



T.C.

BARTIN ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
İŞLETME ANABİLİM DALI

DOKTORA TEZİ

**ÜRETİM VE LOJİSTİKTE AKILLI DÖNÜŞÜM KAPSAMINDA
İŞLETMELERİN ENDÜSTRİ 4.0 OLGUNLUK DÜZEYLERİNİN
DEĞERLENDİRİLMESİ: TR81 BÖLGESİNDE BİR UYGULAMA**

İLKNUR ASAR

DANIŞMAN
PROF. DR. ŞABAN ESEN

BARTIN-2024



T.C.

**BARTIN ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
İŞLETME ANABİLİM DALI**

**ÜRETİM VE LOJİSTİKTE AKILLI DÖNÜŞÜM KAPSAMINDA İŞLETMELERİN
ENDÜSTRİ 4.0 OLGUNLUK DÜZEYLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ: TR81
BÖLGESİNDE BİR UYGULAMA**

DOKTORA TEZİ

İlknur ASAR

JÜRİ ÜYELERİ

Danışman : Prof. Dr. Şaban ESEN
Üye : Prof. Dr. Ahmet Ferda ÇAKMAK
Üye : Prof. Dr. Alper AYTEKİN
Üye : Doç. Dr. Yaşar AKÇA
Üye : Doç. Dr. Ozan BÜYÜKYILMAZ

BARTIN-2024

KABUL VE ONAY

İlknur ASAR tarafından hazırlanan “ÜRETİM VE LOJİSTİKTE AKILLI DÖNÜŞÜM KAPSAMINDA İŞLETMELERİN ENDÜSTRİ 4.0 OLGUNLUK DÜZEYLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ: TR81 BÖLGESİNDE BİR UYGULAMA” başlıklı bu çalışma, 28.06.2024 tarihinde yapılan savunma sınavı sonucunda oy birliği ile başarılı bulunarak jürimiz tarafından Doktora Tezi olarak kabul edilmiştir.

Başkan :

Üye :

Üye :

Üye :

Üye :

Bu tezin kabulü Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Yönetim Kurulu’nun/...../20... tarih ve 20...../.....-..... sayılı kararıyla onaylanmıştır.

Prof. Dr. Mustafa Sabri GÖK
Enstitü Müdürü

BEYANNAME

Bartın Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü tez yazım kılavuzuna göre Prof. Dr. Şaban ESEN danışmanlığında hazırlamış olduğum “ÜRETİM VE LOJİSTİKTE AKILLI DÖNÜŞÜM KAPSAMINDA İŞLETMELERİN ENDÜSTRİ 4.0 OLGUNLUK DÜZEYLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ: TR81 BÖLGESİNDE BİR UYGULAMA” başlıklı doktora tezimin bilimsel etik değerlere ve kurallara uygun, özgün bir çalışma olduğunu, aksinin tespit edilmesi halinde her türlü yasal yaptırımını kabul edeceğimi beyan ederim.

28.06.2024

İlknur ASAR

ÖN SÖZ

Tezimin ilk aşamasından itibaren bilgi ve deneyimlerini paylaşan, sabrını ve sevecenliğini hiçbir zaman kaybetmeyen, bilimin hümanist bir yaklaşımla da son derece başarılı bir şekilde yapılabileceğini gösteren, konu seçimimden başlayıp araştırmayı tamamlayana dek özgürce çalışma olanağı tanıyan değerli Hocam Prof. Dr. Şaban ESEN'e sonsuz teşekkürlerimi sunarım. Tez izleme aşamasında çalışmamın her adımının şekillenmesinde, özgünlüğünün artmasında büyük katkıları olan Prof. Dr. Ahmet Ferda ÇAKMAK ve Prof. Dr. Alper AYTEKİN Hocalarıma, tez savunmamda önerileriyle tezime katkı sağlayan Doç. Dr. Ozan BÜYÜKYILMAZ ve Doç. Dr. Yaşar AKÇA Hocalarıma teşekkürlerimi sunarım.

Tezimin istatistiksel kısmına özgün fikirleri ile katkı sağlayan Fatma Sönmez ÇAKIR Hocama çok teşekkür ederim. Anket ve mülakat uygulamasında büyük katkıları olan Bartın OSB Müdürü Oğuzhan KASAPOĞLU'na, Karabük OSB Müdürü Alper Tolga SAKA'ya, Zonguldak Ticaret ve Sanayi Odası Başkanı Metin DEMİR'e, Zonguldak Ereğli OSB Müdürü Övünç PEHLİVANOĞLU'na, Çaycuma OSB Müdürü Özgür OKUR'a, Alaplı OSB Müdürü Özkan DEMİR'e, Reymer Tekstil Genel Müdürü Çağrı PEKĐKER'e, çalışmama destek olan 125 işletmenin tüm yöneticilerine ve personeline çok teşekkür ederim. Güler yüzü ve sevecenliğiyle tez sürecimde bana destek olan, moral veren, değerli fikirleriyle katkı sağlayan Arş. Gör. Fatma AKGÜN'e sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Hayatımın her alanında olduğu gibi tez hazırlama sürecimde de yanımda olan, anket ve mülakat uygulamasında tüm işletmelere benimle gelip bana yardımcı olan, bilgi ve birikimleriyle destek olan, beni desteklemekten hiç vazgeçmeyen, hayatıma değer ve mutluluk katan, varlığıyla bana güç veren, sevgisiyle dünyamı aydınlatan sevgili eşim Cengiz ASAR'a en içten teşekkürlerimi sunarım. Hiçbir şekilde haklarını ödeyemeyeceğim, benim için sayısız fedakârlıklarda bulunan, eğitimimi daima destekleyen, her zaman arkamda dimdik duran aileme canım babam Ali İhsan KÜÇÜCÜKBAŞ'a, canım annem Güler KÜÇÜCÜKBAŞ'a, canım kardeşlerim Ahmet KÜÇÜCÜKBAŞ ve Uğur KÜÇÜCÜKBAŞ'a en içten teşekkürlerimi sunarım.

İlknur ASAR

ÖZET

Doktora Tezi

ÜRETİM VE LOJİSTİKTE AKILLI DÖNÜŞÜM KAPSAMINDA İŞLETMELERİN ENDÜSTRİ 4.0 OLGUNLUK DÜZEYLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ: TR81 BÖLGESİNDE BİR UYGULAMA

İlknur ASAR

Bartın Üniversitesi

Lisansüstü Eğitim Enstitüsü

İşletme Anabilim Dalı

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Şaban ESEN

Bartın-2024, sayfa: 288

Günümüzde işletmelerin rekabetçi konumlarını korumaları ve daha üst seviyelere çıkarabilmeleri için Endüstri 4.0'ın getirdiği yeni teknoloji ve uygulamaları takip etmeleri oldukça önemlidir. Bu çalışmanın amacı, TR81 Bölgesi'nde bulunan Çaycuma, Ereğli, Alaplı, Karabük ve Bartın Organize Sanayi Bölgelerinde (OSB) çeşitli sektörlerde faaliyet gösteren imalat işletmelerinin üretimde ve lojistikte akıllı dönüşüm hazırlıklarını tespit edebilmek; Endüstri 4.0'a uyum sürecinde mevcut durumlarını ve Endüstri 4.0 olgunluk düzeylerini ortaya koyabilmek ve Endüstri 4.0'a uyum sağlamaya ne kadar önem verdiklerini belirleyebilmektir. Bu amaç kapsamında çalışma, TR81 Bölgesi OSB'lerinde bulunan 125 imalat işletmesinde gerçekleştirilmiştir. Çalışmada, nicel yöntem ve nitel yöntem birlikte kullanılmıştır. Böylece, bütünselik, karma bir yöntem tercih edilerek daha sağlıklı ve derinlikli veriler toplanması, nicel ve nitel yöntemlerin her ikisinin de avantajlarından yararlanılması, dezavantajlarının ortadan kaldırılması hedeflenmiştir. Veriler anket ve mülakat yoluyla toplanmıştır. Çalışma, TR81 Bölgesi OSB'lerinde çeşitli sektörlerde faaliyet gösteren imalat işletmelerinin üretimde ve lojistikte akıllı dönüşüm hazırlıklarını tespit edebilmek; Endüstri 4.0'a uyum sürecinde mevcut durumlarını ve Endüstri 4.0 olgunluk düzeylerini ortaya koyabilmek ve Endüstri 4.0'a uyum sağlamaya ne

kadar önem verdiklerini belirleyebilmek için yapılmış ilk çalışma olma özelliği taşımaktadır. Çalışma sonucunda, “organizasyon yapısı mevcut durum” ortalamasının yüksek, “kaynaklar genel mevcut durum” ortalamasının yüksek, “bilgi sistemleri genel mevcut durum” ortalamasının yüksek, “kültür mevcut durum” ortalamasının yüksek olduğu belirlenmiştir. Alt boyutlar olan “insan kaynakları mevcut durum” ortalamasının çok yüksek, “fiziksel altyapı mevcut durum” ortalamasının yüksek, “lojistik altyapı mevcut durum” ortalamasının düşük, “veri entegrasyonu mevcut durum” ortalamasının yüksek, “karar alma süreçlerinde veri kullanımı mevcut durum” ortalamasının yüksek olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca, işletmelerin ölçekteki ifadelerine verdiği önem düzeyi puan ortalamalarının tüm boyutlar ve alt boyutlar için işletmenin mevcut durum puan ortalamalarından daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Bunun yanı sıra, yatırım maliyetinin yüksek olmasının Endüstri 4.0’ın işletmelerde kullanılmasının önündeki en büyük engel olarak değerlendirildiği belirlenmiştir. Sonuç olarak, işletmelerin aslında Endüstri 4.0’a uyum sağlamaya çok önem verdikleri ancak lojistik altyapıda Endüstri 4.0 uyumu, başında insan durmadan çalışabilen otonom makine varlığı, veritabanı yönetim sistemleri varlığı, ERP gibi kurumsal kaynak planlama yazılımları varlığı, Endüstri 4.0’ın misyon ve vizyon ifadelerinde, işletme stratejilerinde yer alması, Ar-Ge faaliyetleri, Endüstri 4.0 alanında çalışan/çalışabilecek mühendis varlığı gibi alanlarda henüz yeterli olgunluk düzeyine ulaşamadıkları ortaya konmuştur.

Anahtar Kelimeler: Dijital dönüşüm, endüstri 4.0 olgunluk düzeyi, lojistikte akıllı dönüşüm, organize sanayi bölgeleri, TR81 bölgesi, üretimde akıllı dönüşüm.

ABSTRACT

Ph.D. Thesis

ASSESSMENT OF INDUSTRY 4.0 MATURITY LEVELS OF BUSINESSES UNDER SMART TRANSFORMATION IN MANUFACTURING AND LOGISTICS: THE CASE OF TR 81 AREA

İlknur ASAR

Bartın University

Graduate School

Department of Business Administration

Thesis Advisor: Prof. Dr. Şaban ESEN

Bartın-2024, pp: 288

Nowadays, it is very important for businesses to follow the new technologies and applications brought by Industry 4.0 in order to maintain their competitive positions and raise them to higher levels. The aim of this study is to determine the smart transformation preparations in production and logistics; to reveal their current situation in the process of adaptation to Industry 4.0 and Industry 4.0 maturity level and to determine how much importance they attach to adapting to Industry 4.0 of manufacturing enterprises operating in various sectors in Çaycuma, Ereğli, Alaplı, Karabük and Bartın Organized Industrial Zones (OIZ) in the TR81 Region. Within the scope of this purpose, the study was carried out in 125 manufacturing enterprises located in TR81 Region OIZ. In the study, quantitative method and qualitative method were used together. Thus, by choosing an integrated, mixed method, it is aimed to collect more reliable and in-depth data, to benefit from the advantages of both quantitative and qualitative methods and to eliminate their disadvantages. Data were collected through survey and interview. The study is the first study conducted in manufacturing enterprises operating in (OIZ) in the TR81 Region to determine the smart transformation preparations in production and logistics; to reveal their current situation in the process of adaptation to Industry 4.0 and Industry 4.0 maturity level

and to determine how much importance they attach to adapting to Industry 4.0. As a result of the study, it was determined that the average of "organizational structure current situation" is high, the average of "resources general current situation" is high, the average of "information systems general current situation" is high, and the average of "culture current situation" is high. The average of the sub-dimensions "human resources current status" is very high, "physical infrastructure current status" average is high, "logistics infrastructure current status" average is low, "data integration current status" average is high, "data usage current status in decision-making processes" average is high. In addition, it was determined that the mean scores of the importance level that the businesses gave to the expressions in the scale were higher than the mean scores of the current situation of the businesses for each dimension. In addition, it has been determined that the high investment cost is considered the biggest obstacle to the use of Industry 4.0 in businesses. As a result, businesses actually attach great importance to adapting to Industry 4.0, but it has been revealed that they have not yet reached a sufficient maturity level in areas such as being included Industry 4.0 compliance in the logistics infrastructure, the existence of autonomous machines that can operate without unattended supervision, the existence of database management systems, the existence of enterprise resource planning software such as ERP, inclusion of Industry 4.0 in mission and vision statements and business strategies, R&D activities, and the presence of engineers who work/can work in the field of Industry 4.0.

