5%	6,0%	100,0%
Dijital Teknoloji Kullanmayan	Count	9	18	37	35	11	4	114
	Expected Count	4,9	22,2	32,7	31,5	17,0	5,7	114,0
	% within	7,9%	15,8%	32,5%	30,7%	9,6%	3,5%	100,0%
Toplam	Count	12	55	81	78	42	14	282
	Expected Count	12,0	55,0	81,0	78,0	42,0	14,0	282,0
	% within	4,3%	19,5%	28,7%	27,7%	14,9%	5,0%	100,0%

SONUÇ

Sanayide verimlilik temelli dönüşümün sağlanmasında Türkiye'nin imalat sanayisinin mevcut durum ve gelecek etkilerinin anlaşılması amaçlı hazırlanmış bu çalışma, Sakarya ve Kocaeli imalat sanayisi özelinden yönetilerek insan kaynağı ve toplam faktör verimliliği ekseninde geniş bir boyutta analiz etmeyi amaçlamıştır.

Araştırmaya katılan işletmelerin profil özelliklerine bakıldığında 18 farklı sektörde küçük, orta, büyük ve mega ölçekli işletmelerle görüşme yapılması sağlanmıştır. İşletmelerin ana faaliyet alanlarına göre dağılımlarına bakıldığında ise %24,5 oranında otomotiv sanayisinin de yer aldığı “motorlu kara taşıtları imalatı” en çok görüşme yapılan işletme grubu olmuştur. Bu sektörü sırasıyla ise %20,9 ile ana metal sanayisi ve %15,6 ile makine ve ekipmanların kurulum ve onarımı sektörleri takip etmiştir. Söz konusu sektörler özelinde işletme ölçeği kırılımında bakıldığında ise %28,2 ile ağırlık 250 ve üzeri çalışana sahip Mega ölçekli işletmelerle görüşme yapılması sağlanmıştır. Anket yanıtlayıcıların profil dağılımına bakıldığında ise ağırlıkla insan kaynakları yöneticileri ile görüşme sağlanmış, bunun dışında üretim yöneticileri, ar-ge, mali işler ve işletme sahibi ortağı ve diğer yöneticilerle de görüşmelerin yapılması sağlanmıştır.

İlk olarak işletmelerin endüstri 4.0 konusunda mevcut durumlarının anlaşılacak istendiği bu çalışmada; henüz hazırlık aşamasında olarak nitelendirilen ülkemiz sanayisinin literatürde yer alan sektör raporları paralelinde sonuçlara ulaşıldığı görülmüştür. Buna göre, işletmelerin yalnızca %4,6'sı dijital dönüşüme tamamen geçtiklerini belirtirken, %28'i ise bir direnç göstergesi olan ‘Endüstri 4.0’a geçmeyi düşünmüyoruz’ ifadesini kullanmışlardır. Çalışmada, ağırlıkla işletmelerin dijital dönüşüm sürecinde hazırlık aşamasında olduğu görülmüştür. Bu kapsamda, bölge imalat sanayisinde dijital dönüşüm konusunda yarı yarıya bir farkındalık oluştuğunu söylemek mümkündür.

İşletmelerde dijital dönüşüm konusunda mevcut durumlarını anlama konusunda yöneltilen bir diğer soru ise işletmelerin dijital dönüşüm konusunda hazırlanmış stratejik plan ya da yol haritasına sahip olma durumu üzerine olmuştur. Buna göre fikir beyan eden işletmelerin %44,7 ile ağırlıkla bir plana sahip olmayan

işletmeler olduğu görülmüştür. Plan hazırlık aşamasında olduğunu belirten işletmelerin oranı %14,2 iken, konuyla ilgili stratejik plan hazırlığını tamamlamış olduğunu belirten işletmelerin oranı ise %34,4 oranında gerçekleşmiştir.

İşletmelerin dijital dönüşüm konusunda mevcut durumları anlaşıldıktan sonra dijital dönüşümleri önündeki mevcut bariyerlerin belirlenmesine yönelik bir ifadenin işletmelere yöneltilmesi sağlanmıştır. Söz konusu ifade, limitli çoklu seçim ve ardından sıralama yöntemi kullanılarak öncelikli sorunların önem derecesine göre sıralanması sağlanmıştır. Buna göre, 0,5; 0,3 ve 0,2 ağırlık değerleri kullanılarak yapılan analizde işletmelerin dijital dönüşüm konusunda öncelikli sorunlarının %22,17 ile dışsal bir sorun olan “Bölgede Ar-Ge faaliyetlerini destekleyecek altyapının bulunmaması” sorunu olduğu sonucuna varılmıştır. Bunu sırasıyla ise, %20,36 ile bir finansal kapasite sorunu göstergesi olan “Girişimin mali kaynak yapısının yetersizliği” ile %19,91 ile bir insan kaynağı sorunu olan “Personel nitelikleri ihtiya ı ile yetkin insan kaynağı sorunu” işveren ve işveren yetkililerince dile getirilmiştir. Böylece bölgede dijital dönüşüm konusunda ekosistemsel bir sorunun olduğu anlaşılmış, bölgenin dijitalleşme dostu altyapı ve politikalara ihtiyaç duyduğu anlaşılmıştır. Bu kapsamda, söz konusu bölgenin imalat sanayisinde ülke ekonomisine yaptđı katkıya istinaden dijital dönüşüm ve dijital yatırımlar konusunda desteklenmesi gerektiği anlaşılmıştır.

Kanaatimizce, Sanayi Bakanlığının dijital dönüşüm merkezleri kurulması projesinde ne yazıkki hedef sanayilerden olmamış Sakarya ve Kocaeli bölgesinin ortak yararlanabileceği bir merkezin kurulması böylece bölgede dijital dönüşüm sağlanmasında yapılacak yatırımların kolaylaştırılması ve desteklenmesi gerekmektedir. Bölgede dijital dönüşüm sürecinde işletmelerin belirttiği diğer sorunlar ise sırasıyla bir finansman sorunu olan “Kosgeb, Kalkınma Ajansı ve Tübitak gibi kurumların sağladığı dış finansman kaynaklarının yetersizliği (%13,15)”, işletmelerin yine bir insan kaynağı problemi olan “Dijital okur yazarlık ve teknik bilgi yetersizliği (%12)” ile “Yönetim ve organizasyon yetersizliği (%10,86) sorunları dile getirilmiştir.

İşletmelerin mevcut insan kaynaklarına yönelik durumlarına bakmak ve bölge imalat sanayisinin işgücü profilini anlamak için ise insan kaynakları başlığında bir dizi sorunun işverenlere yöneltilmesi sağlanmıştır. Bu kapsamda yanıtların temelde mavi yaka, beyaz yaka ve gold yaka ile görece yeni bir istihdam biçimi olan yeşil yaka istihdam türleri içerisinde verilerin sınıflandırılması sağlanmıştır.

Söz konusu temel sınıflandırmanın haricinde taşeron işçi çalıştırma ile dijital dönüşüm sürecinde önemli beşeri kaynaklar olarak nitelendirilen dijital dönüşüm meslek elemanı ve bilgi işlem personeli görev tanımına sahip personel istihdam etme durumu sorgulanan diğer başlıklar olmuştur. Buna göre, imalat sanayisi işletmelerinin insan kaynakları yapısını %62,90 oranı ile en çok mavi yaka çalışan grubu oluşturmuştur. Mavi yaka istihdamın kendi içerisinde değerlendirmesine bakıldığında ise temizlik ve güvenlik gibi işler haricinde yalnızca üretim hattında yer alan personelin kendi içerisindeki oranı %98,49 iken, söz konusu grupta vasıflı işgücü oranı %53,32 ve vasıfsız işgücü oranı ise %41,68 olarak bulunmuştur. İkinci sırada ise %29,30 ile beyaz yaka çalışan grubu oluştururken, teknolojiyi çok iyi düzeyde kullanabilen üst düzey beyaz yakayı tanımlayan altın yaka istihdam grubu ise %6,78 oranında bulunmuştur. Henüz yeni sayılan bir istihdam biçimi olan ve ağırlıklı çevresel sürdürülebilirlik alanında çalışan yeşil yaka istidamı ise oldukça düşük bir seviye olan %1,02 ile sınırlı olduğu görülmüştür.

Tüm istihdam türleri içerisinde cinsiyet temelli gruplandırmaya bakıldığında ise kadınların oranı %20,91 ile sınırlı kalmış olup, tüm istihdam türleri içerisinde kadınların istihdam farkının en çok olduğu alan %61,58’lik farkla mavi yaka çalışan grubu olmuştur. Kadın istihdamının erkeklere göre en az fark ettiği çalışan grubunun ise %8,9 oranındaki farkla yeşil yaka istihdamında gerçekleştiği görülmüştür. Söz konusu farkın, yeşil yaka istihdam oranının oldukça düşük olmasından kaynaklı olmasının muhtemel olduğu düşünülmektedir.

Taşeron işçi çalıştırma durumuna bakıldığında ise işletmelerin %22,61 oranında –ki neredeyse her dört işletmeden birinin söz konusu istihdam biçimini kullandığı anlaşılmıştır- taşeron işçi istihdam ettiği görülmüş olup söz konusu istihdam biçiminin toplam istihdam içerisindeki payının %6,69 olduğu görülmüştür.

İşletmelerde dijital dönüşüm enstürmanlarının kullanıcısı ve hatta düzenleyicisi olan bilgi işlem personeli istihdam eden işletmelerin oranı ise %39,01 düzeyinde gerçekleşmiştir. Dijital dönüşüm sürecinde teknik yetkinlikleri ile önemli bir personel grubu olan mühendislerin oranı ise %77,30 olarak bulunmuştur. Bu kapsamda imalat süreci işletmelerinde önemli bir kalite unsuru olan mühendis istihdamının çoğunluk işletmede gerçekleştiği görülmüştür.

Dijital dönüşüm alanında özelleşmiş personel istihdam eden işletmelerin oranı ise %14,54 seviyesinde sınırlı kalmış olup; gelecekte dijital dönüşüm alanında personel istihdam edeceğini belirten işletmelerin oranı ise yine oldukça düşük seyretmiştir. Buna göre gelecekte dijital dönüşüm alanında özelleşmiş personel istihdam edeceğini belirten işletmeleri oran %16,60 oranında kalmıştır.

Dijital dönüşüm personelinde talep edilen yetkinlik skalasına bakıldığında ise işgücünden talep edilen ilk özellik üniversitelerin mühendislik bölümlerinden mezunu olmak (%19,1) olarak gerçekleşmiştir. İşgücünden talep edilen diğer yetkinlikler ise makine öğrenmesi ve yapay zeka gibi yeni teknolojilerin kullanımı hakkında bilgi sahibi olmak (%13,68) ile toplam kalite yönetimi ve üretim metodolojilerine hakimiyet (%13,37) yetkinlikleri izlemiştir. Bu kapsamda, kantitatif ve teknik derslerin ağırlıkta olduğu mühendislik bölümü diploma sahipliğinin “yetkinlik” kavramının önüne geçtiği görülmüştür. Bu bağlamda, söz konusu öncelikli üç sebep doğrultusunda başta bölgede bulunan Kocaeli Üniversitesi, Gebze Yüksek Teknoloji ve Sakarya Üniversitesinin mühendislik ve yönetim bilişim sistemleri gibi görece teknik ve kantitatif bilgi ağırlıklı, bilişsel beceri donatımı sağlayan bölümlerinin dijital dönüşüm sürecinde müfredatlarını ilgili yetkinlikler doğrultusunda işgücü piyasasının talep ve ihtiyaçlarına göre revize etmeleri bu alanda Üniversite- Sanayi işbirliğine yönelik uygulamaları geliştirmeleri gerektiği sonucuna varılmıştır.

Literatürde verimlilik arttırıcı insan kaynakları uygulamalarından olarak bahsedilen insan-makine etkileşimi, iş sağlığı ve güvenliği uygulamaları ile esneklik uygulamalarının varlığı bu çalışma kapsamında sorgulanan bir diğer başlık olmuştur. Bu kapsamda, insan-makine etkileşimine yönelik işbaşı eğitimi ağırlıkta

olmak üzere işletmelerin %98,5'inin farklı eğitim-geliştirme uygulamalarından en azından birini işletmelerinde uyguladığı görülmüştür. İşgücünün yetkinliklerinin geliştirilmesinde işletme ve departman içerisinde yer değiştirme uygulaması olarak kısaca tanımlanan yatay ve dikey esneklik uygulamalarına bakıldığında ise mavi yaka istihdamın beyaz yaka istihdamına oranla hem yatay hem de dikey esneklik uygulamalarına daha çok tabi tutulduğu anlaşılmış; her iki istihdam türünde de yatay esneklik uygulamalarının ağırlıkla gerçekleştiği görülmüştür.

İş sağlığı ve güvenliği alanında işletmelerin mevcut uygulamalarına bakıldığında ise 6331 sayılı kanun ile İSG yükümlüklerini karşılamak zorunluluğunda olan ve işletmelerin en çok tercih ettiği yöntem olan OSGB' den hizmet alım yapıldığı anlaşılmış (%17,07) en az başvuru alan yöntemin ise %6,69 oranı ile ödüllendirme ve prim gibi isg teşvik uygulamaları olduğu sonucuna varılmıştır.

İşletmelerde verimliliğin bir maliyet unsuru olan toplam çalışma süresi sorgulandığında ise üretim hattı personellerinin tüm işletmelerin verdiği yanıtlar ortalamasında günde 8,5 saat olmak üzere haftada 5,5 gün çalışma yapmış olduğu gözlemlenmiştir. Yaklaşık her üç işletmeden birinde üretim hattı personel için vardiya sistemi ile çalışma varken (%34,75) söz konusu çalışma biçiminde ağırlıkla gece çalışması yapıldığı (%59,18) görülmüş; çift vardiya sistemi ile çalışan işletmelerin oranı ise %38,78 olarak bulunmuştur. İş kanununda resmi uygulaması olmamasına karşın sahadan gelen geri bildirimler doğrultusunda 2 işletmenin -ki bu sayı %2,04'e tekabül etmektedir- dörtlü vardiya sistemi ile çalışma yaptıklarını belirtmişlerdir.