Key Words: Digital transformation, industry 4.0 maturity level, organized industrial zones, smart transformation in production, smart transformation in logistics, TR81 region.

İÇİNDEKİLER

KABUL VE ONAY.....	ii
BEYANNAME.....	iii
ÖN SÖZ	iv
ÖZET	v
ABSTRACT	vii
İÇİNDEKİLER.....	ix
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	xiv
TABLolar DİZİNİ.....	xv
EKLER DİZİNİ	xviii
KISALTMALAR DİZİNİ.....	xix
GİRİŞ.....	1
1. KAVRAMSAL ÇERÇEVE.....	5
1.1. Endüstri 1.0	6
1.2. Endüstri 2.0.....	12
1.3. Endüstri 3.0	15
1.4. Endüstri 4.0.....	17
1.5. Endüstri 1.0’den Endüstri 4.0’a Yönetimsel Dönüşüm	29
1.5.1. Endüstri 1.0’da Yönetim.....	29
1.5.2. Endüstri 2.0’da Yönetim.....	30
1.5.2.1. Klasik Yaklaşım	30
1.5.2.2. Neo-Klasik Yönetim Yaklaşımı	33
1.5.2.3. Modern Yönetim Yaklaşımları.....	39
1.5.3. Endüstri 3.0’da Yönetim.....	41
1.5.3.1. Post-Modern (Modern Sonrası) Yönetim Yaklaşımları.....	42
1.6. Endüstri 4.0 Devrimi’nin İşletme Fonksiyonlarına Etkileri	56
1.6.1. Endüstri 4.0’da Yönetim (Yönetim 4.0, Dijital Yönetim, Tekno Yönetim)	56
1.6.2. Üretimde Akıllı Dönüşüm (Üretim 4.0).....	64

1.6.3. Lojistikte Akıllı Dönüşüm (Lojistik 4.0)	71
1.6.4. Finansta Akıllı Dönüşüm (Finans 4.0).....	77
1.6.5. İnsan Kaynaklarında Akıllı Dönüşüm (İnsan Kaynakları 4.0)	78
1.6.6. Örgüt Kültüründe Akıllı Dönüşüm (Örgüt Kültürü 4.0)	83
1.6.7. Kurumsal Kaynak Planlama (Enterprise Resource Planning-ERP)	85
1.7. Dünyada ve Türkiye’de Endüstri 4.0	86
1.7.1. Dünyada Endüstri 4.0	86
1.7.2. Türkiye’de Endüstri 4.0.....	89
1.8. Endüstri 4.0 Olgunluk Modelleri	102
2. LİTERATÜR ÖZETİ.....	106
3. ARAŞTIRMA METODOLOJİSİ	117
3.1. Çalışmanın Amacı ve Katkısı	117
3.2. Çalışmanın Kapsamı	119
3.3. Araştırmanın Modeli.....	123
3.4. Çalışmanın Ana Kütlesi ve Örneklemi.....	125
3.5. Araştırmanın Sınırlılıkları.....	126
3.6. Veri Toplama Yöntemi	127
3.7. Analiz Yöntemi	130
4. ARAŞTIRMANIN BULGULARI	134
4.1. İşletmelerin Tanımlayıcı Özelliklerine İlişkin Bulgular	134
4.2. İşletmelerin Mevcut Durum Puan Ortalamaları.....	141
4.3. İşletmelerin Önem Puan Ortalamaları.....	142
4.4. İşletmelerin Finansman Kredi İmkânı, Alan Dışı Sektörlere Yatırım Düşüncesi, Fiziksel Altyapı Durumları	147
4.5. Haberleşme Portları ve Endüstri 4.0 ile Uyumlu Makine Varlığı	148
4.6. Sensör Kullanımı ve Makineler Arasında Ara Eleman Varlığı	148
4.7. Veritabanı Yönetim Sistemi Varlığı ve ERP gibi Yazılımlar Kullanma	

Durumu	149
4.8. Mevcut Durumun Tanımlayıcı Özelliklere Göre Karşılaştırılması.....	150
4.8.1. Mevcut Durum Puanlarının Çalışan Mühendis Sayısına Göre Farklılaşma Durumu.....	150
4.8.2. Mevcut Durum Puanlarının Ar-Ge Departmanı Varlığına Göre Farklılaşma Durumu.....	152
4.8.3. Mevcut Durum Puanlarının Ar-Ge Çalışanı Varlığına Göre Farklılaşma Durumu	153
4.8.4. Mevcut Durum Puanlarının Endüstri 4.0 Alanında Çalışan Mühendis Varlığına Göre Farklılaşma Durumu.....	155
4.8.5. Mevcut Durum Puanlarının Sektöre Göre Farklılaşma Durumu	158
4.8.6. Mevcut Durum Puanlarının Son 3 Yıl İçerisindeki Ortalama Ciroya Göre Farklılaşma Durumu	161
4.8.7. Mevcut Durum Puanlarının Son 5 Yıldaki Kârlılık Trendine Göre Farklılaşma Durumu.....	164
4.8.8. Mevcut Durum Puanlarının Faaliyet Kapsamına Göre Farklılaşma Durumu	166
4.8.9. Mevcut Durum Puanlarının Hızlı veya Esnek Üretim Metodolojileri İçin Uygunluğa Göre Farklılaşma Durumu	168
4.8.10. Mevcut Durum Puanlarının Yenilikçiliğin Geliştirilebileceği Uygun Ortam Varlığına Göre Farklılaşma Durumu	170
4.8.11. Mevcut Durum Puanlarının Özgüven Motivasyon Sistemleri Varlığına Göre Farklılaşma Durumu	172
4.8.12. Mevcut Durum Puanlarının Yeni Teknolojiler ile İlgili Eğitimler Verilmesine Göre Farklılaşma Durumu	174
4.9. Tanımlayıcı Özellikler ve Mevcut Durum Puanları Arasında Korelasyon Analizi.....	176
4.10. Önemin Tanımlayıcı Özelliklere Göre Karşılaştırılması.....	178
4.10.1. Önem Puanlarının Çalışan Mühendis Sayısına Göre Farklılaşma Durumu	179
4.10.2. Önem Puanlarının Ar-Ge Departmanı Varlığına Göre Farklılaşma Durumu	181
4.10.3. Önem Puanlarının Ar-Ge Çalışanı Varlığına Göre Farklılaşma Durumu.	182

4.10.4. Önem Puanlarının Endüstri 4.0 Alanında Çalışan Mühendis Varlığına Göre Farklılaşma Durumu	184
4.10.5. Önem Puanlarının Sektöre Göre Farklılaşma Durumu	186
4.10.6. Önem Puanlarının Son 3 Yıl İçerisindeki Ortalama Ciroya Göre Farklılaşma Durumu.....	188
4.10.7. Önem Puanlarının Son 5 Yıldaki Kârlılık Trendine Göre Farklılaşma Durumu	190
4.10.8. Önem Puanlarının Faaliyet Kapsamına Göre Farklılaşma Durumu...	191
4.10.9. Önem Puanlarının Hızlı veya Esnek Üretim Metodolojileri İçin Uygunluğa Göre Farklılaşma Durumu	193
4.10.10. Önem Puanlarının Geri Bildirim Mekanizmaları Varlığına Göre Farklılaşma Durumu.....	194
4.10.11. Önem Puanlarının Yenilikçiliğin Geliştirilebileceği Uygun Ortam Varlığına Göre Farklılaşma Durumu.....	196
4.10.12. Önem Puanlarının Özgüven Motivasyon Sistemleri Varlığına Göre Farklılaşma Durumu.....	198
4.10.13. Önem Puanlarının Yeni Teknolojiler ile İlgili Eğitimler Verilmesine Göre Farklılaşma Durumu	199
4.11. Tanımlayıcı Özellikler ve Önem Puanları Arasında Korelasyon Analizi...	201
4.12. Ters Reciprocal Yöntemi ile Endüstri 4.0 Kullanımının Önündeki Engellerin Ağırlıklandırılması	204
4.13. Nitel Analiz Değerlendirme Sonuçları.....	205
4.13.1. İşletmelerin Vizyonlarına Yönelik Görüşleri	205
4.13.2. İşletmelerin Misyonlarına Yönelik Görüşleri.....	211
4.13.3. İşletme Stratejisine Yönelik Görüşler	217
4.13.4. İşletmelerde Tanımlı Stratejik Hedeflerin Kademelerce Bilinmesine Yönelik Görüşler	220
4.13.5. İşletmelerde Tanımlı Ar-Ge ve İnovasyon Stratejik Hedeflerine Yönelik Görüşler.....	222
4.13.6. İşletmelerin Tanımlı Bir Endüstri 4.0 Stratejisine Yönelik Görüşleri.	223
4.13.7. İşletmelerde Çalışanların Uygulanabilir İş Tanımlarına Yönelik Görüşler.....	224
4.13.8. İşletmede Yeni Teknolojilerle İlgili Eğitim Verilmesine Yönelik Görüşler	225

4.13.9. İşletmelerin Geri Bildirim Mekanizmalarına Yönelik Görüşler	226
4.13.10. İşletmelerde Çalışanların Kendilerini Yenilikçilik Açısından Geliştirebilecekleri Ortama Yönelik Görüşler	228
4.13.11. İşletmelerde Çalışanları Teşvik Edici Motivasyon Sistemlerine Yönelik Görüşler.....	229
4.13.12. İşletmelerde Başka Sektöre Yatırım Yapmaya Yönelik Görüşler ...	230
4.13.13. İşletmelerde Haberleşme Portları ile Veri Çekebilmeye Yönelik Görüşler.....	231
4.13.14. İşletmelerde Endüstri 4.0 ile Uyumlu Makinelere Yönelik Görüşler	232
4.13.15. İşletmelerde Üretim İle İlgili Operasyonel Süreçlerde Sensör Kullanımına Yönelik Görüşler.....	233
4.13.16. İşletmelerde Veritabanı Yönetim Sistemine Yönelik Görüşler	234
4.13.17. İşletmelerde Kurumsal Kaynak Planlama Yazılımlarına Yönelik Görüşler.....	234
4.13.18. İşletmelerde Endüstri 4.0 Teknolojilerini Tercih Sebeplerine Yönelik Görüşler.....	235
4.13.19. İşletmelerde Rakiplerin Endüstri 4.0 Teknolojilerine Yönelik Fikir ve Uygulamalarından Etkilenmeye Yönelik Görüşler.....	239
4.13.20. İşletmelerde Endüstri 4.0 Teknolojilerinin Kullanılmasını Zorlaştıracı Faktörlere Yönelik Görüşler	239
4.13.21. İşletmelerde Endüstri 4.0 Teknolojilerinin Temel Faydalarına Yönelik Görüşler.....	242
4.13.22. İşletmelerde Endüstri 4.0 Teknolojilerini Kullanan İşletmelerin Belirgin, Ortak Özelliğine Yönelik Görüşler	245
SONUÇ VE ÖNERİLER	248
KAYNAKLAR.....	258
BİBLİYOGRAFYA.....	276
EKLER	277
ÖZGEÇMİŞ	287

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil	Sayfa
No	No
1.1: Endüstri devrimleri gerçekleşme sıralaması	5
1.2: Stephenson'un Rocket'i	9
1.3: Endüstri 3.0 sürecindeki bazı önemli icatlar	17
1.4: Endüstri 4.0 devrimi'nin işletmeye sağlayacağı kazanımlar.....	23
1.5: Maslow'un ihtiyaçlar hiyerarşisi yaklaşımı	38
1.6: Endüstri 4.0 bağlamında sürekliliğin ve olayların örgütlenmesi	59
1.7: Endüstri devrimleri'nin üretime yansımaları	65
1.8: Üretime özel IIoT mimarisi.....	68
1.9: Endüstri 4.0'ın üretimde ve sosyal hayatta çalışma çerçevesi	69
1.10: ERP yazılımı ve veri akışı.....	86
1.11: Türkiye'nin ve diğer bazı OECD üyesi ülkelerin yüksek teknoloji ürün ihracatının toplam ihracat içerisindeki payı	94
1.12: İmalat sanayiinde KOBİ ve büyük ölçekli girişimlerin teknoloji düzeyine göre oranları (%)	95
1.13: 2022 yılında endüstriyel robot kullanımında zirvedeki 15 ülke.....	97
1.14: BCG 2019 yılı küresel imalat maliyeti rekabetçilik endeksi	98

TABLÖLER DİZİNİ

Tablo No	Sayfa No
1.1: Çeviklik için elverişli koşullar	54
1.2: Yönetim 4.0 öngörüsü	63
1.3: Geleneksel fabrikalar ve endüstri 4.0'ın akıllı fabrikalarının karşılaştırılması.....	70
1.4: Endüstri 4.0'ın zorlukları, gerektirdiği yetenekler ve öğrenen fabrikalar	70
1.5: Geleneksel liman ve akıllı limanın karşılaştırılması	76
1.6: Dünyada en hızlı gelişen 10 meslek.....	79
1.7: 2023 yılının en gözde 10 yeteneği	80
1.8: Türkiye'nin endüstri 4.0 SWOT analizi.....	99
3.1: Normal dağılım	130
3.2: Ölçeğin güvenirlik katsayıları	131
4.1: İşletmelerin tanımlayıcı özelliklerine göre dağılımı	134
4.2: Mevcut durum puan ortalamaları	141
4.3: Önem puan ortalamaları.....	142
4.4: Finansman kredi imkânı, alan dışı sektörlere yatırım düşüncesi	147
4.5: Haberleşme portları ve endüstri 4.0 ile uyumlu makine varlığı.....	148
4.6: Sensör kullanımı ve makineler arasında ara eleman varlığı.....	148
4.7: Veritabanı yönetim sistemi varlığı ve ERP gibi yazılımlar kullanma durumu	149
4.8: Mevcut durum puanlarının çalışan mühendis sayısına göre farklılaşma durumu...	150
4.9: Mevcut durum puanlarının Ar-Ge departmanı varlığına göre farklılaşma durumu	152
4.10: Mevcut durum puanlarının Ar-Ge çalışanı varlığına göre farklılaşma durumu.....	153
4.11: Mevcut durum puanlarının endüstri 4.0 alanında çalışan mühendis varlığına göre farklılaşma durumu	155
4.12: Mevcut durum puanlarının sektöre göre farklılaşma durumu.....	158
4.13: Mevcut durum puanlarının son 3 yıl içerisindeki ortalama ciroya göre farklılaşma durumu	161
4.14: Mevcut durum puanlarının son 5 yıldaki kârlılık trendine göre farklılaşma durumu	165
4.15: Mevcut durum puanlarının faaliyet kapsamına göre farklılaşma durumu	166
4.16: Mevcut durum puanlarının hızlı veya esnek üretim metodolojileri için uygunluğa göre farklılaşma durumu	168
4.17: Mevcut durum puanlarının yenilikçiliğin geliştirilebileceği uygun ortam varlığına	

göre farklılaşma durumu	170
4.18: Mevcut durum puanlarının özgüven motivasyon sistemleri varlığına göre farklılaşma durumu	172
4.19: Mevcut durum puanlarının yeni teknolojiler ile ilgili eğitimler verilmesine göre farklılaşma durumu	174
4.20: Tanımlayıcı özellikler ve mevcut durum puanları arasında korelasyon analizi.....	176
4.21: Önem puanlarının çalışan mühendis sayısına göre farklılaşma durumu.....	179
4.22: Önem puanlarının Ar-Ge departmanı varlığına göre farklılaşma durumu.....	181
4.23: Önem puanlarının Ar-Ge çalışanı varlığına göre farklılaşma durumu.....	182
4.24: Önem puanlarının endüstri 4.0 alanında çalışan mühendis varlığına göre farklılaşma durumu	184
4.25: Önem puanlarının sektöre göre farklılaşma durumu.....	186
4.26: Önem puanlarının son 3 yıl içerisindeki ortalama ciroya göre farklılaşma durumu.....	188
4.27: Önem puanlarının son 5 yıldaki kârlılık trendine göre farklılaşma durumu.....	190
4.28: Önem puanlarının faaliyet kapsamına göre farklılaşma durumu	192
4.29: Önem puanlarının hızlı veya esnek üretim metodolojileri için uygunluğa göre farklılaşma durumu	193
4.30: Önem puanlarının geri bildirim mekanizmaları varlığına göre farklılaşma durumu.....	195
4.31: Önem puanlarının yenilikçiliği geliştirebileceği uygun ortam varlığına göre farklılaşma durumu	196
4.32: Önem puanlarının özgüven motivasyon sistemleri varlığına göre farklılaşma durumu	198
4.33: Önem puanlarının yeni teknolojiler ile ilgili eğitimler verilmesine göre farklılaşma durumu	200
4.34: Tanımlayıcı özellikler ve önem puanları arasında korelasyon analizi	202
4.35: Ters reciprocal yöntemi ile elde edilen faktör ağırlıkları.....	204
4.36: İşletmelerin vizyonlarına yönelik görüşleri	205
4.37: İşletmelerin misyonlarına yönelik görüşleri.....	211
4.38: İşletme stratejisine yönelik görüşler	217
4.39: İşletmelerde tanımlı stratejik hedeflerin kademelerce bilinmesine yönelik görüşler	220
4.40: İşletmelerde tanımlı Ar-Ge ve inovasyon stratejik hedeflerine yönelik görüşler ...	222
4.41: İşletmelerin tanımlı bir Endüstri 4.0 stratejisine yönelik görüşleri.....	223
4.42: İşletmelerde çalışanların uygulanabilir iş tanımlarına yönelik görüşler	224

4.43: İşletmede yeni teknolojilerle ilgili eğitim verilmesine yönelik görüşler	225
4.44: İşletmelerin geri bildirim mekanizmalarına yönelik görüşler	226
4.45: İşletmelerde çalışanların kendilerini yenilikçilik açısından geliştirebilecekleri ortama yönelik görüşler.....	228
4.46: İşletmelerde çalışanları teşvik edici motivasyon sistemlerine yönelik görüşler	230
4.47: İşletmelerde başka sektöre yatırım yapmaya yönelik görüşler	231
4.48: İşletmelerde haberleşme portları ile veri çekebilmeye yönelik görüşler	231
4.49: İşletmelerde endüstri 4.0 ile uyumlu makinelere yönelik görüşler	232
4.50: İşletmelerde üretim ile ilgili operasyonel süreçlerde sensör kullanımına yönelik görüşler.....	233
4.51: İşletmelerde veritabanı yönetim sistemine yönelik görüşler.....	234
4.52: İşletmelerde kurumsal kaynak planlama yazılımlarına yönelik görüşler.....	234
4.53: İşletmelerde endüstri 4.0 teknolojilerini tercih sebeplerine yönelik görüşler	235
4.54: İşletmelerde rakiplerin endüstri 4.0 teknolojilerine yönelik fikir ve uygulamalarından etkilenmeye yönelik görüşler	239
4.55: İşletmelerde endüstri 4.0 teknolojilerinin kullanılmasını zorlaştıran faktörlere yönelik görüşler.....	240
4.56: İşletmelerde endüstri 4.0 teknolojilerinin temel faydalarına yönelik görüşler	242
4.57: İşletmelerde endüstri 4.0 teknolojilerini kullanan işletmelerin belirgin, ortak özelliğine yönelik görüşler	245

EKLER DİZİNİ

Ek	Sayfa
<u>No</u>	<u>No</u>
EK 1: Etik Kurul Raporu	277
EK 2: Uygulama Anketi	278



KISALTMALAR DİZİNİ

CPS	: Siber-Fiziksel Sistemler
CPPS	: Siber Fiziksel Üretim Sistemleri
IoT	: Nesnelerin İnterneti
IIoT	: Endüstriyel Nesnelerin İnterneti
AI	: Artificial Intelligence
OSB	: Organize Sanayi Bölgesi
DFKI	: Alman Yapay Zekâ Araştırma Merkezi
IFR	: Uluslararası Robotik Federasyonu
ÇKKV	: Çok Kriterli Karar Verme
CNC	: Bilgisayar Sayısal Kontrolü
CAD	: Bilgisayar Destekli Tasarım
CIM	: Bilgisayarla Bütünleşik Üretim
MAS	: Çoklu-Etmen Sistemleri
HMS	: Holonik Üretim Sistemleri
IACS	: Endüstriyel Otomasyon ve Kontrol Sistemleri
SCADA	: Gözetleyici Kontrol ve Veri Toplama Sistemi
IMS	: Akıllı Üretim Sistemleri
WEF	: World Economic Forum

GİRİŞ

*“Değişim ne zaman gerekli? sorusuna verilecek en iyi yanıt;
gerekli hale gelmedendir.”*

Claus Moller

Üretim, ülkelerin gelişme ve büyümelerinin kaynağı ve aynı zamanda bel kemiğidir. Üretimin güçlü olduğu ülkelerde ekonomi güç kazanmaktadır. Ülkelerin güç kazanması için, üretime son derece önem vermesi, üretim konusunda dünyada ve alanda yaşanan güncel değişimleri ve dönüşümleri proaktif bir bakış açısıyla yakından izlemesi, uyum sağlayabilmesi, hızlıca koordinasyon sağlayabilmesi, odaklanabilmesi ve ortaya çıkan yeni teknolojik fırsatları en iyi şekilde değerlendirebilmesi gerekmektedir. Geçmişte de bu böyledir ancak artık fırtına çok daha şiddetli bir şekilde gelmektedir. Günümüzde, üretimde veya teknolojide ortaya çıkan dönüşümler, geçmişe nazaran daha hızlı, yıkıcı, sert ve sarsıcı olmaktadır. Son 10 yıldır dünyada üretim endüstrisi başta olmak üzere hemen her alanda küreselleşme, yeni teknolojiler ve altyapılar, demografik değişimler, kaynakların tükenmesi, iklim değişiklikleri, çevre kirliliği vb. faktörler nedeniyle kuvvetli değişimler yaşanmaktadır. Bunların çözümüne odaklanıldığında, çevre dostu uygulamalar, uzaktan üretim, müşteri talep ve beklentisinin ışığında son derece kişiselleştirilmiş ürünler, sürekli öğrenme, sürekli gelişme gibi örnekler karşımıza çıkmaktadır. Günümüz işletmelerinin bu süreçte yeni ortaya çıkan farklı üretim teknoloji, uygulama ve paradigmaları karşısında kendini yenilemesi, değişmesi, dönüşmesi, yeniden yapılanması bir gereklilik halini almaktadır. Bu bağlamda, ülkeler modern üretim anlayışlarını uygulama konusunda muhtelif önlemler almaya başlamıştır. Endüstri 4.0 (E4.0) veya Dördüncü Sanayi Devrimi, üretimde büyük ölçüde esneklik sağlamak, gerçek zamanlı ölçüm ve izleme yapabilmek, maliyetleri azaltmak, işlem süresini kısaltmak, yüksek düzeyde verimlilik, fireleri azaltmak, iş kazalarını önlemek gibi pek çok avantajlar elde etme yönünde bilgi ve iletişim teknolojileri tabanlı olarak tasarlanmış, Alman hükümetinin yüksek teknoloji stratejisi kapsamında tanımladığı bir gelecek vizyonudur. Bu vizyonun dayanak noktası, dijital dönüşümün endüstriyel üretimde kullanılmasıdır.

Endüstri 4.0'ın, gerek iş modellerinde, müşteri talep ve beklentilerinde, üretim biçimlerinde, tedarik zincirinde, lojistik süreçlerde ve gerekse örgüt yapılarında kısaca değer zinciri boyunca radikal dönüşümler ortaya çıkarmakta olduğu aşikârdır. Başta Almanya, ABD, Çin, Fransa, Japonya ve diğer gelişmiş ülkeler, bunun ne denli önemli olduğunun farkına vararak yaklaşık 15 yıl önce araştırmalara ve yatırımlara başlamıştır. Endüstri 4.0 kavramı, Kagermann ve arkadaşları tarafından 01.04.2011 tarihinde yayınlanan *“Industrie 4.0: With the Internet of Things Towards the 4th Industrial Revolution- Endüstri 4.0: Nesnelerin İnterneti ile 4. Endüstri Devrimine Giderken”* adlı bilimsel makale ile kuramsal boyutta ilk kez değerlendirilmiştir (Kagermann, vd., 2011). Bu tarihten sadece iki gün sonra ise resmi olarak ilk kez Almanya’da, Hannover Fuarında, 03.04.2011 tarihinde, Henning Kagermann, Wolf-Dieter Lukas ve Wolfgang Wahlster “Endüstri 4.0 Devrimi” kavramını dile getirmiştir. Endüstri 4.0, burada dünyaya tanıtılmıştır.