Önemli bir verimlilik göstergesi olan kapasite kullanım oranı ile vardiya sistemi arasındaki ilişkinin istatistiki anlamlılığı sorgulandığında ise vardiya sistemi ile çalışmanın beklendiği üzere kapasite kullanım arasındaki ilişki ile anlamlı görülmüştür. İşletmelerde kapasite kullanım oranının sonuçlarına bakıldığında ise İktisadi Yönelim Anketi verileri doğrultusunda Türkiye geneli kapasite kullanım oranı %76 iken; Sakarya ve Kocaeli imalat sanayisi işletmelerinin ülke genelinde kapasite kullanım oranının oldukça altında sonuçlara ulaşılmıştır.

Nitekim, risk altındaki işletmeler olarak adlandırabileceğimiz işletmelerin kümülatif toplamda %36,5'i düşük kapasite ve orta-düşük kapasite ile geçtiğimiz yılı kapattıklarını belirtmişlerdir. İşletmelerin %40,1'i %50-75 kapasite aralığında çalıştıklarını belirtirken yalnızca işletmelerin %23,4'ü %75 ve üzeri kapasite ile çalıştıklarını belirtmişlerdir. Risk altında bulunan işletmelerin bölge imalat sanayisinde ağırlıkta olması söz konusu kapasite kullanımı doğrultusunda işgücü ve makine ve teknik ekipmanların yeterince kullanılmayışıyla önemli bir verimlilik sorununu doğurmakta bu durum işletmelerin üretimin durdurulması ya da konkordato ilanı gibi negatif durumların bölge imalat sanayisinde görülmesine neden olabilecektir. Bu kapsamda bölgede düşük kapasite sorunu olduğu anlaşılmış işletmelerin, düşük kapasitelerinin nedenlerine yönelik nitel bir araştırma ihtiyacı olduğu gözlemlenmiştir. Söz konusu nitel yöntemler ağırlıklı bir çalışma ile bölgede imalat sanayisinin düşük kapasite sorununun nedenlerine yönelik “derinlemesine” yanıtların alınması sağlanarak veriye dayalı politikalar geliştirilmesi ve ivedilikle destek mekanizmalarının kurulması bizce önerilmektedir.

İşletmelerde yabancılaştırmanın işgücü verimliliği üzerinde olumsuz etkisi olduğu literatür varsayımı doğrultusunda zorunlu işgücü devir oranı özelinde sorgulamanın yapılması analiz edilen bir diğer başlık olmuştur. Bu kapsamda literatürde en yaygın kullanımı olan referans dönemi personel sayısının işten çıkarılan işgücü sayısına oranlanması formülü ile işgücü devir oranı analiz edilmiş; işgücü devir oranı literatürde yer alan bilgilere paralel olacak şekilde bilgisayarların, elektronik ve optik ürünlerin imalatı ile tekstil sektöründe işgücü devir oranının en yüksek olduğu sektörler olarak gerçekleştiği görülmüştür. İşgücü devir oranının en düşük seyrettiği sektör motorlu kara taşıtlarının imalatı sektörü olup, Sakarya ilinde işgücü devir oranı %21,78 olmak üzere Kocaeli imalat sanayisinin işgücü devir oranı ortalamasının üzerinde seyretmiştir (%18,42).

İşletme ölçeğinde işgücü devir oranının durumuna bakıldığında ise işgücü devir oranı %33 ile en çok 1-9 çalışanlı Küçük Ölçekli işletmelerde gerçekleşirken en düşük oran %16,64 ile Mega Ölçekli işletmelerde gerçekleştiği görülmüştür. Son iki yıl içerisinde işlemlerin giren-çıkan personel sayısının oranlarına bakıldığında ise hem Sakarya hem de Kocaeli illerinde “vasıflı” işgücü ağırlıklı

istihdamın gerçekleştiği gözlemlenmiştir.

İşletmeler için bir tür işbölümü olan ve uzmanlaşmanın dağılımı şeklinde verimlilik artırıcı uygulamalardan biri olarak bahsedilen fason üretim ilişkisi incelendiğinde ise işletmelerin %28,37'si başka bir işletme için fason üretim yaptıklarını belirtirken; işletmelerin %39,01'i ise kendileri için en az bir işletmeye fason üretim yaptırdıklarını belirtmişlerdir. Her iki fason üretim ilişkisinin de en çok görüldüğü işletme tipinin 50-250 çalışan aralığındaki Büyük Ölçekli işletmeler olduğu görülmüştür.

Türkiye'de ihracatın %94,5'ini oluşturan imalat sanayisinin dış pazar payının varlığını bölge ölçeğinde sorgulandığında ise işletmelerin %56'sının ihracat yaptığı görülmüş; söz konusu ihracat ilişkisinde genel ağırlığın “Orta Düzey Teknoloji” ürün grubu ihracatı odağında olduğu anlaşılmıştır. Yüksek teknoloji ürün grubu bölgede %12,1 seviyesinde olmasına karşın Türkiye ortalaması olan %3,4 ortalamasının oldukça üzerinde ihracatının gerçekleştiği görülmüştür.

Yüksek teknoloji ürün gruplarının ihracatını gerçekleştiren sektörler incelendiğinde ise en çok kimyevi ürünler sektöründe ihracatın gerçekleştiği görülmüştür. Nitekim, sanayisinin yüksek teknoloji ürün grubu listesi incelendiğinde salisilik asit, sodyum-salisitik, lesitin, betain ve neotam gibi çok sayıda kimyasalın yüksek teknoloji ürün grubu olarak sınıflandırıldığı Eximbank¹³ veri tabanı bilgileri doğrultusunda teyit edici nitelikte bir sonuca varıldığı anlaşılmıştır.

İşletmelerin yenilikçi kapasite göstergelerine yönelik bulgularına bakıldığında ise işletme ölçeği ile Ar-Ge departmanına sahip olma ilişkisine yönelik anlamlı bir ilişki olduğu gözlemlenmiş; işletmelerin %29,08'inde Ar-Ge departmanı olduğu sonucuna varılmıştır. Ar-Ge personeli görev tanımına sahip personel çalıştırma durumuna bakıldığında ise yine işletme ölçeğine göre anlamlılık sergilemiş ve işletmelerin %28,72'sinde Ar-Ge görev tanımına sahip en az bir personel

¹³ Bkz: Eximbank Yüksek Teknoloji Ürünleri Listesi, çevrimiçi erişim tarihi: 15.11.2019, <https://www.eximbank.gov.tr/content/files/46170322-c80d-4f6d-b1c2-c7de410dfb11/yuksekteknolojili-sanayi-urunleri-listesi>

istihdamının sağlandığı görülmüştür. Ar-Ge departmanı ve Ar-Ge personeli çalıştırma durumunun en az olduğu işletme ölçeği küçük ölçekli işletmeler iken, en çok olduğu ölçek ise büyük ölçekli işletmeler olduğu sonucuna varılmıştır.

Yenilikçi kapasite göstergelerinin çıktı unsurlarından olan patent ve iyi uygulama örneği tesciline sahipliğine ilişkin bulgulara bakıldığında ise Ar-Ge departmanı bulunma ile patent ve iyi uygulama tesciline sahip olma arasında anlamlı ilişki olduğu sonucuna varılmış; Ar-Ge departmanı olan işletmelerin %40,'ında en az "1" patent ya da iyi uygulama tescili varken, Ar-Ge departmanı olmayan hiçbir işletmede patent ya da iyi uygulama tescili olmadığı görülmüştür. Bu kapsamda patent ve iyi uygulama tescilinin göstergesi olduğu katma değerli ürün üretiminin öneminin arttığı günümüzde Ar-Ge departmanının işletmeler için ne derecede önemli olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Ar-Ge departmanı olup patent ve iyi uygulama tesciline henüz sahip olmayan işletmelerin ise bu durumun nedenlerinin anlaşılmasına yönelik bir saha araştırma ihtiyacı ile görüşülmesi fikri yine oluşmuş olup, ar-ge faaliyetlerinin verimlilik düzeyi ve verimsizliğin sebeplerinin anlaşılmasının gerekliliği bu çalışmanın ortaya çıkardığı bir diğer ihtiyaç olmuştur.

İşletmelerin Endüstri 4.0 konusunda mevcut teknoloji kullanımlarına bakıldığında ise işletmelerin %22,3'ünde herhangi bir dijital teknoloji kullanımı olmadığı görülmüştür. En az bir dijital teknoloji ürününe sahip işletmelerin oranı ise %69,8 olarak gerçekleşmiştir. İşletmelere sunulmuş on farklı dijital teknolojinin kullanım sıklığına bakıldığında ise ilk sırada %15,4 ile Türkiye'de de yaygın olarak bir çok işletmenin kullandığı Bulut Teknolojisi olmuş bunu sırasıyla ise Microsoft'un Maslow'un ihtiyaçlar hiyerarşisinde güvenlik gereksinimine işletmeler için atıf yaparak önemini vurguladığı Siber Güvenlik kullanımı (%11,1) izlemiştir. Üçüncü sırada ise yine işletmelerin online alışverişlerde ve e-ticaret uygulamalarında bilhassa kullandığı 3D Güvenlik teknolojisi (%10,0) takip etmiştir. Dijital teknolojinin asıl enstürmanları olarak görülen Arttırılmış Gerçeklik (%2,3), Nanoteknoloji (%2,7) ve Akıllı Robot Teknolojisi (%3,5) ise işletmelerin en az kullandığı yeni endüstriyel araçlar olmuştur.

Dijital teknolojilerin mevcut kullanım amaçlarına bakıldığında ise işletmelerin öncelikle üretimde verimliliği izleme ve hata tespiti (%12,6) amaçlı dijital teknolojileri kullanırken; bunu sırasıyla %12 ile iş kazalarını azaltma ve %11,8 ile üretim miktarında artış sağlama başlıkları izlemiş olup en az kullanım oranı ise %6,8 ile talep tahmini ve modelleme başlığında olmuştur.

İşletmelerde dijital dönüşümün tam olarak gerçekleşmesi hâlinde söz konusu dijital teknolojilerin gelecekte hangi amaçlarla kullanılacağı sorgulandığında ise %13,4 ile üretimde artış sağlama, %12,3 ile maliyetleri düşürmek ve %12,3 ile Üretimde verimliliği izleme ve hata tespiti başlıkları izlemiştir. İşletmelerin dijital teknolojilerin kullanımı konusunda bulut bilişim, siber güvenlik, büyük veri ve nesnelerin interneti gibi unsurları “paylaşım ekonomisi” yöntemi ile bu aşamada erişilebilir kılmak kanaatimizce ülkemiz imalat sanayisinde gelişime yol açabilecek bir unsur olacaktır. Nitekim derinlemesine olarak bir başka çalışmanın öznesi olabilecek bir konu olan ve sanayinin gelişiminde işletmelerin faydalanıcısı olduğu “ortak dijital dönüşüm merkezleri” ve “paylaşım altyapılarının” kamu finansmanı yoluyla inşa edilerek bölge imalat ekosisteminin hizmetine sunulması başta işletmelerin finansal yetersizlikleri yanında alanda işgücü piyasasında özelleşmiş nitelikli personel yetersizliği sorunu için de çözüm olabilecek; söz konusu merkez aracılığıyla çalışan paylaşımı ve geçici yönetim gibi yeni istihdam ilişkileri yöntemlerini kullanarak bölgenin dijital dönüşümü hızlandırılabilecektir. Bu altyapılar ile, işletmelerin dijital dönüşümleri konusunda onlara yol gösterecek bir kurumun varlığı sürecin en hızlı ve etkili şekilde gerçeklemesine zemin hazırlayabilecek ve en azından konuyla ilgili farkındalığın oluşması sağlanabilecektir. Bu araştırma kapsamında işletmelerin ve makro anlamda bölgenin imalat sanayisinin mevcut yapısı anlaşıldığında kanaatimizce böyle bir merkezin kurulması elzem olmuştur.

İşletmelerde üretim hattında kullanılan girdilerin mevcut oransal dağılımı ile gelecekteki değişimini anlamak buna göre işgücü piyasasının geleceği hakkında yorum yapmak bu çalışmanın bir diğer öznesini oluşturmuştur. Bu kapsamda, işletmelerin %46,74 ile emek-yoğun üretim biçiminde faaliyet gösterdiği anlaşılmış, ikinci sırada ise %40,83 ile makine yoğun üretim biçimi izlemiştir. Otomasyon ve

robotik teknolojilerin kullanımı ise %12,43 ile sınırlı kalmıştır. İşletmelere dijital dönüşümün bünyelerinde tam olarak gerçekleştiği varsaymaları takdirde bu oranın nasıl değişeceği sorgulandığında ise 17,12 oranında istihdam daralması gerçekleşeceği bulunmuştur. Araştırma kapsamında üretim hattında yaklaşık %80 oranında erkeklerin çalıştığı gözlemlenen bu çalışma ile geleneksel hane halkı yapısında gelirden birincil sorumlu olarak atfedilmiş erkeklerin yaşanacak istihdam daralması ile en çok etkilenecek grup olması bölge imalat sanayisinde söz konusu işsizliğin hanelerde yaratacağı etki ile tahribatı daha derinlemesine nüfuz edeceği muhtemel bir endişe oluşturmuştur. Kanaatimizce, mavi yaka istihdamında yaşanacak daralma ile imalat sanayisinde kayıtlı işgücünün “hizmetler sektörüne” geçişi gerçekleşecektir. Bu durum, hizmetler sektöründe işgücü arzının artması ile ücretler genel seviyesinde “düşmeye” neden olabilecektir. Bu durum, dijital dönüşümün gelir dağılımı üzerinde nasıl bir etki yaratacağı sorunsalını akıllara getirmiş olup, bu alanda muhtemel etkinin ölçülmesine yönelik araştırma ihtiyacı doğmuştur. Bölge imalat sanayisinde söz konusu işsizlik tehlikesine ve onun bölge aile dokusunda yaratacağı olumsuz etkilere karşın Kalkınma Ajansı, İşkur ve Üniversiteler gibi politika üretici ve uygulayıcı kurumların konuya özel eylem planları hazırlayarak stratejik planlama süreçlerinde söz konusu olası etkiye yönelik tedbirler alması gerekmektedir. Konuyla ilgili yurtdışında yapılan iyi uygulama örnekleri ile makro anlamda; işgücünün işletme içerisinde yatay-dikey esneklik uygulamaları ile mesleki ve teknik becerilerinin geliştirilmesi yönüyle ile mikro anlamda vasıf düzeyini arttırıcı ve işgücü piyasasında tutundurucu eğitim-geliştirme uygulamalarının yapılması gerekmektedir.

Bu araştırma ile yapılan son analiz ise araştırma verilerinin büyük bir çoğunluğunun model parametresinde değişken olarak kullanıldığı toplam faktör verimliliği konusunda olmuştur. Karar destek birimleri olarak belirlenmiş rastlantsal örneklem seçimindeki Sakarya ve Kocaeli ilindeki 282 işletmenin literatür bölümünde açıklanan sebeplerle kurulan veri zarflama analizi sonuçlarında bölge imalat sanayisinde düşük verimlilik sorunu olduğu gözlemlenmiş, verimliliğin sektörel dağılımına bakıldığında ise en yüksek verimlilik sırasıyla otomotiv sanayisinin de yer aldığı motorlu kara taşıtları sanayisi, makine ve teknik

ekipmanların kurulum ve onarımı ile kimyevi ürünlerin imalatı sektöründe olduğu görülmüştür. Verimliliğin en düşük olduğu sektör ise ana metal sanayisi olarak bulunmuştur.

Ar-Ge faaliyetlerinin verimlilik ile ilişkisi incelendiğinde ise %60 ve üzeri verimlilik ile çalışma durumu bazında; Ar-Ge bölümü olan işletmelerin %59,8'i verimli iken Ar-Ge bölümü olmayan işletmelerin %42,5'i verimli olarak bulunmuştur. Bu kapsamda, Ar-Ge faaliyeti bulunan işletmelerde %16,3 oranında verimlilik farkı yaşandığı görülerek işletmelerin Ar-Ge faaliyetleri konusunda desteklenmesi gerektiğinin önemi ortaya konmuştur. Küçük ölçekli işletmeler öncelikli olmak üzere beraberinde orta ölçekli işletmelerde de Ar-Ge departmanı ve Ar-Ge personeli görülme durumu büyük ve mega ölçekli işletmelere göre anlamlı düzeyde farketmiş olup bu kapsamda söz konusu işletmelerin ortak paylaşım altyapısı imkanları ile bölgede kamu finansman yöntemleri ile kurulmuş Ar-Ge altyapı merkezleri kullanımı tahsisi sağlanması ihtiyacı doğmuştur. Kanaatimizce böylece Ar-Ge faaliyetlerine dayalı olarak bölgede verimlilik artışı sağlanabilecek, bilhassa ölçek düzeyinde işletmeler arası verimlilik makası kapanabilecektir.

Benzer analizin büyük veri, nesnelerin interneti ya da akıllı robotlar gibi yeni teknolojiler kullanımı ile ölçümlenmesi özelinde sağlandığında ise en az bir yeni teknoloji kullanan işletmelerin kullanmayan işletmelere göre %6,9 oranında verimlilik farkı yaşadığı görülmüştür. Söz konusu Ar-Ge ve yeni endüstri araçlarının kullanımının işletmelere sağladığı verimlilik farkında bu bağlamda Tüsiad'ın beklentisini oluşturan “%4-%7 verimlilik artışı sağlama” öngörüsüne paralel seyrettiği anlaşılmıştır. Bu kapsamda bölge imalat sanayisinde verimlilik temelli gelişimin sağlanması için inovasyon altyapı yatırımlarının kamu finansman yöntemleri kanalıyla inşa edilmesi ve desteklenmesi gerektiği sonuçlarına varılmıştır.

KAYNAKÇA

- Aktaş, F., Çeken, C., Erdemli, Y.E., (2016) “Nesnelerin İnterneti Teknolojisinin Biyomedikal Alanındaki Uygulamaları” **Düzce Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi**, c.4, s.37-54.
- Alan, A.K., Kabadayı, E.T., Cavdar, N. (2018) “Yeni Nesil “Bağlantı”, Yeni Nesil “İletişim”: Nesnelerin İnterneti Üzerine Bir İnceleme.” **İşletme Araştırmaları Dergisi**, c.10/1, s.294-320
- Albayrak, H . (2018) “Toplam Kalite Yönetimi Tekniklerinden Kaizen Ve Altı Sigma Uygulamalarının Kıyaslanması Üzerine Örnek Bir Uygulama.”, **International Anatolia Academic Online Journal / Social Science Journal** , 4 (1)
- Algan, N., Manga, M., Tekeoğlu, M. (2017) “Teknolojik Gelişme Göstergeleri ile Ekonomik Büyüme Arasındaki Nedensellik İlişkisi: Türkiye Örneği”, **International Conference on Eurasian Economies**, s.332-338.
- Altuntaş, S. (2010) “Birliktelik Kısıtları Altında Montaj Hattı Dengeleme Problemi İçin Bir Çözüm Yaklaşımı Önerisi ve Bir İşletmede Uygulama.”, **Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi**, cilt 16/1, s. 29-44.
- Arulrajah, A. A. (2017) “Productivity and Quality Management through Human Resource Management: A Systematic Review.”, **International Review of Management and Business Research**, 6(2), 419.
- Assiri, W. (2016) “Risk Of Loss Of Productivity In Workplaces.” **International Journal of Scientific & Technology Research**, 5(5), 118–120.
- Ataklı, A. (1992) “Eğitim ve Mesleki Başarı”, **Verimlilik Dergisi**, Sayı:1, s.68-69.
- Aydın, S. (2011) “Sayısallaştırma Çalışmalarının Teknik ve Yönetimsel Analizi”, **Atatürk Kitaplığı Süreli Yayınları**
- Bağcı, E . (2018) “Endüstri 4.0: Yeni Üretim Tarzını Anlamak.”, **Gümüşhane Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Elektronik Dergisi** , 9 (24) , 122-146

- Bahrin, M. A. K., Othman, M. F., Azli, N. H. N., Talib, M. F. (2016) "Industry 4.0: A Review on Industrial Automotion and Robotic.", **Jurnal Teknologi**, 78, 137–143.
- Ballı, E. (2017) "Teknoloji, İnovasyon ve Ekonomik Büyüme İlişkisi: Üst ve Üst-Orta Gelir Gruplarındaki Ülkeler Üzerine Bir İnceleme.", **Ekonomi Bilimleri Dergisi**, c.9/2, s.15-28.
- Barro, R. J. (2013) "Education and Economic Growth." **Annals of Economics and Finance**, 14(2), 301–328.
- Barutcu, S. (2007) "Customized Products: The Integrating Relationship Marketing, Agile Manufacturing and Supply Chain Managment for Mass Customization" **Ege Academic Review**, vol. 7, no. 2, pp. 573–593.
- Baykasoğlu, A., Akyol, Ş.D. (2014) "Ergonomik Montaj Hattı Dengeleme.", **Journal of the Faculty of Engineering and Architecture of Gazi University**, Vol 29, No 4, 785-792.
- Becker, G. S., Murphy, K. M., & Tamura, R. F. (1994) "Human Capital, Fertility, and Economic Growth." **National Bureau of Economic Research**, 323–350.
- Belgin, Ö. Ve Başak, A. A. (2019) "Türkiye’ de Bölgeler ve İller Düzeyinde Ar-Ge ve Yenilik Performansının Gri İlişkisel Analiz Yöntemi İle Ölçülmesi", **Verimlilik Dergisi**, (2) 27-48.
- Bharjaw, S., Jain, L., Jain, S. (2010) "Cloud computing: A study of infrastructure as a service (IAAS)." **International Journal of Engineering and Information Technology**, Vol2 , No. 1, pp.60-63
- Bhattacharya, M., Narayan, P. K., Popp, S., & Rath, B. N. (2011) "The productivity-wage and productivity-employment nexus: a panel data analysis of Indian manufacturing. *Empirical Economics*, 40(2), 285–303.
- Boer, H., & Durning, W. E. (2001) "Innovation, what innovation?: a comparison between product, process and organisational innovation. **International Journal of Technology Management**, 22, 83–107.

- Borensztein, E., Gregorio, J. de, & Lee, J.-W. (1998) "How Does Foreign Direct Investment Affect Economic Growth." **Journal of International Economics**, 45(1), 115–135.
- Bozkurt, V. (2006) **"Endüstriyel ve post-endüstriyel dönüşüm: bilgi, ekonomi, kültür."**, Bursa: Ekin Kitabevi.
- Bulut, E , Akçacı, T. (2017) "Endüstri 4.0 ve İnovasyon Göstergeleri Kapsamında Türkiye Analizi.", **ASSAM Uluslararası Hakemli Dergi** , 4 (7) , 55-77.
- Carree, M. A. (2002) "Industrial Restructuring and Economic Growth." **Small Business Economics**, 18, 243–255.
- Chang, C.-L., Robin, S. (2008) "Public policy, innovation and Toplam factor productivity: An application to Taiwan's manufacturing industry.", **Mathematics and Computers in Simulation**, 79(3), 352–367.
- Crnjac, M., Veža, I., & Banduka, N. (2017) "From Concept to the Introduction of Industry 4.0.", **International Journal of Industrial Engineering and Management**, 8, 21–30.
- Çakmak, E , Gümüş, S. (2005) "Türkiye' de Beşeri Sermaye ve Ekonomik Büyüme: Ekonometrik Bir Analiz (1960-2002).", **Ankara Üniversitesi SBF Dergisi**, 60 (01) , 59-72 .
- Çalışkan, M. (2015) "Üç Boyutlu Yazıcılar ve Gelecekte Yaratacağı Olası Fikri Haklar Çatışmaları." **Ankara Barosu Yayınları**, ss. 15-30.
- Çetin, M . (2009) "Kaldor Büyüme Yasasının Ampirik Analizi: Türkiye ve AB Ülkeleri Örneği (1981-2007).", **Afyon Kocatepe Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi**, 11 (1) , 355-373.
- Çetinkaya, A.Ş. (2016) "Performansa Dayalı Ücretlendirmenin Ücrete Bağlı Streste Farklılık Yaratma Düzeyi: Konya Sağlık İşletmeleri Araştırması.", **Gazi Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi**, c.18/2, s.374-399.
- Çoban, F. (2005) "Kaybetme korkusu sadakati arttırdı mı?" **Capital Dergisi**, 1 Mart: 23.

- Dautenhahn, K., "Bringing up robots or—the psychology of socially intelligent robots: from theory to implementation." *In Proceedings of the third annual conference on Autonomous Agents* (pp. 366–367).
Billard, A. (1999).
- Davenport, T.H., "How ' Big Data ' is Different FALL"
Barth, P.F., Bean, R.V. (2012).
- Dean, Edwin R., "Productivity Measurement With Changing-Weight Indexes of Outputs and Inputs" Bureau of Labor Statistics U.S. Department of Labor, Paris. (1996)
- Deliktaş, E. (2002) "Türkiye özel sektör imalat sanayiinde etkinlik ve toplam faktör verimliliği analizi", ODTÜ Gelişme Dergisi, 29 (3-4), s. 247-284.
- Deng, A., & Han, Y. "Industry 4.0 and Supply Chain Management: The Future of Chinese Manufacturing." *World Journal of Innovative Research*, 2(1), (2017) 262545.
- Dilibal, S., Şahin H. "İşbirlikçi Endüstriyel Robotlar ve Dijital Endüstri.", *International Journal of 3D Printing Technologies and Digital Industry* , 2 (1) , (2018) 86-96.
- Director of National Intelligence USA "Global Trends 2025: A Transformed World", Appendix F:The Internet of Things. (2008).
- Drucker, P. F. (1954). "The Practice of Management.", *Industrial and Labor Relations Review*, vol. 8, no. 3, 1955, p. 458.
- Doğru, N., Meçik, O . "Türkiye' de Endüstri 4.0'ın İşgücü Piyasasına Etkileri: Firma Beklentileri." *Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakülte Dergisi*, c.23, s. 1581-1606. (2018)
- Duru, C.E., "The Effect of Work Environment on Employee Productivity: A Case Study of Edo City Transport Services Benin City, Edo State Nigaria.", *European Journal of Business and Innovation Research* v.5/5, pp.23-39
Shimawau, D. (2017)

- Easterly, W., Levine, R. (2001) "It's not factor accumulation: Stylized facts and growth models." **The World Bank Economic Review**, 15(2), 177–219.
- Echt, P. (2019) "Smart Infrared Cameras for Industry 4.0: A new technological approach for increased productivity and product quality." **PhotonicsViews**, 16(2), 50–55.
- Erturan, İ , Ergin, E . (2017) "Muhasebe Denetiminde Nesnelerin İnterneti: Stok Döngüsü.", **Muhasebe ve Finansman Dergisi.** , (75) , 13-30 . DOI: 10.25095/mufad.399246
- Erturan, İ , Ergin, E . (2018) "Dijital Denetim ve Dijital İkiz Yönetimi.", **Muhasebe Bilim Dünyası Dergisi** , 20 (4) , 810-830
- Eryürük, S.H., Kalaoğlu, F. Baskak, M. (2010) "Konfeksiyon Üretiminde İstatistiksel Yöntemle Montaj Hattı Dengeleme", **Tekstil ve Konfeksion Dergisi**, v.1, ss.65-71
- Farkas, A. (2018) "Impact of Industry 4.0 on robotic welding." **IOP Conference Series: Materials Science and Engineering**, 448, 12034.
- Fernandez Goodman (2000) ve "Ergonomics in the workplace" **8th, Annual North American waste-to-energy conference**, 229-236.
- Fernandez ve Marley, (1998) "Applied Occupational Ergonomics: A Textbook", **Kendall-Hunt Publishing**.
- Fikirli, Ö. (2016) "İktisadi Doktrinde Schumpeteryan Yaratıcı Yıkım." Çankırı Karatekin Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Çankırı.
- Fraga-Lamas, P., Fernandez-Carames, T. M., Blanco-Novoa, O., Vilar-Montesinos, M. A. (2018) "A Review on Industrial Augmented Reality Systems for the Industry 4.0 Shipyard." **IEEE Access**, 6, 13358–13375.