Türkiye’de de Almanya, ABD, Çin, Fransa, Japonya gibi ülkelere kıyasla birkaç yıl gecikmeli de olsa Endüstri 4.0 konusunda gerekli çalışmalar başlamış, politikalar üretilmiştir. Devlet, önde gelen sanayi işletmeleri, üniversiteler ve girişimci kuruluşlar tarafından bu yeni Endüstri Devrimini yakalayabilmek amacıyla yol haritaları oluşturulmuş, çeşitli platformlar kurulmuştur. Bu yönde akademik alanda da çalışmalar başlamıştır ancak henüz yeterli düzeye ulaşmamıştır. Daha fazla sayıda ve daha derinlikli, yaraya merhem olacak çalışmalara gereksinim vardır. Bu gereksinimi bir nebze olsun karşılamak bu tez çalışmasının çıkış noktasıdır. Bu bağlamda, bu çalışmada TR81 Bölgesi’nde bulunan Çaycuma, Ereğli, Alaplı, Karabük ve Bartın OSB’lerinde çeşitli sektörlerde faaliyet gösteren imalat işletmelerinin üretimde ve lojistikte akıllı dönüşüm hazırlıklarını tespit edebilmek; Endüstri 4.0’a uyum sürecinde mevcut durumlarını ve Endüstri 4.0 olgunluk düzeylerini ortaya koyabilmek ve Endüstri 4.0’a uyum sağlamaya ne kadar önem verdiklerini belirleyebilmek amaçlanmıştır. Bu amaç kapsamında, Endüstri 4.0’ın misyon ve vizyon ifadelerinde, işletme stratejilerinde nasıl yer aldığı, Ar-Ge faaliyetlerinin varlığı, Endüstri 4.0 alanında çalışan/çalışabilecek mühendis varlığı, kullandıkları altyapı teknolojileri, Endüstri 4.0’a uyum sürecinde mevcut durumlarının, Endüstri 4.0 olgunluk düzeylerinin ve Endüstri 4.0’a uyum sağlamaya verdikleri önemin çalışanların eğitim durumu, işletme büyüklükleri, sektörleri, toplam ciroları, kârlılık trendi, hedef pazar türleri ile olan ilişkisi, işletmelerin Endüstri 4.0’ın işletmelerde kullanılmasının

önünde hangi faktörleri ne düzeyde engel olarak gördükleri de belirlenecektir. Bu amaca yönelik olarak bu tez çalışmasının temel araştırma soruları ise aşağıdaki gibidir;

- Endüstri Devrimleri nedir?
- Endüstri Devrimleri sürecinde yönetim nasıl bir dönüşüm geçirmektedir?
- Endüstri 4.0, işletme fonksiyonlarını nasıl ve ne düzeyde etkilemektedir?
- İmalat işletmelerinin üretimde ve lojistikte akıllı dönüşüm hazırlıkları ne düzeydedir?
- İmalat işletmelerinin Endüstri 4.0'a uyum sürecinde mevcut durumları nedir?
- İmalat işletmelerinin Endüstri 4.0 olgunlukları ne düzeydedir?
- İmalat işletmeleri Endüstri 4.0'a uyum sağlamaya ne kadar önem vermektedir?
- Endüstri 4.0'a uyum sürecinde mevcut durumlarının, Endüstri 4.0 olgunluk düzeylerinin ve Endüstri 4.0'a uyum sağlamaya verdikleri önemin çalışanların eğitim durumu, işletme büyüklükleri, sektörleri, toplam ciroları, kârlılık trendi, hedef pazar türleri ile olan ilişkisi nedir?
- İmalat işletmeleri Endüstri 4.0'ın işletmelerde kullanılmasının önünde hangi faktörleri ne düzeyde engel olarak görmektedir?

Çalışmanın amacına ulaşabilmek için uygulama kısmında, TR81 Bölgesi OSB'lerinde çeşitli sektörlerde faaliyet gösteren imalat işletmelerine anket ve mülakat uygulaması gerçekleştirilmiştir.

Çalışmada, Endüstri 4.0 kavramı mühendislik, bilişim, yazılım vb. açılardan ziyade işletmecilik bakış açısıyla değerlendirilmektedir.

Bu tez çalışmasında birinci bölümde öncelikle tezin konusu ile ilgili kavramsal bir çerçeve oluşturularak Endüstri Devrimleri süresince üretimde ve toplumsal yaşamda yaşanan değişimler ve gelişmeler aktarılmıştır. Endüstri Devrimleri sürecinde üretim modellerinde gerçekleşen çeşitli değişim ve dönüşümler, yönetim bakış açısı ve uygulamalarıyla da desteklenmiştir. Bu nedenle, bu süreçte dönüşüme yanıt verebilmek, destekleyebilmek için yönetimin geçirdiği değişimleri incelemek yerinde olacaktır. Bu bağlamda, bu yeni ve akıllı döneme gelinceye dek yaşanan yönetsel dönüşüm aktarılmıştır. Endüstri 4.0'ın getirdiği değişimler işletme fonksiyonlarını da derinden etkilemektedir. Dijitalleşmenin

yönetim, üretim, lojistik, insan kaynakları, finans gibi temel fonksiyonlar üzerinde büyük çaplı dönüşümler ortaya çıkarmakta olduğu değerlendirilmektedir. Bu bağlamda, Endüstri 4.0 Devrimi'nin işletme fonksiyonlarına etkileri aktarılmıştır. Önceki Endüstri Devrimlerinde yakaladıkları rekabet avantajını kaybetmemek için çabalayan gelişmiş ülkeler, kurulu güç dengelerini kendi lehine değiştirmeyi amaçlayan gelişmekte olan ülkeler, teknoloji devi konumunda bulunan küresel işletmeler, yaptıkları yatırımlar ve bunun yanı sıra yürüttükleri çeşitli programlar ile teknolojik gelişmeleri etkilemektedir. Bu bağlamda, dünyada ve Türkiye'de Endüstri 4.0'a yönelik atılan adımlar aktarılmıştır.

İkinci bölümde literatürde Endüstri 4.0 konusunda yapılmış olan bazı önemli çalışmalardan ve bulgularından bahsedilmiştir.

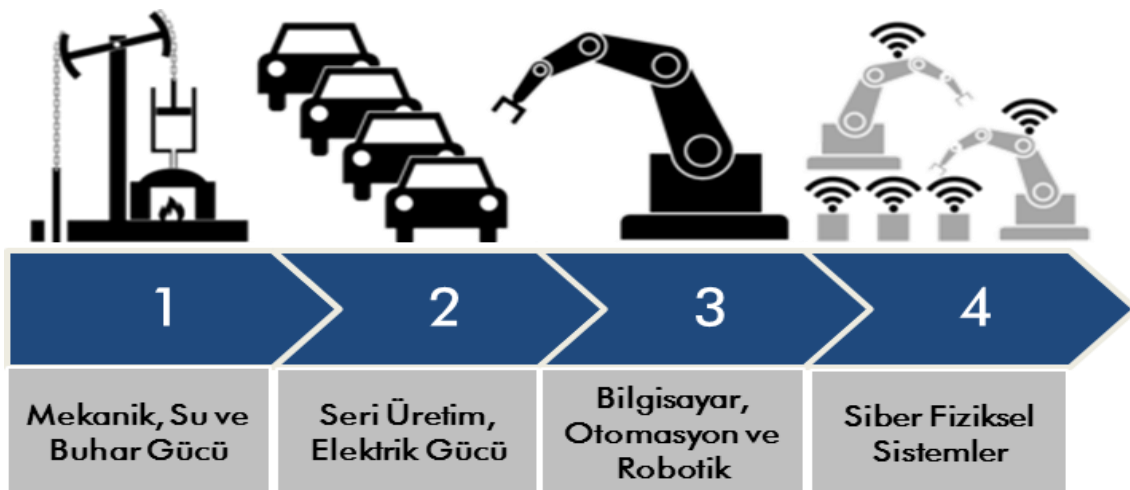
Üçüncü bölümde araştırmanın metodolojisi tanıtılmış, dördüncü bölümde bulgular aktararak yorumlanmıştır. Son olarak, çalışma boyunca elde edilen sonuçlar sıralanmış ve işletmelere yönelik önerilerde bulunulmuştur.

Araştırma sonuçlarına ilişkin bilgiler rapor haline dönüştürülerek çalışmanın araştırma bölümünde detaylı bir şekilde sunulmuştur. Nihai sonuç olarak, işletmelerin aslında Endüstri 4.0'a uyum sağlamaya çok önem verdikleri ancak lojistik altyapıda Endüstri 4.0 uyumu, başında insan durmadan çalışabilen otonom makine varlığı, veritabanı yönetim sistemleri varlığı, ERP gibi kurumsal kaynak planlama yazılımları varlığı, Endüstri 4.0'ın misyon ve vizyon ifadelerinde, işletme stratejilerinde yer alması, Ar-Ge faaliyetleri, Endüstri 4.0 alanında çalışan/çalışabilecek mühendis varlığı gibi alanlarda henüz yeterli olgunluk düzeyine ulaşamadıkları ortaya konmuştur.

1. KAVRAMSAL ÇERÇEVE

Endüstri kelimesinin kökeni Fransızcaya dayanmaktadır. Bu kelimenin dilimizdeki eş anlamlısı sanayi kelimesidir. Türk Dil Kurumu (TDK) sözlüğünde sanayi, ‘‘ham maddeleri işlemek, enerji kaynaklarını ortaya çıkarmak amacıyla kullanılan yöntemlerin ve araçların bütünü, işleyim, uran, endüstri’’ olarak tanımlanmaktadır (TDK, 2023). Endüstri 4.0 kavramı öncelikle yabancı literatürde ortaya çıkarak yaygınlaşmış ve çoğunlukla ‘‘Industrie 4.0’’, ‘‘Industry 4.0’’ ifadeleri kullanılmıştır. Bu nedenle, kavramın özüne sadık kalınarak bu çalışmada da Endüstri 4.0 kullanımı tercih edilmiştir.

Feodal siyasal ve ekonomik düzenin gelişmeye ve değişmeye kapalı yapısından sıyrılan Avrupa’nın yaşadığı en önemli değişim Endüstri Devrimi olmuştur (Küçükkalay, 1997). İktisadi ve toplumsal alanlarda meydana gelen niteliksel ve temel dönüşümler devrim olarak adlandırılmıştır (Hobsbawm, 2016: 31). Birinci Endüstri Devrimi, İngiltere’de başlayıp tüm kıta Avrupa’sını, ABD ve tüm dünyayı etkisi altına alan güçlü bir olaydır (van Neuss, 2015: 1). Bu devrimin getirdiği teknik ilerlemeler, toplumsal değişimler ve bunların yansımaları, sonuçları tüm dünyaya yayılarak etkisini göstermiştir. Endüstri Devrimi, aslında bir başlangıcı ve bir sonu olan bir olay değildir. Birinci Endüstri Devrimi’nden sonra değişim ve dönüşüm küresel çapta adeta bir kural hâline gelmiştir. Bu değişim ve dönüşüm günümüzde de hâlâ hızla devam etmektedir (Hobsbawm, 2016: 31).



Şekil 1.1: Endüstri devrimleri gerçekleşme sıralaması (TÜBİTAK, 2016)

Şekil 1.1’de, endüstrileşmeyi etkileyen, üretim yöntemlerini, yönetim sistemlerini değiştiren ve dönüştüren dört farklı Endüstri Devrimi görülmektedir (TÜBİTAK, 2016: 1). Endüstri 4.0’ın derinlemesine anlaşılabilmesi için önceki üç Sanayi Devrimi’nin bilinmesi gerekmektedir. Çünkü bu bir süreçtir. Endüstri 1.0, sanayileşmenin temelini oluşturmaktadır. Endüstri 2.0, gücü ve sert otomasyon kavramını ortaya çıkarmıştır. Endüstri 3.0, bilgisayarları ve esnek otomasyon fikrini ortaya çıkarmıştır. Endüstri 4.0 ise, akıllı üretim, siber-fiziksel sistemler, insan-bilgisayar etkileşimi, 3D baskı, uzaktan kontrol edilebilen işlemler gibi çağdaş üretim teknolojileri ile çağdaş bilgi ve iletişim teknolojilerinin uygulanmasıdır ve endüstriyel otomasyonun entegrasyonu ile bağlantılıdır (Luthra ve Mangla, 2018: 169).

Endüstri Devrimleri, sadece iktisadi büyümenin hız kazanması anlamında dar bir gelişim olarak değerlendirilemez. Yaşanan iktisadi ve toplumsal dönüşüm nedeniyle iktisadi büyüme hız kazanmıştır (Hobsbawm, 2016: 30-33). Endüstri Devrimleri sonrasında ülkeler arasında hızla artan büyük rekabet sebebiyle sömürgecilik faaliyetleri ve köle ticareti yaygınlaşarak milyonlarca insanın hayatını etkileyen büyük paylaşım savaşları ortaya çıkmıştır. Bu paylaşım savaşları, günümüzde diplomasi ve vekalet savaşları üzerinden hâlâ devam etmektedir. Bundan dolayı, sanayi devrimlerinin nasıl ortaya çıktığının, teknik gelişimin küresel ölçekte neleri, nasıl değiştirdiğinin ve daha da neleri değiştirebilme potansiyeli taşıdığının iyi anlaşılması gerekmektedir (Coşkun ve Alp Coşkun, 2019: 75). Bu devrimler aşağıda ayrıntılı olarak açıklanacaktır.

1.1. Endüstri 1.0

Tarıma ve el zanaatlarına dayanan üretim sisteminden makine üretimine geçilmesi, ilk kez İngiliz tarihçi Arnold Toynbee tarafından “Endüstri Devrimi” olarak nitelendirilmiştir. Arnold Toynbee, Devrim’in başlangıç noktasını 1760 yılı olarak belirtmiştir. Yaklaşık yarım yüzyıl boyunca akademik çevrelerce bu kabul devam etmiştir. Ancak, Amerikan tarihçi Prof. Nef, Endüstri Devrimi’nin bir süreç olduğunu, büyük ölçekli endüstrinin ve teknolojik değişimlerin başlamasıyla birlikte bu sürecin 16. yy. ortalarından başlayıp devam ettiğini bu nedenle bunun başlangıcının 16. yy. olarak kabul edilmesinin daha uygun olduğunu öne sürmüştür. Sonrasında ise ekonomi tarihçileri arasında İngiliz ekonomisinin büyüme oranlarından yola çıkılarak istatistiksel veriler ışığında farklı yorumlar yapılmıştır. Örneğin, Paul Mantoux, başlangıç noktasını 18. yy.’ın sonları

özellikle 1781 yılı sonrası olarak işaret etmiştir. Paul Mantoux ile aynı fikirde olan Prof. Ashton da aynı tarihlerde ekonomik büyüme verilerindeki ani değişikliklere dikkat çekmiştir. Alman ekonomist Prof. Hoffman de İngiltere'nin yıllık endüstriyel büyüme oranının ilk olarak 1780 tarihinde iki katına çıktığını vurgulamıştır. Prof. Rostow ise İngiliz ekonomisinin sürdürülebilir bir büyüme sürecine girdiği 1783 yılını modern toplumlar için bir dönüm noktası olarak belirtmiştir (Deane, 1979: 2-3). Geleneksel tarihçilere göre ise James Watt ve Richard Arkwright'ın buhar motoru için art arda patent aldıkları 1769 yılı sembolik olarak Endüstri Devrimi'nin başlangıç noktası kabul edilmektedir (van Neuss, 2015: 1). Akademik çevrelerde Endüstri Devrimi'nin başlangıç noktası hâlâ tartışmalı bir konudur.

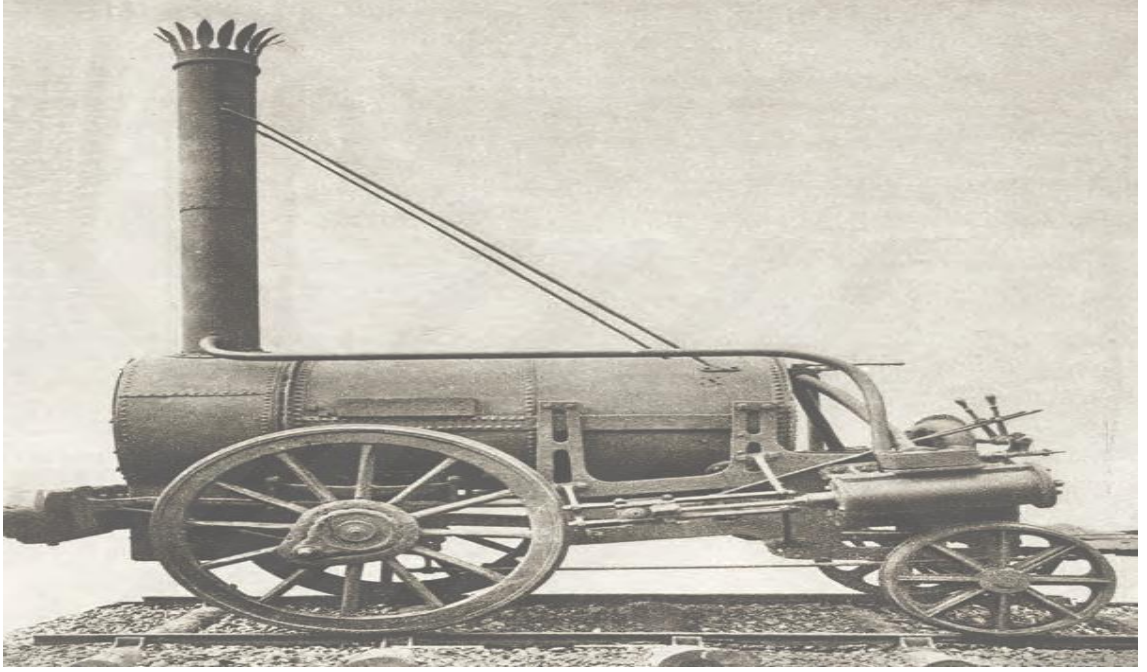
Robert Allen'a (2009) göre Birinci Endüstri Devrimi, İngiltere'nin 1500'lü yıllarda ortaya çıkan küresel ekonomiden kaynaklanan zorluklara ve fırsatlara verdiği proaktif tepkidir. Bu iki aşamalı bir süreçtir. 16. yüzyılın sonlarında ve 17. yüzyılın başlarında Avrupa çapında bir pazar ortaya çıkmıştır. İngiltere, yünlü tekstil endüstrisinde konumlanmış bulunan İtalya, Belçika, Hollanda ve Lüksemburg'taki üreticilerle rekabet ederek, bu yeni düzende liderlik pozisyonunu almıştır. İngiltere, 17. yüzyılın sonlarında ve 18. yüzyılda Amerika ve Hindistan'ı da içeren kıtalararası bir ticaret ağı oluşturarak liderliğini genişletmiştir. Kıtalararası ticaret genişlemesi, kolonilerin edinilmesi, merkantilist ticaretin teşviki ve deniz gücü ile ilişkilidir. İngiliz mülklerini yurtdışında genişleten güçlü emperyalizmin, rakip deniz ve ticaret güçlerini mağlup eden Kraliyet Donanması'nın ve yabancıları sömürge ticaretinden dışlayan Denizcilik Yasalarının sonucunda küresel çapta ticarete bir İngiliz hâkimiyeti görülmüştür. Uluslararası ticaretteki başarı İngiltere'nin yüksek maaşlı, ucuz enerjili ekonomisini ortaya çıkarmış ve Endüstri Devrimi için sıçrama tahtası olmuştur.

Endüstri 1.0, su ile buhar gücünden yararlanarak çalışan mekanik üretim tesislerinin ortaya çıkması ile gerçekleşen Birinci Sanayi Devrimi'dir. Thomas Newcomen'in 1712 yılında buhar makinesini icat etmesi ile bu devrim ortaya çıkmış ve 1830'lara kadar sürmüştür. Bu devrimde özellikle buharlı makineler ve su gücü devrimin itici güçleri olmuştur. Buhar makinesinin icadının ardından mekanik üretim tesislerinin kullanımı başlamıştır. Buhar gücünü kullanan makineler ilk olarak 1740 yılında İngiltere'de ortaya çıkmıştır. James Watt'ın 1764 yılında buhar makinesi üzerinde yaptığı geliştirme sonucunda makinelerin üretkenliği artmıştır. Tekstil başta olmak üzere birçok alanda kullanılan bu makineler

sayesinde bir işçinin üretim kapasitesi 40 kat artmış ve böylece verimlilikte, üretim hızı ve üretim kapasitesinde büyük bir artış gerçekleşmiştir. James Watt'ın ilk motoru demir fabrikasında kullanılmak üzere John Wilkinson'a satılmıştır. Bir fiyat belirlemek için, kaç atın aynı miktarda işi yapabildiğine göre buhar motoru eşdeğeri olarak derecelendirilmiştir. Böylece, mekanik motorlar için beygir gücü kelimesinin türetilmesi gerçekleşmiştir. Bu dönemde, buhar makineleri kullanılarak sanayi üretimlerinde yüksek güç üretilebilmiştir. Bu gelişmelerle birlikte dünyada seri üretim kavramı yaygınlaşmıştır. Ayrıca fabrika sayısında ve üretimde büyük artışlar ortaya çıkmıştır. İngiliz ve İskoç mucitler çelik üretiminde kullanılacak ve makul ücretli yöntemler bulmuşlardır. Demir-çelik ve lojistik sektörleri de büyük ölçüde bu yaşanan gelişmelerden etkilenmiştir. İlk ticari buharlı vapurun 1807 yılında Amerikalı Robert Fulton tarafından icat edilmesi sonrasında Atlantik okyanusunu aşan ilk sanayi malları üretilmeye başlanmıştır (Spear, 2008: 54; Wren ve Bedeian, 2009: 41; Özdoğan, 2017: 14-18; Coşkun ve Alp Coşkun, 2019: 76). Ancak çok fazla miktarda kömür harcaması nedeniyle okyanuslarda buharlı gemilerin yelkenlilerle rekabet edebilmeleri pek mümkün olmamıştır. 1870'lerde daha iyi buhar kazanı ve daha geniş teknelerin yapılması sonrasında bunların kullanımı oldukça yaygınlaşmıştır. Böylece, Amerika, Avustralya ve Arjantin'in verimli ve geniş ovalarında makineler kullanılarak yetiştirilen tahıl Avrupa'ya ulaştırılmıştır. Birinci Sanayi Devrimi'nin halkalarının birleştirilmesinde ulaşım kadar iletişim de oldukça önemlidir. Telli Telgraf 1837'de icat edilmiştir. Tellerin yerleşim yerleri arasında gerilmesinin maliyeti görece düşük olduğu için bu sistemler Batı'da hızla yayılmıştır. Radyo dalgalarıyla telsiz telgrafın ilk deneme gösterisini 1895'te Guglielmo Marconi gerçekleştirmiştir. 1850'lerde ortaya çıkan gazetelere haber akışı bu kaynaklar kullanılarak sağlanmıştır. Gazetelerde oluşturulan kamuoyu nedeniyle politika ve diplomasi de bunlardan etkilenmiştir (McNeill, 2001: 654-655).

1804 yılında İngiliz mühendis Richard Trevithick demiryolunda giden ilk buhar lokomotifini üretmiştir. Demir ve kömür gibi ağır yükleri madenlere çekmede buharla çalışan ve raylar üzerinde ilerleyen bir aracın at arabalarından daha etkili olacağına inandığı için bu konuda çalışan Trevithick'in lokomotif, Penydarren'deki demirhaneden Merthyr-Cardiff Kanalı'na 10 ton demir, 70 yolcu ve beş vagon çekme kapasitesine sahiptir. Lokomotif, dört saat beş dakikada tamamlanan dokuz mil (14 km) yolculukta saatte yaklaşık beş mil (sekiz km) hıza ulaşmıştır (Ricci, 2012). Daha sonra İngiliz makine mühendisi George Stephenson buharlı lokomotifini daha da geliştirerek 1825 yılında

‘Rocket’i tasarlamış ve inşa etmiştir. Liverpool ve Manchester arasında çalışan bu buharlı lokomotif bu iki önemli şehir arasında yük ve insan taşımacılığında kullanılmıştır. Bu hat, dünyanın iki şehrini birbirine bağlayan ilk tren yoludur. Rocket, 1829 yılında saatte 22 km hızla giderek 12.942 kg yük taşımıştır (Coşkun ve Alp Coşkun, 2019: 74). Rocket, 20. yüzyılda tüm dünyada buharlı lokomotifler için şablon haline gelmiştir (Bailey, 2022: 23).



Şekil 1.2: Stephenson’un Rocket’i (Coşkun ve Alp Coşkun, 2019)

Şekil 1.2’de Stephenson’un Rocket’i görülmektedir. Birinci Endüstri Devrimi’nde üretimdeki artışla birlikte gereksinim duyulan daha fazla hammadde, daha fazla mekanik güç, daha fazla atık, daha fazla lojistik, daha fazla ticaret süreçlerini takip edecek daha fazla görevli, daha fazla satıcı, daha fazla müşteri, daha çok insan çalıştıran büyük sermayeli daha çok sayıda fabrika ortaya çıkmıştır. Geleneksel iş yapma biçimlerinin yerini daha ucuz, daha hızlı üretilen malları ile fabrika üretimi almıştır (McNeill, 2001: 653). Bu dönemde hızla çoğalan fabrikalar, bazı nitelikleri ile önceki üretim tarzından ayrılmaktadır. Bu nitelikler şunlardır (Sander, 2011: 364):

- Üretim sürecinin tamamı tek bir işletme içerisinde gerçekleşmektedir.
- Fabrikaların fiziksel açıdan büyüklüğü, ekonomik yönden ve makine yönünden gelişmişliğini göstermektedir.