- Freeman C. (1987) "Technology policy and economic performance: lesson from Japan." London: **Frances Pinter**.
- Gencel, U. (2001) "Yükseköğretim Hizmetlerinde Toplam Kalite Yönetimi ve Akreditasyon", **Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi**, 3(3), ss.164-218.
- German, A. (2015) "A Discussion of Qualifications and Skills in the Factory of the Future."
- GhaffarianHoseini, A., Dahlan, N. D., Berardi, U., GhaffarianHoseini, A., & Makaremi, N. (2013). "The essence of future smart houses: From embedding ICT to adapting to sustainability principles.", **Renewable & Sustainable Energy Reviews**, 24(24), 593–607.
- Gokhane, P.,(2018) "Introduction to IOT." **International Advanced Research Journal in Science, Engineering and Technology (IARJSET)**, vol. 5, no. 1, 2018, pp.41-44.
- Goodridge, R. D., Tuck, C. J., & Hague, R. J. M. (2012) "Laser sintering of polyamides and other polymers." **Progress in Materials Science**, 57(2), 229–267.
- Gorecky, D., Schmitt, M., Loskyll, M., & Zuhlke, D. (2014). "Human-machine-interaction in the industry 4.0 era.", In **2014 12th IEEE International Conference on Industrial Informatics (INDIN)** (pp. 289–294).
- Graetz, G., Michaels, G. (2018) "Robots at Work." *The Review of Economics and Statistics*, 100(5), 753–768.
- Gunawan, H., & Amalia, R. (2015) Wages and Employees Performance: The Quality of Work Life as Moderator. **International Journal of Economics and Financial Issues**, 5(1), 349–353.
- Güner, S.,Gürler, G., Cebeci, H., Yılmaz, A. (2017) "Sektörel Belirsizliğin Tedarik Zinciri İşbirliğine Etkisi.", **8. Uluslararası Balkanlarda Sosyal Bilimler Kongresi Bildiri Kitabı**, Romanya, ss.226-236.
- Hayta, A.B. (2007) "Çalışma Ortamı Koşullarının İşletme Verimliliği Üzerindeki Etkisi.", **Ticaret ve Turizm Eğitim Fakültesi Dergisi**, v.1, ss.21-41

- Hindl, T. (2006) "Menadžment pojmovnik - koncepti i ideje koje su oblikovale opšti menadžment.", Novi Sad: Adizes.
- Hoff, A. (2006) "Bootstrapping Malmquist Indices for Danish Seiners in the North Sea and Skagerrak.", **Journal of Applied Statistics**, 33(9), 891–907.
- Hsieh, M.-Y. (2018) "Exploring the most potential determinants of social networking technology into industry 4.0 intelligentized productivity to advance consumer's quality of life." **Le Travail Humain**, (3).
- Işık, C . (2016). "Türkiye' de Toplam Faktör Verimliliği ve Ekonomik Büyüme İlişkisi." **Verimlilik Dergisi** , 0 (2) , 45-56.
- Işık, N. ve Kılınç, E. C., (2011) "Bölgesel Kalkınma' da Ar-Ge ve İnovasyonun Önemi: Karşılaştırmalı Bir Analiz.", **Eskişehir Osmangazi Üniversitesi İİBF Dergisi**, 6 (2), 9-54.
- Itika, S.J. (2011) "Fundamentals of human resource management Emerging experiences from Africa" **African Public Administration and Management series**, vol. 2.
- İncir, G. (1976) "Verimlilik Nasıl Ölçülür", **Aylık Verimlilik Bülteni**, MPM Yayını, Cilt 2, Sayı 2, Ankara.
- Jakl, A. vd. (2018) "Augmented Reality for Industry 4.0: Architecture and User Experience," **Conference: 11th Forum Media Technology**, Austria
- Jamison, D. W., Jansen, C. (2001) "Technology Transfer and Economic Growth." **Industry and Higher Education**, 15(3), 189–196.
- Johansson ve Wilhelmsson (2018) "Digital Maturity & Operational Performance A case study of the supply-chain in the Scandinavian FMCG industry"
- Kagermann, H. (2013) "Recommendations for implementing the strategic initiative INDUSTRIE 4.0." Heizer, J., Larry R. (1996) **Production & Operations Management**.
- Kaivo-oja, J., Roth, S., Westerlund, L. (2017) "Futures of robotics: Human work in digital transformation." **International Journal of Technology Management**, 73(4), 176.

- Kamble, S. S., Gunasekaran, A., & 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.
- Kanth, R. K., Liljeberg, P., Tenhunen, H., Wan, Q., Amin, Y., Shao, B., Kumar, H. (2011). "Evaluating Sustainability, Environmental Assessment and Toxic Emissions during Manufacturing Process of RFID Based Systems.", **In 2011 IEEE Ninth International Conference on Dependable, Autonomic and Secure Computing** (pp. 1066–1071).
- Karaata, S. (2012). "Yenilik – Yenileşim - İnovasyon Dünyasına Bir Yolculuk." **Ege Genç İş Adamları Derneği Yayınları**, s.5
- Karabegović, S. I. (2018). The Role of Industrial and Service Robots in Fourth Industrial Revolution with Focus on China. *J3ea*, 6(1).
- Karahan, A. (2009). "Demografik Farklılıkların İş Gücü Verimliliğine Etkisi", **Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi**, c.21, s.269-281.
- Kayar, A. vd. (2018). "Akıllı fabrikalar, akıllı üretim: endüstri 4.0'a genel bakış" **International Eurasian Conference on Science, Engineering and Technology** ss.1651-1657, Ankara.
- Kazgan, G. (1991). "İktisadi Düşünce veya Politik İktisadın Evrimi." İstanbul: Remzi Kitabevi, On dokuzuncu baskı, 2014.,
- Kendirli, S., Konak, F., Turan, H. (2013). "Kurumsal Yönetişim Uygulamalarının Firma Performansı Üzerine Etkisi: Bist İkinci Ulusal Pazarında Bir Uygulama", **Gazi Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi**, c.15/3, s.31-46.
- Keskin, A. (2011). "Ekonomik Kalkınmada Beşeri Sermayenin Rolü ve Türkiye". **Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi**, 25 (3-4) , 125-153 .
- Khan, J. H. (2003). "Impact of Toplam quality management on productivity." **The Tqm Magazine**, 15(6), 374–380.
- Koç, E., Şenel, M.C., Kaya, K. (2017). "Türkiye’de Ekonomik Göstergeler - İmalat Sanayi Kapasite Kullanım Oranı.", **Mühendis ve Makine**, c.58, sayı 689, s. 1-22.

- Kulkarni, G., “Software as Service Cloud.” In **2012 International Conference on Mandhare, S., Computer Science and Service System** pp. 442–445.
Bendale, D., Belsare, S., Patil, N. (2012)
- Kumbahakar, Subal C., C.A. Knox, L., Stochastic Frontier Analysis, Cambridge University Press, New York, 333p. (2003)
- Kuosmanen, T. & Fisher Ideal TFP Index.”, **MTT Economic Research, Agrifood Sipiläinen, T. (2004) Research Discussion Papers** , Finland,17.
- Kuşluvan, Z. (1999) “Örgütlerde Motivasyonun Önemi ve Kullanılan Motivasyon Araçları”, **Human Resources: İnsan Kaynakları ve Yönetim Dergisi**, Yıl:3, Sayı:3, 55-64.
- Lee, J., Kao, H. A., Service innovation and smart analytics for Industry 4.0 and big data Yang, S. (2014) environment. **Procedia CIRP**, 16(16), 3–8.
- Li, Y., Liu, C. (2010) “Malmquist indices of Toplam factor productivity changes in the Australian construction industry. **Construction Management and Economics**.”,28(9), 933–945.
- Lu, Y. (2017) “Industry 4.0: A survey on technologies, applications and open research issues.”, **Journal of Industrial Information Integration**, 6, 1–10.
- Luburić, R. (2014) “Toplam Quality Management as a Paradigm of Business Success.”, **Journal of Central Banking Theory and Practice**, 3(1), 59–80.
- Machek,O. ve Spicka,J. (2011) “Estimating Toplam Factor Productivity of Agricultural Sector Based on Firm-Level Accounting Data.”, University of Economics, Prague, **Recent Advances in Business Management and Marketing**.
- Madni, A. M., Madni, C. C., Lucero, S. D. “Leveraging Digital Twin Technology in Model-Based Systems Engineering System.”, 7(1), 7. (2019)

- Maly, I., Sedlacek, D., Leitao, P. (2016) "Augmented reality experiments with industrial robot in industry 4.0 environment." In **2016 IEEE 14th International Conference on Industrial Informatics (INDIN)**, pp. 176–181
- Manjunath, S. J., Kumar, G. A. (2013) "Impact of TQM Implementation on Productivity and Quality - A Study at Genaral Motors." **Asia Pacific Journal Of Marketing and Management Review**, 2(4), 1–12.
- Matebu, A. (2015) Partial and Toplam Productivity Measurement Models for Garment Manufacturing Firms.
- Mehra, S., Ranganathan, S. (2008) "Implementing Toplam quality management with a focus on enhancing customer satisfaction." **International Journal of Quality & Reliability Management**, 25(9), 913–927.
- Mokyr, J. (1990) "The Lever of Riches: Technological Creativity and Economic Progress."
- Morrar, R., Arman, H., & Mousa, S. (2017) The Fourth Industrial Revolution (Industry 4.0): A Social Innovation Perspective. **Technology Innovation Management Review**, 7(11), 12–20.
- Mulgan, G., Tucker, S., Ali, R., & Sanders, B. (2007) "Social Innovation: What it is, why it matters and how it can be accelerated ?"
- Murray, A. (2016) "Partial versus Toplam Factor Productivity Measures: An Assessment of their Strengths and Weaknesses". **International Productivity Monitor**, 31, 113–126.
- Nagy, J., Oláh, J., Erdei, E., Máté, D., & Popp, J. (2018) "The Role and Impact of Industry 4.0 and the Internet of Things on the Business Strategy of the Value Chain—The Case of Hungary." **Sustainability**, 10(10), 3491.
- Nakamura, K., Kaihatsu, S., Yagi, T. (2018) "Productivity Improvement and Economic Growth" **Bank of Japan Working Paper Series**, pp.1-46.

- Nelson, R. (1993) “National innovation systems: a comparative analysis”. New York: **Oxford University Press**
- Nikulin, D. (2015) “Relationship between wages, labour productivity and unemployment rate in new EU member countries.”, Vol. 8, No 1, pp. 31-40.
- Nuaimi, E. A., Neyadi, H. A., Mohamed, N., & Al-Jaroodi, J. (2015) “Applications of big data to smart cities.”, **Journal of Internet Services and Applications**, 6(1), 25
- Nuroğlu, E. ve Nuroğlu, H. (2018) “Türkiye ve Almanya’ nın Sanayide Digital Dönüşümü: Yol Haritaları ve Şirketlerin Karşılaştırılması.”, **Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi** , c. 23, s.1537-1560
- Oppon, C. E., Hackney, P., Shyha, I. (2018) “Advances in Additive Manufacturing Processes in Achieving Productivity.”, **African Journal of Applied Research (AJAR)**, 4(2), 227–241.
- Oral, O. ve Çakır, M. (2017) “Nesnelerin İnterneti Kavramı ve Örnek Bir Prototipin Oluşturulması.”, **Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi Özel Sayısı**, c.1, s.172-177
- Oulton, N. (2002) “ICT and productivity growth in the United Kingdom.”, **Oxford Review of Economic Policy**, 18(3), 363–379.
- Oyeranti, G.A. (2000) “**Concept and Measurement of Productivity**”, University of Ibadan
- Öcal, F , Altıntaş, K . “Dördüncü Sanayi Devriminin Emek Piyasaları Üzerindeki Olası Etkilerinin İncelenmesi ve Çözüm Önerileri.”, **OPUS Uluslararası**