- Kullanılan makineler, belirli bir işte uzmanlaşmıştır.
- Üretim, piyasa için yapılmaktadır.
- İşçiler, belirli ücret karşılığında belirli süreler boyunca çalıştırılmakta, işleri nasıl yapmaları gerektiği konusunda sürekli yönlendirilmekte ve belirli yöneticiler tarafından izlenerek denetlenmektedir.

Bu süreçte, kömür, fabrikaların temel enerji kaynağıdır. Endüstri Devrimi'nin ilk aşamasında, Avrupa ve Kuzey Amerika'da kömür, ekonominin her alanında asıl güç kaynağıdır ve günümüzde bile pek çok ülkede bu niteliğini devam ettirmektedir. Zengin kömür kaynaklarının bulunması, İngiltere'ye diğer devletlere karşı ekonomik üstünlük kazandırmış ve başka alanlarda da gelişmesinin temeli olmuştur. Kömürün bu süreçteki önemi, kömür kaynağına sahip olmayan veya sahip olduğu halde çeşitli nedenlerle bunu kullanamayan ülkelerin bu süreçteki durumundan da anlaşılmaktadır. Bu ülkelerde, kömürün büyük bedel karşılığında dışarıdan ithal edilmesi zorunluluğu, başka nedenlerle birlikte, makineleşmeyi geciktirmiştir (Sander, 2011: 365).

İngiltere'de ekonomi üzerinde yüksek etkiye sahip iki sektör olan tekstil ve pamuk üzerine faaliyet gösteren fabrikaların sayısı da bu dönemde hızla artmıştır. Pamuk, özel girişimcilere, sanayileşme faaliyetlerine ağırlık vermelerine sebep olacak kadar astronomik düzeyde kazançlar ve bunu sağlayacak kadar ani bir genişleme olanağı vermiştir. Bu alanda devrim yaratan uçan mekik, su dolabı, masura makinesi, motorlu dokuma tezgâhı gibi yeni buluşlar basit, ucuz araçlardı ve hemen sağladıkları yüksek üretim sayesinde kendilerini kısa sürede amorti edebiliyorlardı. Genişleyen bu endüstriyi, günlük kazançlarla finanse edebilmek oldukça kolaydı; böylece ele geçirilen geniş pazarlar ve değişmeyen bir fiyat enflasyonu, kâr oranlarının %100-%1000 düzeylerine kadar yükselmesine olanak sağlamaktaydı. Pamuk imalatçıları, 1816-1848 arasında İngiltere'nin bütün ihracatının toplam değerinin %40-%50'sini gerçekleştirmekteydiler. Pamuğun gelişmesi ekonomiyi de geliştiriyordu. Pamuktaki fiyat hareketleri, ülkenin ticaret dengesini belirlemekteydi. Özellikle 1780-1815 yılları arasında, esas olarak iplik bükmede, yün ve pamuk taramada, buna yardımcı bazı işlemlerde, 1815'ten sonra ise yoğun olarak dokuma işlemlerinde makineleşme yaygınlaşmıştır (Hobsbawm, 2016: 37-38).

Endüstri 1.0 ile birlikte üretim yapısında ve iş yapma şekillerinde ortaya çıkan bu köklü değişimlerden toplumsal yapı da büyük ölçüde etkilenmiştir. Yaşam kalitesinin artması ile

nüfus da artmıştır. Ayrıca, ortalama yaşam süresi de uzamış, bebek ölümleri azalmıştır. Bunların sonucunda, İngiltere’de bir nüfus patlaması meydana gelmiştir. İngiltere’nin 1750 yılında altı milyon olan nüfusu 1800 yılında dokuz milyona ve 1820 yılında 12 milyona ulaşmıştır (Buer, 1926: 30’a atfen Wren ve Bedeian, 2009: 59). Bu dönemde toplumda refah düzeyi de artış göstermiştir. Bu devrim, nüfus artışının ekonomik büyümeyi sınırlamadığı tek başarılı örnektir. Bu özelliği nedeniyle Birinci Endüstri Devrimi’ni bir ekonomik büyüme örneği olarak da görmek mümkündür (Güran, 1988: 93). Üretimdeki, kapasitedeki ve verimlilikteki artış sonucunda Avrupa ülkelerinden bazıları diğer ülkelerle ticaret yapabilmek, ürünlerini bu ülkelere satabilmek ve bu ülkelerden çeşitli hammaddeler temin edebilmek için gerek Yakın Doğu ülkelerinde, gerekse Uzak Doğu ülkelerinde faaliyet göstermiştir. Yaşanan bu gelişmeler, uluslararası ilişkileri de büyük ölçüde etkilemiştir (EBSO, 2015: 4).

Birinci Sanayi Devrimi, pek çok alanda üretimde ve verimlilikte artışa, toplumsal refah düzeyinde artışa sebep olmuşsa da üretim tarzını değiştirmesi sonucunda yeni bir sınıfın (işçi sınıfı) çeşitli sorunsallarla birlikte ortaya çıkmasına neden olmuştur. Ayrıca, üretimdeki artış arz fazlasına yol açarak kapitalizmin ilk bunalımını ortaya çıkarmıştır. İnsanlara teknik kolaylıklar ve fırsatlar sunan devrim aynı zamanda aşılması gereken birçok sorunu da beraberinde getirmiştir (Küçükkalay, 1997: 51). Fabrika işçilerinin yeni oluşan sanayi kentlerinde kalabalıklar oluşturması geleneksel kurumların üstesinden gelmekte zorlandığı toplumsal sorunlar ortaya çıkarmıştır. Ayrıca, el zanaatlarının yerini makine üretiminin alması sonucunda üretilen mallar standartlaştırılmıştır. Bu durum işçilerin de standartlaştırılmasını zorunlu kılmıştır. Gerek makinelerde gerekse insanlarda ortaya çıkan bir sorun nedeniyle işin kesintiye uğraması veya düğümlenmesi eskisinden çok daha pahalıya mâl olmaktaydı. Seri üretim için çok büyük miktarlarda sermaye, emek ve hammadde bir araya getirildiğinden dolayı olası bir kesinti, tıkanıklık, aksama bunların hepsini durdurmaktaydı. Ancak, bir sorun olmadığı takdirde yüksek verimlilik sağlanması sermaye sahiplerine oldukça cazip görünmüştür (McNeill, 2001: 652-655).

Birinci Endüstri Devrimi’nin birbiriyle ilişkili şu değişimlerden oluştuğu söylenebilir (Deane, 1979: 1-2):

- Modern bilim ve deneysel bilginin yaygın ve sistematik bir şekilde üretim süreçlerine uygulanması

- Ekonomik aktivitenin aile içinde veya dar ve sınırlı alanda gerçekleşmesi yerine ulusal ve uluslararası pazarlara yönelik ekonomik aktiviteler gerçekleştirilmesi
- Nüfusun kırsaldan şehirlere göç etmesi
- Üretim birimlerinin aile düzeyinden kurumsal düzeye, kamu düzeyine genişletilmesi
- İşgücünün tarımsal ürünlerin üretiminden, işlenen mal ve hizmetler üretimine doğru hareket etmesi
- Yaygın ve yoğun bir şekilde, sermaye kaynaklarının insan emeğinin yerine geçmesi ve aynı zamanda insan emeğini tamamlaması
- Toprak sahipliği yerine sermayeye dayalı yeni sosyal ve mesleki sınıfların ortaya çıkması

1.2. Endüstri 2.0

1870’te üretim montaj hatlarında seri üretim yönteminin uygulanmasıyla Endüstri 2.0 ortaya çıkmıştır. Cincinnati’de bulunan bir mezbaha, hayvan karkaslarını taşımada kullandığı raylı sistem nedeniyle ilk modern üretim hattı olarak kabul edilmektedir. Bu örnekten ilham alarak Henry Ford, araba üretiminde Model T için meşhur üretim hattını 1913 yılında geliştirmiştir (Yülek, 2022).

Seri üretimin hızı ve aynı zamanda kapasitesi bu dönemde elektrik gücünün yardımıyla büyük ölçüde artış göstermiştir. Alman bilim insanı Karl Benz, ilk motorun ve ilk otomobilin patentlerini almıştır. Yine bu süreçte fosil yakıtların ve petrolün üretilmesi, modern gemicilik endüstrisi ortaya çıkmıştır. Endüstri 2.0’da; elektriğin yaygınlaşması sonucu gelişen yeni teknolojilerin üretimi artırması, bunların pazarlanmasını sağlayan iletişim kanallarının ve taşıma olanaklarının artış göstermesi ile birlikte otomasyon, üretim hatları, demir-çelik, taşımacılık, kimya, ilaç ve havacılık sektörleri hızla gelişmiştir (Özdoğan, 2017: 18-23).

Endüstri 1.0’da işletmeler malı ucuza üretmenin önemini fark etmişlerdi. Endüstri 2.0 döneminde ise ürettikleri malların tamamını satabildiklerini, ne kadar fazla mal üretirlerse üretsiner hiçbir şekilde ellerinde kalmadığını, mutlaka alıcı bulduğunu fark ettiler. Bu

durum, birim zamanda üretilen mal miktarını artırmak için fabrikaları bir araya yönlendirmiştir. Bunun sonucunda, önce Taylorizm ardından da Fordizm üretim modelleri ortaya çıkmıştır (Görçün, 2016: 58-64).

“Bilimsel yönetim yaklaşımı” adıyla bilinen Taylorizm, üretimi artırmak amacıyla tasarlanmıştır. Taylorizmin öncü uygulamaları, Birinci Endüstri Devrimi öncesinde ve Birinci Endüstri Devrimi’nin ilk dönemlerinde yaygın olan manifaktür üretimde görülmekte iken, 20. yüzyılın başında Taylor’un çalışmalarını yoğunlaştırması ile öne çıkmıştır. Taylorizmin temel üç ilkesi vardır. Bunlardan birincisi, işlerin mümkün olduğunca basitleştirilmesi, yani üretim sürecinin parçalara ayrılmasıdır. İkincisi, planlamanın merkezi düzeyde gerçekleştirilmesidir. Üçüncüsü ise, işçinin yapacağı işin her aşamasının yönetim kademesi tarafından planlanarak işçilere direktifler şeklinde ayrıntılı olarak aktarılmasıdır. Bu yaklaşım, işlerin tasarımı, gerçekleştirilmesi ve sonuçlarının bilimsel yaklaşımla ele alınması gerektiğini, ürün miktarını ve verimliliği artırmak için üretim aşamasında her bir adımın ayrıntılı olarak ele alınmasının ve bunun sonucunda işin en basit ve en uygun şekilde yapılmasının gerekliliğini öne sürmüştür. Taylorizm ekonomik rasyonellikten hareket ederek insanın her zaman rasyonel davranacağı varsayımıyla işletmelerde çalışanların daha yüksek ücret alabilmek için daha çok çaba harcayacaklarını öne sürmüştür. Bu bakış açısıyla birlikte, zaman ve hareket etütleri, iş ekonomisi, iş ve üretim standartları yaygınlaşmıştır (Koçel, 2020: 219-222).

Fordizm ise Henry Ford tarafından geliştirilmiş ve 1913’te ilk kez Ford otomobil fabrikasında uygulanmasına geçilmiş bir üretim örgütlenme biçimidir. Henry Ford, 1903 yılında otomobil üretmeye başladığı zaman, her montajcı bir otomobilin bütün montajını kendi başına gerçekleştirmekte ve bu da 514 dakika sürmekteydi. Ford, montaj işlemini hızlandırmanın yollarını aramış ve tamamen yeni bir yol bulmuştur. Bu sayede, sadece tek bir iş yapmak suretiyle her bir montajcının görevi 514 dakikadan 2.3 dakikaya düşmüştür. Ford’un bu yolu kullanarak ürettiği otomobilin ismi Model T’dir. Model T, siyah, kutu gibi bir araçtır ve kullanımı ve onarımının basit olmasından dolayı Ford bu otomobili evrensel otomobil olarak nitelendirmiştir (Barnet ve Cavanagh, 1985: 206). Fordizm yaklaşımında, seri üretimin temel ilkeleri, ayrıntılı bir iş bölümü, seri hareket ve sürekliliktir. Ekipmanlar birbirine yakın şekilde dizayn edilmiştir ve hareket eden bir hat boyunca montaj işlemi gerçekleştirilmiştir. Ford’un The Highland Park adlı fabrikası o dönemde dünyada ekipman açısından en iyi durumda olan araba fabrikasıdır. Ancak buna rağmen o dönemde

robot hattının ve makine transfer hattının otomotiv sektöründe henüz icat edilmemiş olmasından dolayı bir hat boyunca çalışacak makineler satın alarak işgücünü büyük oranda azaltmak mümkün olmamıştır. Yine de, Ford, sermayeyi iş gücünün yerine geçirmiş ve yarı kalifiye işçiler ile sermaye sayesinde satın aldığı ekipmanları birlikte kullanarak yüksek düzeyde bir işgücü verimliliği sağlamıştır (Wood ve Wood, 2003: 183-187).