- (2018) **Toplum Araştırmaları Dergisi** , 8 (15) , 2066-2092 .
- Öğünç, H. ve Doğru, E., (2017) “Kaizen Felsefesi ile Toplam Kalite Yönetiminin Verimlilik ve Maliyet Üzerindeki Etkisi.”, **Alanya Akademik Bakış** , 1 (1) , 1-13.
- Örücü, E., Kanbur, A. (2008) “Örgütsel-Yönetimsel Motivasyon Faktörlerinin Çalışanların Performans ve Verimliliğine Etkilerini İncelemeye Yönelik Ampirik Bir Çalışma: Hizmet ve Endüstri İşletmesi Örneği.”, **Yönetim ve Ekonomi Dergisi**, c.15/1, s.85-97.
- Özçakar, N. (2010) “Bir kamu kuruluşundaki toplam kalite yönetimi uygulamalarının değerlendirilmesi.”, **İstanbul Üniversitesi İşletme Fakültesi Dergisi**, c.:39/1, s.106-124
- Özkul, G. ve Örün, E. (2016) “Girişimcilik ve İnovasyonun Ekonomik Büyüme Üzerindeki Etkisi: Ampirik Bir Araştırma.”, **Girişimcilik ve İnovasyon Yönetimi Dergisi**, c.5/2, s.17-51.
- Özsungur, F , Öztop, H. (2019) “Kurumlarda Faaliyet Alanlarının Aydınlatılması ve Çalışanlar Üzerindeki Etkisi.” **Verimlilik Dergisi** , (2) , 185-204.
- Öztürk, A.T., (2010) “İnsan Kaynakları Yönetiminde Performansa Dayalı Ücret ve Teşvik Sistemi.”, **Organizasyon ve Yönetim Bilimleri Dergisi**, c.2/2, s.1-10.
- Pamuk, N , Soysal, M. (2018) “Yeni Sanayi Devrimi Endüstri 4.0 Üzerine Bir İnceleme.”, **Verimlilik Dergisi** , (1) , 41-66 .
- Park, T.-Y., & Shaw, J. D. (2013) “Turnover rates and organizational performance: a meta-analysis.” **Journal of Applied Psychology**, 98(2), 268–309.
- Parlak, Z., Özdemir, S. (2011) “Esneklik Kavramı ve Emek Piyasalarında Esneklik” **Sosyal Siyaset Konferansları**, v.60/1, s. 1–60.
- Pehlivan, İ. (1979) “Hizmet İçi Eğitim-Verimlilik İlişkisi.”, DOI:[10.1501/Egifak_0000000627](https://doi.org/10.1501/Egifak_0000000627)

- Pérez-Lara, M., Saucedo-Martínez, J. A., Marmolejo-Saucedo, J. A., Salais-Fierro, T. E., Vasant, P. (2018) "Vertical and Horizontal Integration Systems in Industry 4.0.", **Wireless Networks Paper**, 99–109.
- Perović J.M. & Krivokapić Z. (2006). "Sistem menadžmenta kvalitetom hotela. Kotor: Fakultet za turizam i hotelijerstvo Kotor – Mašinski fakultet.", Centar za kvalitet Podgorica."
- Pfeiffer, S. (2016). "Robots, Industry 4.0 and Humans, or Why Assembly Work Is More than Routine Work.", **Societies**, 6(2), 16.
- Pocero, L., Amaxilatis, D., Mylonas, G., & Chatzigiannakis, I. (2017). "Open source IoT meter devices for smart and energy-efficient school buildings.", **HardwareX**, 1, 54–67.
- Polak-Sopinska, A., Wisniewski, Z., Walaszczyk, A., Maczewska, A., & Sopinski, P. (2019) "Impact of Industry 4.0 on Occupational Health and Safety.", **International Conference on Applied Human Factors and Ergonomics**, 40–52.
- Potočan, V. (2006) "Business Operations Between Efficiency and Effectiveness." **Journal of Information and Organizational Sciences**, 30(2), 251–262.
- Qi, Q., Tao, F., Zuo, Y., & Zhao, D. (2018) "Digital Twin Service towards Smart Manufacturing.", **Procedia CIRP**, 72, 237–242.
- Qin, J., Liu, Y., & Beyond." "A Categorical Framework of Manufacturing for Industry 4.0 and Beyond.", **Procedia CIRP**, 52, 173–178.

Grosvenor, R. (2016)

Quah, D. (2002) “Technology dissemination and economic growth: some lessons for the new economy.” **LSE Research Online Documents on Economics**, 95–156.

Ragan, J.F. (1976) “Measuring Capacity Utilization in Manufacturing”, FRBNY Quarterly Review/Winter, pp.12-20.

Reischauer, G. (2018) Industry 4.0 as policy-driven discourse to institutionalize innovation systems in manufacturing. **Technological Forecasting and Social Change**, 132, 26–33.

Rifkin, J. (2015) “**Nesnelerin İnterneti ve İşbirliği Çağı.**”, Çev. Levent Göktem, İstanbul: Optimist Yayıncılık.

Robla-Gomez, S., Becerra, V. M., Llata, J. R., Gonzalez-Sarabia, E., Torre-Ferrero, C., & Perez-Oria, J. (2017) “Working Together: A Review on Safe Human-Robot Collaboration in Industrial Environments.”, **IEEE Access**, 5, 26754–26773.

Rocha, I. L. (2018) “Manufacturing as driver of economic growth.” **PSL Quarterly Review**, 71(285), 103–138.

Rodríguez-Ruiz, Ó. (2014) “The history of human resource management in Spain: An autocratic legacy beyond the waves of rational and normative control.” **Management & Organizational History**, 9(3), 256–271.

Romero, D., Larsson, L., Rönnbäck, A. Ö., & Stahre, J. (2017) “Strategizing for Production Innovation.” **The Path to Intelligent, Collaborative and Sustainable Manufacturing** (pp. 3–12).

Rossiter, J. (1998) “Toplam Quality Management: Mastering Your Small Business.” **CIB Publishing**.

Ruffo, M., Hague, R. J. M. (2007) “Cost estimation for rapid manufacturing ’ simultaneous production of mixed components using laser sintering: *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers.*”, **Part B: Journal of**

- Rüßmann, M., Markus L., Philipp, G., Manuela W., Jan J., Pascal E., Harnisch, M. (2015) “Industry 4.0: The Future of Productivity and Growth in Manufacturing Industries.” **Boston Consulting Group Paper**.
- Saldamlı, A. (2008) “İnsan Kaynakları Yönetiminde Bilişim Teknolojisinin Kullanımına Yönelik Bir Araştırma: Tekirdağ Örneği” **İstanbul Ticaret Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi**, c.7., s.239-263.
- Sanlı Ateş (1998) “Yeni İçsel Büyüme Teorileri ve Türkiye Ekonomisinin Büyüme Dinamiklerinin Analizi” Çukurova Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Adana.
- Schuler, R. S. (2000) “The Internationalization of Human Resource Management.” **Journal of International Management**, (6), 239-260.
- Schultz T. (1973) “Investment in Human Capital. The Role of Education and of Research”. New York, The Free Press, London, Collier-Macmillan Limited, 1971, XII p. 36- 272 p.,**Louvain Economic Review**, 39(2), 295- 295.
- Schumpeter, J.A. (2012) “The Theory of Economic Development with a New Introduction” by John E. Elliott.,**Harvard University Press**.
- Shrouf, F., Ordieres, J., Miragliotta, G. (2014) “Smart factories in Industry 4.0: A review of the concept and of energy management approached in production based on the Internet of Things paradigm.”, In **2014 IEEE International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management** (pp. 697–701).
- Sofuoğlu, E., Kızılkaya, O. (2018) “İş Gücü Verimliliği ve Doğrudan Yabancı Yatırımlar Arasındaki İlişki: Türkiye Ekonomisi İçin Ampirik Bir Analiz.” **Economics, Finance and Politics**, c.13/22 s. 505-518.

- Solow, R.M.(1970) **“Growth Theory: An Exposition.”**
- Sowmya, Deepika, Naren,J.,(2014) S.K., P., “Layers of Cloud – IaaS, PaaS and SaaS: A Survey” International Journal of Computer Science and Information Technologies, Vol. 5 (3), pp. 4477-4480.
- Soylu, A. (2018) "Endüstri 4.0 ve Girişimcilikte Yeni Yaklaşımlar", **Pamukkale Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi**, sayı 32, Denizli, s.43-57.
- Stock, T., Seliger, G. (2016) “Opportunities of Sustainable Manufacturing in Industry 4.0.”, *Procedia CIRP*, 40, 536–541.
- Sungur O., Aydın, H.İ., Eren, M.V. (2016) Sungur O., Aydın, H.İ., Eren, M.V., “Türkiye’de Ar-Ge, İnovasyon, İhracat ve Ekonomik Büyüme Arasındaki İlişkisi: Asimetrik Nedensellik Analizi”, **Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi**, c.21/1, s.173-192.
- Swan, M. (2017) “Is Technological Unemployment Real? An Assessment and a Plea for Abundance Economics”, 19–33.
- Szirmai, A., Verspagen, B. (2015) “Manufacturing and economic growth in developing countries, 1950–2005.” **Structural Change and Economic Dynamics**, 34(69), 46–59.
- Taha, E., Tokur, İ., ve Akar, H. (2017) “Endüstri 4.0 ve Geleceğin Lojistiği”, **Lojistik Sektör Raporu**, MUSIAD (Müstakil Sanayici ve İşadamları Derneği), İstanbul.
- Talas, C. (1952) “Verimliliğin Arttırılmasında Psikolojik Faktörlerin Rolü.” **Ankara Üniversitesi SBF Dergisi** , 7 (01).
- TODAİE Türkiye ve Orta Doğu Amme İdaresi Enstitüsü, TODAİE Yayınları, Yayın No: 283, Ankara, 1998.
- Topaloğlu, Ş., Tunçel, G., (2011) “Bir Elektronik Firmasında Paralel İstasyon ve Atama Kısıtlı Montaj Hattı Dengeleme Çalışması.”, **Endüstri Mühendisliği Yazılımları ve Uygulamaları Kongresi Bildiri Kitabı**, ss.109-118.

- Tunalı, H., Erbelet, E. (2017) “Ekonomik Büyüme ve Sanayileşme İlişkisinde Kaldor Yasasının Türkiye’ deki Geçerliliğinin Analizi.” **Kırklareli Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi**, 6 (1) , 1-15.
- Tutkavul, K . (2019) “Malmquist Toplam Faktör Verimlilik Endeksi Kullanarak Etkinlik ve Verimlilik Ölçümü: Borsa İstanbul Sınai Endeksi’nde Bir Uygulama.”, **Verimlilik Dergisi**, (2), 49-93.
- TÜSİAD (2016) “**Türkiye’nin Küresel Rekabetçiliği İçin Bir Gerekliklik Olarak Sanayi 4.0 Gelişmekte Olan Ekonomi Perspektifi.**” İstanbul: Sis Matbaacılık.
- Ulusal Siber Güvenlik Stratejisi 2013-2014 Eylem Planı **T.C. Resmi Gazete**, 28683, 20 Haziran 2013
- Ungan, C.M., (2011) “En İyi Tedarik Zinciri Uygulamaları ve Bir Saha Çalışması.”, **Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi**, c.16, c.2, s.307-322.
- Ünlü, F., Atık, H. (2018) “Türkiye’ de ki İşletmelerin Endüstri 4.0’a Geçiş Performansı: AB İle Karşılaştırmalı Ampirik Analiz.”, **Ankara Avrupa Çalışmaları Dergisi** Cilt:17, No: 2, s. 431-463.
- Ünsar, A.S., İnan, A., Yürük, P. (2010) “Çalışma Hayatında Motivasyon ve Kişiyi Motive Eden Faktörler: Bir Alan Araştırması.”, **Trakya Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi**, c.12/1, s.248-262.
- Vergil, H , Abasız, T. (2008) “Toplam Faktör Verimliliği, Hesaplanması ve Büyüme İlişkisi: Collins Bosworth Varyans Ayrıştırması.”, **Kocaeli Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi** , (16) , 160-188.
- Wang, C. (2015) “Intelligent Manufacturing — Chinese Industry 4.0.” *2015 54th Annual Conference of the Society of Instrument and Control Engineers of Japan (SICE)*, pp. 997–1002.

- Wang, S., Wan, J., Zhang, D., Li, D., & Zhang, C. (2016) "Towards smart factory for industry 4.0. *Computer Networks.*", 101(101), 158–168.
- Westen D, Bontoux T. (2009) "The London Centre for Nanotechnology." *Nanomedicine.* 4(8):869-73.
- Yassin A, Ali S, Ali A A and Adan A A (2013) "Working Conditions And Employees' Productivity In Manufacturing Companies In Sub-Saharan African Context: Case Of Somalia" *International Journal of Educational Research*, 2(2):67-78.
- Yeşil, A. (2018) "Örgütlerde Değişimin Önemi ve Değişim Yönetimi Üzerine Kavramsal Bir Değerlendirme.", *Uluslararası Akademik Yönetim Bilimleri Dergisi*, c.4/5, s.307-323.
- Yıldırım, S. ve Kostakoğlu, F. (2014) "Bilgi Ekonomisinde Schumpeterci Yaratıcı-Yıkım Çerçevesinde İstihdamın İncelenmesi: Türkiye' de Ulaşım ve Haberleşme Sektörüne Yönelik VAR Analizi", *Bilgi Ekonomisi ve Yönetimi Dergisi*, c.9/1, s.91-99.
- Yıldız, A. (2018) "Endüstri 4.0 ve Akıllı Fabrikalar.", *Sakarya University Journal of Science*, 22.2:546-556.
- Yıldız, G. (2018) "Teknolojik İnovasyonun Ekonomik Büyüme Üzerindeki Etkisi: Türkiye-AB (15) Ülkeleri Örneği.", *Uluslararası İktisadi ve İdari İncelemeler Dergisi*, Prof. Dr. Harun Terzi Özel Sayısı, s.41-58.
- Yılmaz, Z , Danışoğlu, F . (2017) "Ekonomik Kalkınmada Beşeri Sermayenin Rolü ve Türkiye' de Beşeri Kalkınmanın Görünümü Olarak İnsani Gelişim Endeksi." *Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, (51) , 117-147 .
- Yiğitbaşı, Z. (2011) "Nesnelerin İnterneti ve Makineden Makineye Kavramları İçin Kilit Öncül- IPv6" *Ulusal IPv6 Konferansı*, ss. 103-107.
- Yin, S., Kaynak, O., (2015) "Big Data for Modern Industry: Challenges and Trends.", *Proceedings of the IEEE*, Cilt: 103, Sayı: 2, s. 143-146.
- Yuvaraj, H. (2019) "Industry 4.0: Leveraging for Efficiency, Adaptability, Productivity." *The Management Accountant Journal*, 54(6), 53.

Yükçü, S. ve Atağan, G., (2009) “Etkinlik, Etkililik ve Verimlilik Kavramlarının Yarattığı Karışıklık”, **Atatürk Üniversitesi İİBF Dergisi**, 23 (4), 1-13.

Zaim, S. (1997) “**Çalışma Ekonomisi**”, İstanbul: Filiz Kitap Evi, s.299

Zhang, J., Qu, X., & Sangaiah, A. K. (2018) “A Study of Green Development Mode and Toplam Factor Productivity of the Food Industry Based on the Industrial Internet of Things.”, **IEEE Communications Magazine**, 56(5), 72–78.

Zhang, X., Peek, W. A., Pikas, B., & Lee, T. (2016). “The Transformation and Upgrading of the Chinese Manufacturing Industry: Based on ‘German Industry 4.0’.”, **The Journal of Applied Business and Economics**, 18(5), 97–105.

6331 İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu sayı:28339, cilt:52, Kabul Tarihi: 20.06.2012

İNTERNET KAYNAKLARI

- 2016-2019 Ulusal Siber Güvenlik Stratejisi T.C Ulaştırma, Denizcilik ve Haberleşme Bakanlığı, Ankara (Çevrimiçi): <https://www.uab.gov.tr/uploads/pages/siber-guvenlik/2016-2019guvenlik.pdf> ,20 Ekim 2018
- Bilgi ve İletişim Kurulu (2013) “Bulut Bilişim” (Çevrimiçi) <https://www.btk.gov.tr/uploads/pages/slug/bulut-bilisim.pdf> , 12Nisan 2019.
- Çoban, Ahmet vd., (2018) ““Türkiye Verimlilik Gelişim Haritası” (Çevrimiçi) <https://vgm.sanayi.gov.tr/Handlers/DokumanGetHandler.ashx?doku-manId=3f94785c-fa9b-4ba3-aab7-c2cdc857090f>
- Deloitte (2019) “Robotlar Aramızda” (Çevrimiçi), <https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/tr/Documents/the-deloitte-times/robotlar-aramizda.pdf> ,28 Eylül2019
- Greenacre, P. (2012) “Innovation Theory: A Review of the Literature.” (Çevrimiçi) [https://www.imperial.ac.uk/media/imperial-college/research-centres-and-groups/icept/Innovation-review---ICEPT-working-paper-version-\(16.05.12\).pdf](https://www.imperial.ac.uk/media/imperial-college/research-centres-and-groups/icept/Innovation-review---ICEPT-working-paper-version-(16.05.12).pdf),25 Haziran 2019
- IFR- International Federation of Robotics (2017) The Impact of Robots on Productivity,Employment and Jobs” ,(Çevrimiçi) https://ifr.org/img/office/IFR_The_Impact_of_Robots_on_Employment.pdf , 13 Temmuz.2019
- IFR- International Federation of Robotics (2017) (Çevrimiçi) <https://ifr.org/ifr-press-releases/news/world-robotics-report-2017> , 13 Temmuz.2019
- İstanbul Sanayi Odası (2018) “Sanayi Şirketlerinde Ar-Ge Faaliyetleri ve Performansa Etkileri-III”, (Çevrimiçi) http://www.iso.org.tr/sites/1/upload/files/Tematik_Rapor-III-Web-8863.pdf , 12 Ekim 2019
- Mckinsey Global Institute (2017) “Jobs Lost, Jobs Gained: Workforce Transitions In a Time of Automation” (Çevrimiçi) <https://www.mckinsey.com/featured-insights/future-of-work/jobs-lost-jobs-gained-what-the-future-of-work-will-mean-for-jobs-skills-and-wages> , 11 Nisan 2019.
- Microsoft (2018) “Getting Started With Industrial Digital Transformation” (Çevrimiçi) https://library.e.abb.com/public/307a58deaa6a4a458e448259e7f34b69/Guide%20for%20Starting%20Industrial_190614_pages.pdf ,17 Haziran 2019

- Ötleş, S., Sakallı, A., “Yazılım Tabanlı Bulut Sistemi ile Endüstri 4.0” (Çevrimiçi) <https://egeplm.ege.edu.tr/files/egeplm/icerik/20170918/BulutPlastikAmbalajDergisi.pdf>, 26 Eylül 2019.
- Özkıran, A. ve “Otomotiv Sektöründe Bir İşletmede Montaj Hattının Analizi ve Dengeleme Çalışması”, Yayınlanmamış Lisans Bitirme Projesi, (Çevrimiçi) http://www1.mmo.org.tr/resimler/dosya_ekler/f8bf21a8702e135_ek.pdf http://www1.mmo.org.tr/resimler/dosya_ekler/f8bf21a8702e135_ek.pdf
- The Digital Economy and Society Index (2019) (Çevrimiçi) <https://digital-agenda-data.eu/>, 25 Haziran 2019
- Tüsiad ve Bcg (2016) “Türkiye'nin Küresel Rekabetçiliği için Bir Gerekliklik Olarak Sanayi 4.0”, TÜSİAD Yayınları, (Çevrimiçi) <https://tusiad.org/tr/yayinlar/raporlar/item/8671-turkiyenin-sanayi-40-donusumu>, 8 Ekim 2019
- WEF (2016) Workforce Strategy for the Fourth Industrial Revolution; World Economic Forum: Davos, Switzerland, (Çevrimiçi) http://www3.weforum.org/docs/WEF_Future_of_Jobs.pdf, 18 Eylül 2019.
- TÜİK (2018) “Dış Ticaret İstatistikleri”, (Çevrimiçi) http://www.osd.org.tr/sites/1/upload/files/Haber_Bulteni-4350.pdf, 16 Temmuz 2019.
- Türkiye Cumhuriyeti Merkez Bankası (2019) “İmalat Sanayi Kapasite Kullanım Oranı” (Çevrimiçi) <https://www.tcmb.gov.tr/wps/wcm/connect/9c32cdb1-30ba-467b-9cf5-30b05fca38a7/KKO-Rapor-Int.pdf?MOD=AJPERES&CACHEID=ROOTWORKSPACE-9c32cdb1-30ba-467b-9cf5-30b05fca38a7-mU1JMGQ>, 18 Eylül 2019.
- TOBB. (2016) “Akıllı Fabrikalar Geliyor”, (Çevrimiçi) http://haber.tobb.org.tr/ekonomikforum/2016/259/016_027.pdf, 16 Ekim 2019.
- (Çevrimiçi) http://www.meganova.com.tr/?page_id=24635, 8 Ağustos 2019
- (Çevrimiçi) <https://anahtar.sanayi.gov.tr/tr/news/dijital-donusum-surecinde-endustride-artirilmis-gerceklik-sanal-gerceklik-ar-vr->

[uygulamalari/9649](#), 25 Ekim 2019

(Çevrimiçi) <https://immigrationlab.org/project/harnessing-big-data-to-improve-refugee-resettlement/>, 17 Ağustos 2019

(Çevrimiçi) <https://www.endustri40.com/7-adet-dijital-donusum-merkezi-aciliyor/>, 18 Eylül 2019.

(Çevrimiçi) <https://sgm.sanayi.gov.tr/Handlers/DokumanGetHandler.ashx?dokumanId=3f94785c-fa9b-4ba3-aab7-c2cdc857090f>, 10 Ekim 2019

(Çevrimiçi) <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/HTML/?uri=CELEX:32016R0679&from=EN> , 18 Eylül 2019.

(Çevrimiçi) <https://www.din.de/blob/65354/57218767bd6da1927b181b9f2a0d5b39/roadmap-i4-0-e-data.pdf> , 18 Eylül 2019.

EKLER

EK – 1: Anket Tarama Formu

Sayın Yetkili,

Bu anket, İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Çalışma Ekonomisi ve Endüstri İlişkileri Anabilim Dalı'nda yürütülen yüksek lisans tez çalışması için hazırlanmıştır. Araştırmanın temel amacı Sakarya ve Kocaeli illerinde imalat sanayisinde kayıtlı işyerlerinin mevcut verimlilik göstergelerini tanımlamak ve dahil olduğunuz işgücü piyasasının geleceğe yönelik durumunu tahmin ederek öneriler geliştirmektir.

Çalışmadan elde edilen veriler bilimsel yorumlama sağlanması için istatistiki amaçlı toplanıyor olup üçüncü kişi ve kurumlar ile kesinlikle paylaşılmayacaktır. Toplanan verilerin, analiz aşamasında 'anonim' olarak girilmesi sağlanarak verdiğiniz yanıtların analiz sürecinde işletmenizin ismi ile ilişkilendirilmemesi sağlanacaktır. Görüşme sonunda elde edilen verilerin GAB, TÜAD ve ESOMAR kalite standartları doğrultusunda işlenmesi ve saklanması sağlanacaktır.

Değerli vaktinizi ayırıp araştırmamıza katıldığınız için teşekkür ederim.

Ezgi ÜNAL

İstanbul Üniversitesi Çalışma Ekonomisi ve Endüstri İlişkileri Anabilim Dalı

Yüksek Lisans Öğrencisi

I. Şehir
1. Sakarya
2. Kocaeli
II. Firma Adı:.....
III. Firmanızın Ana Faaliyet Konusu Nedir? (NACE Kaydı):
1. Motorlu kara taşıtları imalatı (Anketör Dikkat: Otomotiv ve yan sanayisi dahil)
2. Gıda ürünleri imalatı
3. Tekstil ürünleri imalatı
4. Elektronik, elektronik ve elektromekanik ürün grubu imalatı
5. Makine ve ekipmanların kurulum ve onarımı
6. Kimyevi ürünlerin ve kimyasalların imalatı
7. Diğer (Lütfen Belirtin:.....)
IV. Firma Ölçeğiniz aşağıdakilerden hangisine girmektedir?
1. Küçük Boy İşletme (1 - 9 Çalışan)
2. Orta Ölçekli İşletme (10 - 49 Çalışan)
3. Büyük Boy İşletme (50 - 250 Çalışan)
4. Mega Ölçekli İşletme (250 ve üzeri Çalışan)
V. Firmadaki görev tanımınız nedir?
1. İnsan Kaynakları Yöneticisi
2. Ar-Ge Yöneticisi
3. Üretim Yöneticisi
4. Mali İşler (Muhasebe&Finans Yöneticisi)
5. Firma Sahibi & Ortağı
6. Diğer (Lütfen Belirtin:.....)
VI. Bu işyerinde toplam çalışma süreniz ne kadardır?
1. 1 Yıldan az (Script Komutu: Anketi Bitir)
2. 1-3 Yıl
3. 3-5 Yıl
4. 5-10 Yıl
5. 10 Yıl ve üzeri
VII. İşletmenizin Endüstri 4.0 ile ilgili mevcut durumu aşağıdakilerden hangisidir?
1. Endüstri 4.0 için hazırlık aşamasındayız
2. Endüstri 4.0'a kısmen geçtik
3. Endüstri 4.0'a tamamen geçtik
4. Endüstri 4.0'a geçmeyi düşünmüyoruz
5. Fikrim Yok
VIII. İşletmeniz için hazırlanmış bir "Dijital Dönüşüm Yol Haritası" ya da "Stratejik Eylem Planınız" var mı?
1. Evet
2. Hayır yok
3. Plan hazırlık aşamasındayız
4. Fikrim yok
IX. İşletmenizin endüstri 4.0/dijital dönüşüm konusunda ihtiyaç duyduğu ve yetersizlik çektiği öncelikli ihtiyaçlar hangisi/hangileridir? (Script Komutu: Max.3 seçenek işaretlenebilir)
1. Yönetim ve Organizasyon yetersizliği
2. Girişimin mali kaynak yapısının yetersizliği
3. Bölge de araştırma ve geliştirme faaliyetlerini destekleyecek altyapı/çalışma ortamı eksikliği
4. Dış finansman kaynakları yetersizliği (Kosgeb, Kalkınma Ajansı, Tübitak vb.)
5. Personel niteliklerinin eksikliği ile yetkin insan kaynağı ihtiyacı
6. Dijital okur yazarlık ve teknik bilgi yetersizliği

X. Lütfen belirttiğiniz sorunları önem sırasına göre sıralandırınız.

(Script Komutu: Seçilen ifadeleri ekrana getir ve en önemli sebebe, daha az önemli sebebe “3” olacak şekilde sıralamayı yap)

**XI. Şimdi de sizlere işletmenizin çalışan profiline yönelik sorularım olacak. (Anketör Dikkat: Parantez içi ifadelerin okunmasını sağla)
İşletmenizde Çalışan:**

	Kadın	Erkek	TOPLAM
1. Gold Yaka (Teknolojiyi çok iyi kullanabilen üst düzey beyaz yaka grubu olarak tanımlanabilecek sınıf –CFO; CIO vb.-Mevcut olan yüksek teknoloji ürün, iletişim olanakları ve teknolojiyle çalışan her türlü araçları kullanabilmektedirler.)			
2. Mavi Yaka (Daha çok üretim sürecinin içinde ya da temizlik,güvenlik vb. gibi vasıflı veya vasıfsız beden gücüne dayalı işlerde çalışan personeldir)			
3. Beyaz Yaka (Daha çok idari ve masabaşı işlerde çalışan; beden gücüne oranla zihin gücüne dayalı işlerde bulunan personeldir)			
4. Yeşil Yaka (Çevresel sürdürülebilirlik, enerji verimliliği, çevre dostu ürün ve hizmet sunumu konusunda çeşitli süreçlerde çalışmak üzere özelleşmiş personel)			

XII. İşletmenizde “taşeron” (alt işveren) işçi olarak çalışan personel var mı?

1. Hayır
2. Evet (Lütfen Sayı Belirtin:.....)

XIII. İşletmenizde “dijital dönüşüm” alanında özelleşmiş bir personel var mı?

1. Hayır
2. Evet (Lütfen Sayı Belirtin:.....)

XIV. İşletmenizde yakın gelecekte “dijital dönüşüm” alanında özelleşmiş bir personel istihdam etmeyi planlıyor musunuz?

1. Evet
2. Hayır

XV. (Script Komutu: XIV’ de “1” yanıtını verenlere sor, şıkları her denek için random sırala) Dijital dönüşüm alanında istihdam edeceğiniz personelden okuyacağım yetkinliklerden hangilerini öncelikle bekliyorsunuz (Anketör Dikkat: Max. 3 seçenek işaretlenebilir, tüm şıkları belirt ve işaretlemeyi tamamla)

1. Dijital okuryazarlık (Dijitalleşme kavramlarına ve ihtiyaçlara hakimiyet)
2. C#, Javascript vb. yazılım kodlama ve programlama dillerine hakimiyet
3. Proje yönetim metodolojisi (Agile, Scrum vb.)
4. Üretim yönetim sistemleri (Kanban, 6-Sigma, Yalın vb.)
5. 3 Boyutlu düşünebilme, nesne tabanlı algoritma geliştirebilme yetenekleri
6. Büyük veri (Big Data) kontrol becerisi
7. Mühendislik bölümleri mezunu olma (Endüstri mühendisliği, bilgisayar mühendisliği vb.)
8. Yeni teknolojiler konusunda bilgi sahibi olma (Nesnelerin interneti, Bulut bilişimi, yapay zeka ve makine öğrenmesi)
9. Yapay sinir ağları, derin öğrenme, destek vektör makineleri tekniklerine ve programlarına hakim (Python, R, Matlab, SPSS, SAS, Knime, Orange, Rapidminer vb.)
10. Diğer (Lütfen Belirtin:.....)