Üretim teknolojisinin en etkili araştırmalarından biri, İngiliz endüstriyel sosyolog Joan Woodward tarafından gerçekleştirilmiştir. Woodward'ın, imalat sektöründeki 100 firmanın yöneticileriyle görüşerek, firma kayıtlarını inceleyerek elde ettiği veriler çok çeşitli yapısal özellikleri (kontrol kapsamı, yönetim seviyeleri), yönetim tarzının boyutlarını (yazılıya karşı sözlü iletişim, ödüllerin kullanımı), üretim türünü ve firmaların ticari başarılarına dair verileri içermektedir. Woodward bir ölçek geliştirerek firmaları üretim sürecinin teknik karmaşıklığına göre sınıflandırmıştır. Buna göre, teknik karmaşıklık üretim sürecinin mekanikliğinin boyutunu temsil etmektedir. Yüksek teknik karmaşıklık, işin büyük bir bölümünün makineler tarafından gerçekleştirildiğini, düşük teknik karmaşıklık ise işin büyük bir bölümünün işçiler tarafından gerçekleştirildiğini göstermektedir. Woodward'ın ölçeğinde başlangıçta 10 kategori vardır fakat sonrasında bunları düzenleyerek üç temel teknoloji grubuna ayırmıştır. Bunlardan birincisi, küçük parti ve birim üretim yapan firmalardır. Bu firmalar, müşterilerin belirli ihtiyaçlarını karşılamak için küçük siparişleri üreten, atölye olma eğilimindeki firmalardır. Küçük parti üretimi, büyük ölçüde insan gücüyle gerçekleştirilir. Bu nedenle yüksek düzeyde mekanize değildir. İkinci grup, büyük parti ve seri üretim yapan firmalardır. Büyük parti üretimi, standartlaştırılmış parçaların uzun üretim süreçleriyle karakterize edilen bir üretim sürecidir. Müşterilerin özel ihtiyaçları olmadığı için çıktı genellikle siparişlerin doldurulduğu envantere gider. Örneğin, otomotiv sektöründeki geleneksel montaj hatları bu gruptadır. Üçüncü grup ise, devam eden süreç üretimidir. Burada, tüm süreç mekanize edilmiştir. Başlama ve durma yoktur. Bu, bir montaj hattındakilerden bir adım ötede mekanizasyon ve standardizasyonu temsil eder. Otomatik makineler sürekli süreci ve sonuçları kontrol eder ve süreç ve sonuçlar oldukça öngörülebilirdir. Kimya fabrikaları, petrol rafinerileri, ilaç fabrikaları ve nükleer santraller buna örnektir. Bu teknoloji sınıflandırmasından yola çıkarak Woodward şu tespitlerde bulunmuştur (Daft, 2010: 256-258):

- Birinci gruptan üçüncü gruba doğru teknik karmaşıklık ve yönetim kademelerinin sayısı artış göstermektedir.

- Karmaşık makineleri desteklemek ve bakımını yapmak için daha fazla dolaylı işçi gerektiğinden, doğrudan işgücünün dolaylı işgücüne oranı teknik karmaşıklıkla birlikte azalmaktadır.
- Kontrol alanı, resmi prosedürler ve merkezileştirme gibi diğer özellikler seri üretim teknolojisinde yüksektir. Bunun sebebi ise işlerin standartlaştırılmış olmasıdır.
- Birim üretim ve devam eden süreç teknolojileri, makineleri çalıştırmak için yüksek vasıflı işçiler ve değişen koşullara uyum sağlamak için sözlü iletişim gerektirir.
- Seri üretim standartlaştırılmış ve rutinleştirilmiştir, bu nedenle çok az istisnai durum meydana gelir, çok az sözlü iletişim gerekir ve çalışanların az yetenekli, yarı kalifiye olması yeterlidir.

Endüstri 1.0 sürecinde lider konumda olan İngiltere, Endüstri 2.0 sürecinde öncülüğü Amerika ve Almanya'ya kaptırmıştır. Endüstri 2.0 sürecinde Amerika ve Almanya aktif bir konumdadır. Amerika ve Almanya, yeni icatlara yönelik çalışmalar yürütmüş, bunun için gerekli finansal desteği sağlamış ve icatların endüstriyel süreçlerde kullanılması için gereken desteği vermiştir. İngiltere ise Endüstri 2.0 sürecinin, Büyük Buhran ve dünya savaşlarının yaşandığı döneme rastlaması nedeniyle risk almaktan olabildiğince kaçınmıştır. Buna rağmen yine de Endüstri 1.0 sürecindeki başarısını doğru bir şekilde kullanmayı başarmıştır (Hobsbawm, 2016: 163-170).

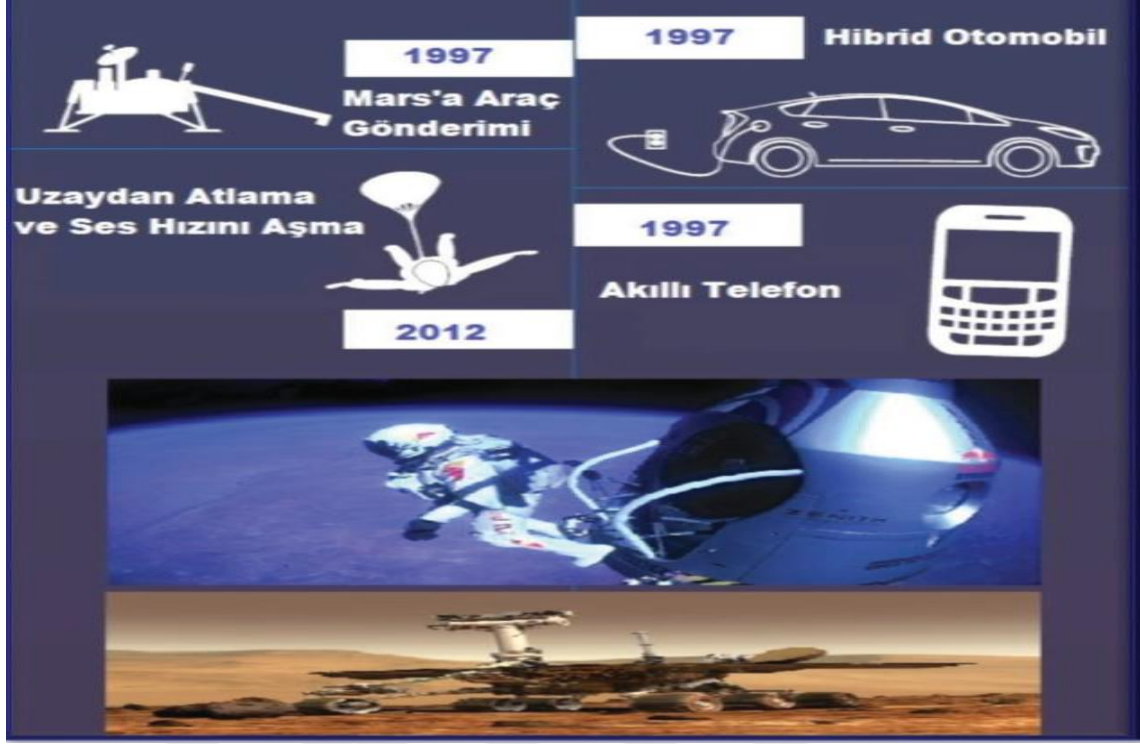
1.3. Endüstri 3.0

Rekabette meydana gelen artış ile birlikte Fordist üretimin sunduğu tek kalıbın artık zorlandığı görülmüştür. 1968'de geliştirilen programlanabilir makineler ile Endüstri 3.0 tetiklenmiştir. Programlanabilir makinaların gelişerek endüstriyel robotlara dönüştüğü bu süreçte, çeşitlenen tüketici tercihlerine cevap verme esnekliğini gösterebilen işletmeler ve bunların bulunduğu ülkeler öne geçmiştir (Alçın, 2016: 21).

İkinci Dünya Savaşı sürecinde geliştirilen ENIAC, çoğu kişi tarafından ilk modern bilgisayar olarak görülmektedir. John Matuhla ve J. Presper Eckert tarafından icat edilen ENIAC, savaş sırasında bombanın nereye düşeceğini hesaplamak amacıyla üretilmiştir.

Bir insanın 20 saatini alan bu görevi ENIAC sadece 30 saniyede gerçekleştirebilmekteydi. Elektrik akımını düzenleyen 18.000 vakumlu tüp ve manuel lehimlenmiş 5 milyon ek parçadan oluşan ENIAC, 30 ton ağırlığında, çok geniş bir odayı kaplayacak büyüklükteydi. Ayrıca, 50 evin tükettiği miktarda enerji tüketiyordu. ENIAC, dışarıdan kablo ağıyla kaplanmış durumdaydı ve yanıp sönen yüzlerce ışığı mevcuttu. Operatörlerin bilgisayara komut vermek için kullandığı yaklaşık 6.000 mekanik anahtardan oluşmaktaydı. Vakum tüpleri yerine transistörlerin kullanılmaya başlanmasından ve bilgisayarın tüm elektrikli parçalarını (transistör, kapasitör, direnç ve diyot) tek bir silikon çipte birleştiren entegre devre ve mikroişlemcilerin icat edilmesinden sonra bilgisayarların boyutları küçülmüştür. İlk bilgisayarlar, uzmanlık düzeyinde teknik bilgiye sahip kullanıcılar gerektiriyordu. 1975'te Altair 8800 adlı ilk kişisel bilgisayarın (PC) satışa sunulmasından sonra bu durum değişmiştir. 1975'ten sonra farklı firmalar, bireysel kullanıcılar için daha ucuz ve kullanımı kolay, uzmanlık düzeyinde teknik bilgi gerektirmeyen bilgisayarlar üretmeye başlamıştır. Bilgisayarın işlevlerini artıran CD-ROM, klavye, ekran, yazıcı gibi donanımlar zaman içerisinde üretilmiştir (Sığırcı, 2021).

Endüstri 3.0, önce Japonya ve hemen ardından Güney Kore, Tayvan, Hong Kong ve Singapur gibi ülkelerde yoğunlaşmıştır. 1978 yılından sonra dünyaya açılan Çin Halk Cumhuriyeti'nin sanayileşme süreci ise ekonomik ve nüfus büyüklüğünün de etkisiyle birlikte dünya ekonomisinde yepyeni bir döneme girilmesine sebep olmuştur. Çin, bu süreçte 17. ve 18. yüzyıldaki Birleşik Krallığın yerini alarak adeta dünyanın fabrikası hâline gelmiştir (Yülek, 2022).



Şekil 1.3: Endüstri 3.0 sürecindeki bazı önemli icatlar (EBSO, 2015)

Şekil 1.3’de o dönemde ortaya çıkan önemli icatlardan bazıları yer almaktadır. Üretimi ve pazar yetkinliğini her ikisini de eskimiş duruma getirip, çağdışı bırakan teknolojik yenilik “mimari yenilik” şeklinde adlandırılmaktadır. Endüstri 3.0’da ortaya çıkan internet, mimari bir yeniliktir. Bilgi teknolojileri, işletmeleri stratejik açıdan farklı biçimlerde etkileyebilmektedir. Örneğin, Hewlett –Packard gibi bazı işletmeler bilgi teknolojisi ürün ve hizmetleri temin etmekte olan bir bilgi teknolojisi işi yaparken, Ford Motor gibi bazı işletmeler, ürün ve/veya hizmet tasarımında bilgi teknolojisini destekleyici teknoloji olarak kullanabilmektedir. Amazon gibi bazı işletmeler de ürün ve hizmet ortaya koyarken bilgi teknolojisinden çekirdek teknoloji düzeyinde yararlanmaktadır. Pek çok işletme de bilgi teknolojisini müşterilere ulaşabilmek için bir pazarlama aracı olarak kullanmaktadır. Bilgi teknolojilerinin gelişmesiyle birlikte, stratejik yönetim düşüncesinde de beklentiler dönüşüm geçirmektedir. Bilgi teknolojilerini iş stratejisi ile bütünleştiren strateji süreçleri gelişmektedir (Betz, 2010: 9).