XVI. Yapay zeka kullanımı, Kodlama, Robotik teknolojiler vb. alanlarda gerekli yetkinlikler konusunda bilgi sahibi bir personeliniz var mı?

1. Hayır

2. Evet (Lütfen Sayı Belirtin:.....)						
XVII. İşletmenizde bilgi teknolojileri alanında özelleşmiş bir personel var mı?						
1. Hayır						
2. Evet (Lütfen Sayı Belirtin:.....)						
XVIII. İşletmenizde mühendis tanımına sahip personel var mı?						
1. Hayır						
2. Evet (Lütfen Sayı Belirtin:.....)						
XIX. İşletmenizde üretim hattında yer alan “mavi yaka” personel sayınız nedir?						
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Tanım</th> <th>Sayı Değeri</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1. Vasıflı İşçi (Meslek Lisesi Mezunu/ Teknik Eleman Statüsünde)</td> <td></td> </tr> <tr> <td>2. Vasıfsız İşçi</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	Tanım	Sayı Değeri	1. Vasıflı İşçi (Meslek Lisesi Mezunu/ Teknik Eleman Statüsünde)		2. Vasıfsız İşçi	
Tanım	Sayı Değeri					
1. Vasıflı İşçi (Meslek Lisesi Mezunu/ Teknik Eleman Statüsünde)						
2. Vasıfsız İşçi						
XX. Şimdi sizlere İnsan Kaynakları uygulamalarına yönelik sorular soracağım; İşletmenizde yeni bir teknoloji/ makine kullanımına geçildiğinde “İnsan-Makine-Bilgisayar” etkileşimine yönelik aşağıda yer alan hangi uygulamalar yapılıyor?						
1. Herhangi bir uygulama yapılmıyor						
2. İşbaşında eğitim veriliyor						
3. İlgili teknolojiyi daha önce kullanmış personeller istihdam ediliyor						
4. Dışarıdan eğitim desteği alıyoruz						
XXI. Üretimde yer alan personelinizin “günlük toplam çalışma saati nedir?”						
1. Lütfen Belirtiniz:.....						
XXII. Üretimde yer alan personelinizin “haftalık toplam çalışma gün sayısı nedir?”						
1. Lütfen Belirtiniz:.....						
XXIII. İşletmenizde vardiya sistemi ile çalışma var mı?						
1. Evet						
2. Hayır						
XXIV. (Script Komutu: XXIII’ de “1” yanıtını verenlere sor) İşletmenizde vardiya sistemi ile çalışma olduğunu belirttiniz, söz konusu vardiya sistemi aşağıdakilerden hangisidir?						
1. Çift vardiya sistemi						
2. Üç vardiya sistemi (gece çalışma)						
3. Diğer (Lütfen Belirtin:.....)						
XXV. (Script Komutu: Seçilen her bir ifade için bir sonraki soruda seçili ifadenin sayısal değerini sorgula) Son “2” yılda sayacağım değişikliklerden hangileri işletmenizde gerçekleşti?						
1. İşçi çıkardık (vasıfsız)						
2. İşçi çıkardık (vasıflı)						
3. Yeni işçi aldık (vasıflı)						
4. Yeni işçi aldık (vasıfsız)						
5. Mevcut işçileri başka bir alan kaydirdık						
XXVI. İşletmenizde aşağıda yer alan insan kaynakları uygulamalarının hangilerini “üretim hattı” personeli için düzenli olarak yapıyorsunuz?						
1. Yatay esneklik uygulaması (benzer düzeyde işlerin başka personellerce yapılabilmesi için departman içi görev ve yer değiştirme).						
2. Dikey esneklik uygulaması (üst görev ve yönetim uygulamaların öğrenilmesi ve personelin yetiştirilmesi için yapılan uygulamalar).						
3. Herhangi bir uygulama yapmıyoruz.						
XXVII. İşletmenizde aşağıda yer alan insan kaynakları uygulamalarının hangilerini “beyaz yaka” personeli için düzenli olarak yapıyorsunuz?						
1. Yatay esneklik uygulaması (benzer düzeyde işlerin başka personellerce yapılabilmesi için departman içi görev ve yer değiştirme).						

2. Dikey esneklik uygulaması (üst görev ve yönetim uygulamaların öğrenilmesi ve personelin yetiştirilmesi için yapılan uygulamalar).	
3. Herhangi bir uygulama yapmıyoruz.	
XXVIII. İşletmeniz başka bir işletme için fason üretim yapıyor mu?	
1. Evet	
2. Hayır	
XXIX. İşletmeniz için fason üretim yapan işyerleri var mı?	
1. Evet	
2. Hayır	
3. Fikrim Yok	
XXX. İhracat yapıyor musunuz?	
1. Evet	
2. Hayır	
XXXI. İhracat yaptığınız ürünlerin dahil olduğu grup hangisidir?	
1. İleri teknoloji	
2. Orta Ölçekli Teknoloji	
3. Düşük Teknoloji	
4. Hammadde ve/veya yarı işlenmiş mamul	
XXXII. Girişimizin geçtiğimiz yıl içerisinde (2018) kapasite kullanım oranı “tahminen” hangi aralıktadır?	
Anketör Dikkat! Tanımı Oku: Kapasite kullanım oranı: Girişimin belirli bir dönemde gerçekleştirdiği toplam üretim miktarının, fiziksel olarak üretebileceği maksimum üretim miktarına oranıdır. Örneğin: mevcut fiziksel olanaklarıyla haftada 200 birim üretim yapabilecek bir firma, haftada 120 birim üretim yaptıysa kapasite kullanım oranı 120/200 yani %60’tır.	
1. %0-25	
2. %25-50	
3. %51-75	
4. %75 üzeri	
XXXIII. (Script Komutu: Şıkların sıralamasını random olarak deneklere getir) İşletmemizde İş Sağlığı ve Güvenliği alanında sayacağım hangi uygulamaları “düzenli olarak” gerçekleştiriyorsunuz?	
1. OSGB (Ortak sağlık güvenlik) firma desteği alıyoruz	
2. Kendi İSG uzmanı ve İşyeri hekimimiz var	
3. İSG alanında özel bir yönetim sistemine sahibiz	
4. İSG teşvik uygulamaları (ödüllendirme, prim vb.)	
5. İşe girişte özel hazırlanmış İSG eğitimi	
6. Periyodik tekrarlanan İSG eğitimleri (6’aylık, Yıllık vb.)	
7. Makine ve teknik ekipmanların işgücü ile uyumunun ölçülmesi	
8. İşçilerden oluşan İSG Kurulu oluşturulması	
9. Diğer (Lütfen Belirtiniz.....)	
XXXIV. Şimdi de sizlere işgücü devir oranınızın hesaplanması amacıyla soru sormak istiyorum. İşletmemizde son iki yılın ortalama çalışan sayısı ise istifa edenler de dahil işten ayrılan personel sayınız nedir ?	
1. Ortalama Çalışan Sayımız:.....	
2. İşletmemizden Ayrılan Toplam Personel Sayısı (Anketör Dikkat!: İstifa+İşten Çıkarma dahil olduğunu hatırlat):.....	
XXXV. İşletmemizde üretim hattında yer alan “işgücü” ve “otomasyon” uygulamalarına yönelik mevcut yer alan tanımlara göre %100 olacak şekilde dağıttınız.	
Tanım	Toplam (%100)
1. İşletmemizde üretim “işgücüne dayalı” yapılıyor.	%
2. İşletmemizde üretim “makine gücüne dayalı” yapılıyor.	%
3. İşletmemizde üretim “otomasyon ve robotik	%

teknolojiler” odaklı yapıyor.	
XXXVI. Endüstri 4.0 dönüşümünün işletmenizde tam olarak gerçekleştiğini düşünürseniz eğer mevcut üretim girdi ağırlığının “tahmininizce” nasıl değişecek, lütfen belirtiniz.	
Tanım	Toplam (%100)
1. İşletmemizde üretim “işgücüne dayalı” yapılacak.	%
2. İşletmemizde üretim “makine gücüne dayalı” yapılacak.	%
3. İşletmemizde üretim “otomasyon ve robotik teknolojiler” odaklı yapılacak.	%
XXXVII. İşletmenizde Ar-Ge bölümü var mı?	
1. Evet	
2. Hayır	
XXXVIII. (Script Komut: XXXVII’ de “1” yanıtını verenlere için sor) Ar-Ge bölümü çalışan sayınız nedir ? (XXXVII’ de “2” yanıtını verenlere Arge-Amaçlı görev yapan en az bir çalışan olup olmadığını sorgula)	
1. Lütfen Belirtiniz:.....	
XXXIX. İşletmenize ait son “5” yıl içerisinde alınmış Patent ya da İyi uygulama örneği tescili var mı? (Anketör Dikkat!: Tescil başvuru aşamasında olduğu belirtilen sayı değerlerini de toplam değere dahil et)	
1. Hayır Yok	
2. Evet Var (Lütfen Sayı Belirtin:.....)	
XL. Sayacağım Endüstri 4.0 teknolojilerinden hangilerini halihazırda işletmenizde kullanıyorsunuz? (Script Komutu: Seçenekleri random olarak her bir denek için çoklu seçim olarak sırala)	
1. Bulut (Cloud)	
2. Siber Güvenlik	
3. Simülasyon	
4. Nano Teknoloji	
5. 3D Güvenlik	
6. Yatay/Dikey Yazılım Entegrasyonu	
7. Büyük Veri (Big Data)	
8. Akıllı Robotlar	
9. Nesnelerin İnterneti (IoT)	
10. Arttırılmış/Zenginleştirilmiş Gerçeklik	
11. Fikrim Yok	
12. Hiçbiri	
XLI. Endüstri 4.0 teknolojilerini sayacağım hangi alanlar için halihazırda kullanıyorsunuz? (Script Komutu: Seçenekleri random olarak her bir denek için çoklu seçim olarak sırala)	
1. Enerji Tasarrufu	
2. Sürdürülebilirlik	
3. Katma Değerli Ürün Üretimi (Yenilikçilik)	
4. Üretimde Esneklik Sağlama	
5. İş Kazalarını Azaltmak	
6. Maliyetleri Düşürmek	
7. Üretimde Verimliliği İzleme ve Hata Tespiti	
8. Yeni İş Modelleri Sağlamak	
9. Üretimde Artış Sağlamak	
10. Talep Tahmini ve Modelleme	
11. Diğer (Lütfen Belirtin:.....)	
XLII. İşletmenizde, Dijital Dönüşüm tam olarak gerçekleşmesi varsayımı hâlinde Endüstri 4.0 teknolojilerini hangi alanlarda kullanmayı düşünüyorsunuz?	

1. Enerji Tasarrufu
2. Sürdürülebilirlik
3. Katma Değerli Ürün Üretimi (Yenilikçilik)
4. Üretimde Esneklik Sağlama
5. İş Kazalarını Azaltmak
6. Maliyetleri Düşürmek
7. Üretimde Verimliliği İzleme ve Hata Tespiti
8. Yeni İş Modelleri Sağlamak
9. Üretimde Artış Sağlamak
10. Talep Tahmini ve Modelleme
11. Diğer (Lütfen Belirtin:.....)

XLIII. Araştırmamıza katıldığınız için teşekkür ederiz. Çalışmayla ilgili ya da konu hakkında görüş ve öneriniz varsa lütfen belirtiniz.

EK-2: Toplam Faktör Verimliliği Detaylı Analiz Sonuçları: BCC ve CCR Model

Toplam Etkinlik (CCR)	Teknik Etkinlik (BCC)	Toplam Etkinlik (CCR)	Teknik Etkinlik (BCC)
0,244157	0,477456	0,283317	0,55585
0,416667	0,620755	0,899654	0,899654
0,539316	0,539359	0,864897	0,924426
0,288288	0,379144	0,842077	0,933399
0,566194	0,867232	0,833333	0,833333
0,73273	0,864529	0,795732	0,941176
0,738211	0,828283	0,746875	0,86875
0,699358	0,772222	0,390625	0,539782
0,985262	0,991525	0,581263	0,769231
0,632262	0,632262	0,416667	0,461111
0,15704	0,626506	0,541554	0,673643
0,338112	0,659898	0,548684	0,579081
0,585937	0,663153	0,147178	0,195257
0,710876	0,757701	0,552324	0,564713
0,652367	0,685021	0,355945	0,355945
0,498894	0,645128	0,55429	0,710918
0,539256	0,669211	0,452071	0,465336
0,520833	0,539352	0,641667	0,659293
0,23945	0,899654	0,427778	0,461111
0,419809	0,828025	0,4424	0,683323

0,785421	1	0,727385	0,769796
0,668785	0,863299	0,443496	0,763742
0,744297	0,96337	0,614005	0,638548
0,330798	0,641975	0,953954	1
0,390625	0,528677	0,388889	0,526188
0,775076	1	0,340767	0,446099
0,345111	0,669007	0,663889	0,772222
0,567219	0,947368	0,641667	0,647222
0,713458	0,713458	0,671035	1
0,560781	0,738636	0,83427	0,83427
0,390504	0,780781	1	1
0,712301	0,712301	0,601562	0,606771
0,666667	1	0,781104	0,828283
0,633495	0,83871	1	1
0,79654	0,79654	0,236232	0,464138
0,201389	0,792683	0,5091	0,660576
0,174699	0,658228	0,833333	0,833333
0,75	0,75	0,625	0,647222
0,379913	0,724234	0,641667	0,647222
EK-2: Toplam Faktör Verimliliği Detaylı Analiz Sonuçları: BCC ve CCR Model Devamı			
0,857143	0,941176	0,254053	0,498336
0,792193	0,792857	0,22368	0,439983
0,90625	0,90625	0,326248	0,635739
0,67846	0,67846	0,257945	0,50579
0,632312	0,685185	0,437186	0,852459
0,570421	0,737397	0,468205	0,609024
0,744297	0,96337	0,549729	0,711538
0,475351	0,614498	0,679412	0,685294
0,624402	0,805513	0,459684	0,59825
0,674741	0,884058	0,366341	0,479494
0,25	0,888889	0,207307	0,825397
0,529085	0,579394	0,526798	0,682805
1	1	1	1
0,129377	0,255691	0,680423	0,715542
0,258416	0,981132	0,363846	0,706583
0,354807	0,687131	0,549729	0,711538
0,625	0,647222	0,56196	0,726832
0,76604	0,788164	0,641667	0,657048
0,400154	0,521818	0,42233	0,83871

0,548008	0,548008	0,356151	0,692121
0,997832	1	0,414429	0,540843
0,47612	0,681111	0,223626	0,295277
0,387509	0,769231	0,300978	0,58785
0,025	0,1	0,255338	0,500796
1	1	0,263324	0,516081
0,281643	0,550114	0,207121	0,273764
0,932883	0,932883	0,35868	0,696876
1	1	0,534226	0,692121
0,220978	0,856015	0,526798	0,682805
0,974542	0,985239	0,3349	0,652084
0,53125	0,6125	0,421342	0,549633
0,145295	0,5681	0,459684	0,59825
0,244847	0,287528	0,337135	0,656302
0,416667	0,461111	0,50235	0,652084
0,855556	1	0,663889	0,772222
0,658243	0,663731	0,379173	0,4959
0,252198	0,496057	0,386918	0,50579
0,625	0,647222	0,39091	0,510884
EK-2: Toplam Faktör Verimliliği Detaylı Analiz Sonuçları: BCC ve CCR Model Devamı			
0,090546	0,120549	0,641667	0,649614
1	1	0,643659	0,666123
0,474305	0,544444	0,641667	0,647222
0,501327	0,715833	0,78125	0,78125
0,965726	0,973684	0,625	0,647222
0,188049	0,365613	0,625	0,647222
0,56196	0,726832	0,855556	1
0,901812	0,901812	0,892237	1
0,437377	0,613346	0,253559	0,334183
0,667272	0,757889	0,472222	0,59
0,274049	0,536873	0,944413	1
1	1	0,878698	0,878698
0,091374	0,359346	0,695382	0,830964
0,9375	0,9375	0,838983	0,838983
0,549729	0,711538	0,64604	0,819315
0,977528	0,977528	0,235135	0,881356
0,556661	0,728291	0,418089	0,649477
0,151744	0,590909	0,940541	0,940541
0,628947	0,731579	0,333565	1

0,472222	0,544444	0,9375	0,9375
0,416667	0,606112	0,29729	0,29729
0,48125	0,51875	0,625	0,700053
0,663889	0,772222	0,632447	0,735664
0,559223	0,725982	0,45	0,461111
0,74124	0,74124	0,472222	0,544444
0,471429	0,781539	0,236111	0,275
0,472222	0,544444	0,667291	0,667291
0,920635	0,920635	0,625	0,67748
1	1	0,942212	1
0,468205	0,613026	0,100788	0,100788
0,470265	0,470265	0,838531	0,9
0,879993	1	1	1
0,77	0,776667	0,833333	0,833333
1	1	0,543651	0,543651
0,478668	0,624256	1	1
0,503796	0,651629	0,763282	0,833333
1	1	0,883929	0,883929
0,220087	0,856481	0,471429	0,781539
EK-2: Toplam Faktör Verimliliği Detaylı Analiz Sonuçları: BCC ve CCR Model Devamı			
0,038893	0,154865	0,608262	0,612819
0,519185	0,613346	0,703125	0,728125
0,641667	0,647222	0,855556	1
0,529407	0,529407	0,855556	1
0,77	0,776667	0,416667	0,461111
0,65401	0,658365	0,723207	1
0,40601	0,40601	0,782403	0,782403
0,472222	0,544444	0,483132	0,62787
0,226609	0,268499	0,21463	0,421978
1	1	0,839181	0,982773
0,45	0,461111	0,229598	0,229598
0,819069	0,825092	0,557972	0,568297
0,833333	0,833333	0,833333	0,833333
0,663889	0,772222	0,663889	0,772222
0,451467	0,58785	0,877468	0,9375
0,682594	0,851788	0,502935	0,502935
0,510945	0,665186	0,46875	0,587349
0,401936	0,401936	0,766331	0,766331
0,934748	1	0,883912	0,883912

0,623473	0,659826	0,77	0,776667
0,597405	0,771022	0,855556	1
0,698776	0,75	0,478591	0,825397
0,574748	0,752559	0,625	0,647222
0,9375	0,9375	0,643817	0,941176
0,625	0,698351	0,209489	0,811299
0,218593	0,852459	0,641667	0,647222

EK-3: Sektörel Verimlilik Dağılımı Tablosu

			VZA SONUC						Toplam
			I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	
Sektör	Gıda Ürünleri İmalatı	Count	3	6	9	1	3	1	23
		% within Sektör	13,0%	26,1%	39,1%	4,3%	13,0%	4,3%	100,0%
Tekstil		Count	2	5	4	4	3	1	19
		% within Sektör	10,5%	26,3%	21,1%	21,1%	15,8%	5,3%	100,0%
Ağaç		Count	0	1	0	0	0	0	1
		% within Sektör	0,0%	100,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	100,0%
Kağıt		Count	0	0	0	3	0	0	3
		% within Sektör	0,0%	0,0%	0,0%	100,0%	0,0%	0,0%	100,0%
Kimyasal		Count	0	4	4	3	5	1	17
		% within Sektör	0,0%	23,5%	23,5%	17,6%	29,4%	5,9%	100,0%
Temel Eczacılık Ürünleri		Count	0	0	0	1	0	0	1
		% within Sektör	0,0%	0,0%	0,0%	100,0%	0,0%	0,0%	100,0%
Kaucuk		Count	0	0	6	1	2	0	9
		% within Sektör	0,0%	0,0%	66,7%	11,1%	22,2%	0,0%	100,0%
Ana metal		Count	1	17	21	17	3	0	59
		% within Sektör	1,7%	28,8%	35,6%	28,8%	5,1%	0,0%	100,0%
Fabrikasyon metal		Count	0	3	0	2	0	0	5
		% within Sektör	0,0%	60,0%	0,0%	40,0%	0,0%	0,0%	100,0%

	% within Sektör	0,0%	60,0%	0,0%	40,0%	0,0%	0,0%	100,0%
Bilgisayarların, elektronik	Count	0	3	2	6	1	1	13
	% within Sektör	0,0%	23,1%	15,4%	46,2%	7,7%	7,7%	100,0%
Elektrikli teçhizat	Count	0	0	1	2	1	0	4
	% within Sektör	0,0%	0,0%	25,0%	50,0%	25,0%	0,0%	100,0%
Baska yerde siniflandirilmamis mak.	Count	0	0	0	1	0	0	1
	% within Sektör	0,0%	0,0%	0,0%	100,0%	0,0%	0,0%	100,0%
Motorlu kara tasiti	Count	3	9	21	17	13	6	69
	% within Sektör	4,3%	13,0%	30,4%	24,6%	18,8%	8,7%	100,0%
Diger imalat	Count	2	0	1	3	1	0	7
	% within Sektör	28,6%	0,0%	14,3%	42,9%	14,3%	0,0%	100,0%
Makine ve ekipman	Count	1	5	11	15	8	4	44
	% within Sektör	2,3%	11,4%	25,0%	34,1%	18,2%	9,1%	100,0%
Kanalizasyon ve atik yönetimi	Count	0	1	1	0	1	0	3
	% within Sektör	0,0%	33,3%	33,3%	0,0%	33,3%	0,0%	100,0%
Ikamet amaclı bina	Count	0	1	0	1	0	0	2
	% within Sektör	0,0%	50,0%	0,0%	50,0%	0,0%	0,0%	100,0%
Askeri savunma	Count	0	0	0	1	1	0	2
	% within Sektör	0,0%	0,0%	0,0%	50,0%	50,0%	0,0%	100,0%
Toplam	Count	12	55	81	78	42	14	282
	% within Sektör	4,3%	19,5%	28,7%	27,7%	14,9%	5,0%	100,0%

EK-3: Sektör Kırılımında İhracat İlişkisi

			İhracat Durumu					Toplam
			İhracat Yok	Hammadde	Düşük Teknoloji	Orta Teknoloji	Yüksek Teknoloji	
Sektör	Gıda Ürünleri İmalatı	Count	14	0	6	2	1	23
		Expected Count	10,1	,6	4,4	5,1	2,8	23,0
		% within Sektör	60,9%	0,0%	26,1%	8,7%	4,3%	100,0%
Tekstil		Count	9	1	4	3	2	19
		Expected Count	8,4	,5	3,6	4,2	2,3	19,0
		% within Sektör	47,4%	5,3%	21,1%	15,8%	10,5%	100,0%
Ağaç		Count	0	1	0	0	0	1
		Expected Count	,4	,0	,2	,2	,1	1,0
		% within Sektör	0,0%	100,0%	0,0%	0,0%	0,0%	100,0%
Kağıt		Count	0	0	0	3	0	3
		Expected Count	1,3	,1	,6	,7	,4	3,0
		% within Sektör	0,0%	0,0%	0,0%	100,0%	0,0%	100,0%
Kimyasal		Count	5	0	4	3	5	17
		Expected Count	7,5	,4	3,3	3,8	2,0	17,0

	% within Sektör	29,4%	0,0%	23,5%	17,6%	29,4%	100,0%
Temel Eczacılık Ürünleri	Count	0	0	0	1	0	1
	Expected Count	,4	,0	,2	,2	,1	1,0
	% within Sektör	0,0%	0,0%	0,0%	100,0%	0,0%	100,0%
Kaucuk	Count	1	0	5	2	1	9
	Expected Count	4,0	,2	1,7	2,0	1,1	9,0
	% within Sektör	11,1%	0,0%	55,6%	22,2%	11,1%	100,0%
Ana metal	Count	31	1	15	9	3	59
	Expected Count	25,9	1,5	11,3	13,2	7,1	59,0
	% within Sektör	52,5%	1,7%	25,4%	15,3%	5,1%	100,0%
Fabrikasyon metal	Count	3	0	0	2	0	5
	Expected Count	2,2	,1	1,0	1,1	,6	5,0
	% within Sektör	60,0%	0,0%	0,0%	40,0%	0,0%	100,0%
Bilgisayarların, elektronik	Count	7	0	1	4	1	13
	Expected Count	5,7	,3	2,5	2,9	1,6	13,0
	% within Sektör	53,8%	0,0%	7,7%	30,8%	7,7%	100,0%
Elektrikli techizat	Count	2	0	1	0	1	4
	Expected Count	1,8	,1	,8	,9	,5	4,0
	% within Sektör	50,0%	0,0%	25,0%	0,0%	25,0%	100,0%
Baska yerde siniflandirilmamis mak.	Count	0	0	0	1	0	1
	Expected Count	,4	,0	,2	,2	,1	1,0
	% within Sektör	0,0%	0,0%	0,0%	100,0%	0,0%	100,0%
Motorlu kara	Count	31	1	10	18	9	69

tasiti	Expected Count	30,3	1,7	13,2	15,4	8,3	69,0
	% within Sektör	44,9%	1,4%	14,5%	26,1%	13,0%	100,0%
Diger imalat	Count	4	0	0	2	1	7
	Expected Count	3,1	,2	1,3	1,6	,8	7,0
	% within Sektör	57,1%	0,0%	0,0%	28,6%	14,3%	100,0%
Makine ve ekipman	Count	14	3	7	11	9	44
	Expected Count	19,3	1,1	8,4	9,8	5,3	44,0
	% within Sektör	31,8%	6,8%	15,9%	25,0%	20,5%	100,0%
Kanalizasyon ve atik yönetimi	Count	2	0	1	0	0	3
	Expected Count	1,3	,1	,6	,7	,4	3,0
	% within Sektör	66,7%	0,0%	33,3%	0,0%	0,0%	100,0%
Ikamet amaclı bina	Count	1	0	0	1	0	2
	Expected Count	,9	,0	,4	,4	,2	2,0
	% within Sektör	50,0%	0,0%	0,0%	50,0%	0,0%	100,0%
Askeri savunma	Count	0	0	0	1	1	2
	Expected Count	,9	,0	,4	,4	,2	2,0
	% within Sektör	0,0%	0,0%	0,0%	50,0%	50,0%	100,0%
Toplam	Count	124	7	54	63	34	282
	Expected Count	124,0	7,0	54,0	63,0	34,0	282,0
	% within Sektör	44,0%	2,5%	19,1%	22,3%	12,1%	100,0%