1.4. Endüstri 4.0

Endüstri 1.0, üretimi mekanikleştirmek için su ve buhar gücünü kullanmıştır. Endüstri 2.0, seri üretimi gerçekleştirebilmek için elektrik gücünü kullanmıştır. Endüstri 3.0 ise üretimi

otomatikleştirmek için elektronik ve bilgi teknolojilerini kullanmıştır. Günümüzde ise yeni bir devrim, Endüstri 3.0'ın üzerine inşa edilerek yükselmektedir. Bu yeni devrim, fiziksel ve sanal alanları yakınsayan teknolojilerin birleşmesi ile karakterize edilmektedir. Endüstri 4.0 teknolojileriyle birlikte yaşanan değişim ve dönüşümlerin hızının tarihte bir örneği yoktur. Önceki sanayi devrimleriyle karşılaştırıldığında, Endüstri 4.0'ın, doğrusal bir hızda değil katlanarak geliştiği görülmektedir. Bunun yanı sıra, küresel çapta her sektörü alt üst etmektedir. Bu değişim ve dönüşümlerin genişliğine ve derinliğine bakıldığında, küresel çapta tüm üretim, yönetim ve yönetişim sistemlerini dönüştürme potansiyeli taşımaktadır (Schwab, 2016a). “Emek Yoğun Teknoloji mi? Sermaye Yoğun Teknoloji mi?” tartışmalarına, Endüstri 4.0 ile emek ve teknolojinin birleştirilerek uygulanması önemli bir cevap sunmaktadır (Özkan vd., 2018: 131). Bu süreçte hem insan gücü, zekâsı, tasarım, planlama, koordinasyon gibi yetenekleri hem de Endüstri 4.0'ın teknoloji bileşenlerinin sunduğu hız, kalite, verimlilik artışı gibi özellikleri birleştiğinde maksimum fayda elde edilmesi olanağı ortaya çıkmaktadır.

WEF (World Economic Forum) Kurucu ve Başkanı olan Klaus Schwab'e (2016b:11) göre, gelişmekte olan bu teknoloji devrimi üç ana nedenden dolayı Endüstri 3.0'ın devamı değildir. Yeni bir devrim olma özelliğine sahiptir. Bu üç ana neden;

- **Hız:** Çok yönlü ve diğer teknolojilerle ilişkili yeni teknolojiler, birbirini etkileyerek hızlıca gelişmekte ve geliştirmektedir. Bundan dolayı, Endüstri 4.0 doğrusal olarak değil, üstel bir hızda yol almaktadır.
- **Genişlik ve Derinlik:** Endüstrinin müşteri isteğine göre kişiselleştirme yönünde değişim geçirmesi teknolojik açıdan çeşitliliğin artmasını sağlamıştır. Dijitalleşme ile birlikte bu devrim hız kazanmıştır. Bu nedenle “ne” ve “nasıl” sorularının yanı sıra “biz kimiz” sorusu da artık değişmektedir.
- **Sistem etkisi:** Endüstri 4.0 ile küresel düzeyde bütüncül, kapsamlı bir dönüşüm ortaya çıkmaktadır.

Endüstri 1.0, insanları tarlalardan fabrikalara getirmiş, Endüstri 2.0, üretim hatları ortaya çıkarmış, Endüstri 3.0, üretimi otomatikleştirmiş ve hizmetleri hızlandırmıştır. Endüstri 4.0 ise, makineler, algoritmalar, neredeyse her yerde bulunan dijital bağlantılarla insanlığın gelişmesini sağlamaktadır (Schwab, 2016b: 10-17).

Endüstri 3.0’da makineleri yöneten bilgisayarlar, Endüstri 4.0 ile birlikte birbirleriyle iletişime geçebilmekte ve fabrikaları yönetebilmektedir. Buna, “Akıllı Fabrika Dönemi”veya “Akıllı Üretim Dönemi”(Intelligent-Smart Factories) de denilmektedir (Ekonomik Forum, 2016: 17-18).

Endüstri 4.0, akıllı sistemler, akıllı altyapılar yoluyla inşa edilen ve yönetilen akıllı fabrikaların vizyonudur. Bu vizyon, izleme, iyileştirme, yapılandırma gibi görevleri otonom şekilde gerçekleştirebilen akıllı sistemler yoluyla üretim ekosistemlerinin yönlendirilmesine imkân vermektedir (Thames ve Schaefer, 2016: 13).

Kagermann vd.’e (2011: 5) göre, bilgi ve iletişim teknolojilerinin gelişmesiyle birlikte yıkıcı bir dönüşüm süreci başlamıştır. Böylece, bilgi ve iletişim teknolojileri, üretim ve hizmet alanındaki gelişmelerden doğan sinerji "Endüstri 4.0" olarak tanımlanan yeni bir kavramın hayatımıza girmesine sebep olmuştur.

Endüstri 4.0 kavramı, Kagermann ve arkadaşları tarafından 01.04.2011 tarihinde yayınlanan “*Industrie 4.0: With the Internet of Things Towards the 4th Industrial Revolution*- Endüstri 4.0: Nesnelerin İnterneti ile 4. Endüstri Devrimine Giderken” adlı bilimsel makalede kuramsal boyutta ilk kez değerlendirilmiştir (Kagermann vd., 2011). Bu tarihten sadece iki gün sonra ise resmi olarak ilk kez Almanya’da, Hannover Fuarında, 03.04.2011 tarihinde, Henning Kagermann, Wolf-Dieter Lukas ve Wolfgang Wahlster “Endüstri 4.0 Devrimi” ’ni dile getirmişler ve kavram burada dünyaya tanıtılmıştır. Hannover Fuarı’nın açılış etkinliğine Şansölye Angela Merkel’in yanı sıra pek çok politikacı ve yaklaşık 3.000 lider kuruluş katılmıştır. Katılımcılar burada “Endüstri 4.0” terimiyle tanışmıştır (DFKI, 2021).

Almanya’da Endüstri 4.0 inisiyatifi ilk defa 2011 yılında High-Tech strateji planı ile kamuoyuna sunulmuştur. Bunun için, 120 milyon Euro destek sağlanmaktadır. (BMBF, 2015).

Almanya’da, 2011 yılında Endüstri 4.0 düşüncesi ortaya atılmışken, 2013 yılında konuyu “manifesto” olarak yayınlayan Alman Ulusal Bilim ve Mühendislik Akademisi’nin (acatech) çabası ile bu kavram kuramsal çerçeveye kavuşmuştur (Alçın, 2016: 21).

Çekirdeğinde bilgisayar donanımı, yazılımı ve ağları olan bu teknolojiler aslında yepyeni değildir. İşletmeler yarım yüzyıldan fazla bir süredir bilgisayar satın almaktadır. Hatta Time dergisi kişisel bilgisayarı 1982'de "Yılın Makinesi" ilan etmiştir. Ancak bilgisayarlar hızla gelişerek yeni, farklı, görülmemiş işler yapmaya devam etmiştir. Fiziksel nesneler dijitalleştirildiğinde yani bir bilgisayarda depolanabilecek, istenildiğinde bir ağ üzerinden başka bilgisayarlara ve dijital araçlara, insanlara, dijital nesnelere gönderilebilecek şekilde bitlere dönüştürüldüğünde bunlar muazzam özellikler kazanmaktadır. Dijitalleşme güçlendikçe bazı işleri insanlar yerine bilgisayarların yapması sonucunda birçok insan işini kaybetme tehlikesiyle karşı karşıya kalabilecektir. Teknolojiyi değer ortaya çıkarmak için kullanabilen iyi eğitilmiş, yetenekli, nitelikli işgücüne ise Endüstri 4.0 çağında her zamankinden daha çok ihtiyaç duyulmaktadır (Brynjolfsson ve McAfee, 2018: 9-10).

Araştırma, geliştirme, pazarlama, satış ve dağıtım için küresel dijital platformlara erişimin kolaylaşması sayesinde, kaliteyi, hızı veya fiyatı iyileştirerek sektördeki köklü firmaları her zamankinden daha hızlı devirebilen çevik, yenilikçi rakipler de Endüstri 4.0 çağında birer aktör olarak ortaya çıkmaktadır. Ayrıca, artan şeffaflık, tüketici katılımı ve mobil ağlara ve verilere erişim üzerine kurulu yeni tüketici davranış kalıpları, şirketleri ürün ve hizmetleri tasarlama, pazarlama ve sunma yöntemlerini bu yeni çağa uyarlamaya zorladığından, talep tarafında da büyük değişim ve dönüşümler yaşanmaktadır (Schwab, 2016a).

Dijital teknolojiler, neredeyse sıfır maliyetle kopyalama yapmayı ve dünyanın her yerine bu kopyaları hızla ulaştırmayı sağlamaktadır. Her kopya orijinaliyle aynı kalitede olma özelliği taşımaktadır (Brynjolfsson ve McAfee, 2018: 63).

Endüstri 4.0'ın iş dünyası üzerine dört ana etkisi vardır. Bunlar; müşteri beklentileri, ürün geliştirme, işbirlikçi inovasyon ve örgüt yapılarındaki değişimlerdir. Günümüzde fiziksel ürün ve hizmetler, değerlerini artıran dijital yeteneklerle geliştirilebilmektedir. Yeni teknolojiler, varlıkları daha dayanıklı ve esnek hale getirirken, veri ve analitik bunların sürdürülme şeklini değiştirmektedir. Özellikle inovasyon hızı göz önüne alındığında, müşteri deneyimleri, veri tabanlı hizmetler, varlık performansı analitik yoluyla yeni işbirliği biçimleri gerektirmektedir. Küresel dijital platformların ve diğer yeni iş modellerinin ortaya çıkışı, yetenek, kültür ve örgütsel biçimlerin yeniden düşünülmesi gerektiğini göstermektedir (Schwab, 2016a). Basit dijitalleşmeden (Endüstri 3.0)

teknolojilerin kombinasyonlarına dayalı yeniliğe (Endüstri 4.0) geçiş, şirketleri, devletleri, kamu ve özel sektör kurum ve kuruluşlarını, üniversiteleri ve küresel düzeyde bütün aktörleri iş yapma biçimlerini yeniden gözden geçirmeye zorlamaktadır (Schwab, 2016a).

Siemens'in üst düzey yöneticilerinden Dieter Wegener'in *"Söz konusu olan şey, tüketim mallarında çoktandır kullanılan bir teknolojinin sanayi ve üretim süreçlerinde uygulanmasıdır"* ifadesinde ışık tuttuğu gibi Endüstri 4.0 Devrimi daha önce hiç bilinmeyen, bambaşka bir teknoloji değildir. Bugüne dek geliştirilen teknolojilerin birbirine entegre edilerek sanayi ve üretim süreçlerinde kullanılmasıdır (URL-6).

Achrol ve Kotler (2022: 525)'e göre, Endüstri 4.0 teknolojileri yaklaşık 50 yıldır oradaydı, ancak iş modelleri ve yönetim zihniyetlerinin gelişmesi yavaş olduğu için dönüşüm süreci yavaş seyretmiştir. Endüstri 4.0'ın çalkantılı ve bilgi açısından zengin ortamlarında, dağıtılmış, şirketler arası iş fonksiyonlarını yeniden tanımlayacak ağlar gelişmektedir. Bu dağıtılmış ağların etkisi on maddede özetlenebilir. Bunlar (Achrol ve Kotler, 2022: 525):

- Düşük maliyetli seri üretimden, daha düşük maliyetli tam zamanında ve stoksuz üretime geçiş
- Birebir kişiselleştirme
- Piyasaya sürme süresinin kısaltılması, piyasadaki değişikliklere yanıt vermede çeviklik ve şoklar
- Tasarımda üstünlük
- Rasyonelleştirme ile üretim risklerini ortadan kaldırıp, envanter, depolama ve lojistik maliyetlerini en aza indirme
- Artan rekabet, pazar şeffaflığı ve bilgi asimetrisinin azalması
- Neredeyse hiç malzeme israfı olmadan, kaynak açısından verimli, enerji açısından verimli, düşük karbon ayak izine sahip, çevre dostu olma
- Pazarlama firmalarının aynı zamanda dijital platformlar olması ve yatay pazarlama stratejileri
- Sanal deneyimler yoluyla farklılaşma ve mikro üretim teknolojisi

Joan Woodward'ın araştırmasından bu yana geçen yıllarda, üretim teknolojisinde yeni gelişmeler meydana gelmiştir. Günümüzün fabrikaları, Woodward'ın 1950'lerde üzerinde

çalıştığı fabrikalardan oldukça farklıdır. Özellikle, bilgisayarlar üretimin tüm türlerinde - küçük parti, büyük parti ve devam eden süreç- büyük bir devrim ortaya çıkarmıştır. Seri üretim imalatı da benzer dönüşümler yaşamıştır. Üretim teknolojisinin iki önemli çağdaş uygulaması, esnek üretim sistemleri ve yalın üretimdir (Daft, 2010: 261).

Endüstri 4.0'ın belirleyici özelliklerinden biri, makinelerin birbiriyle ve diğer akıllı cihaz ve sistemlerle iletişim ve etkileşim kurabilmesidir. Geleneksel bir üretim tesisinde birçok parça, kısa sürede işlem görmektedir. Burada önemli olan büyük miktarlarda üretim yapmaktır. Ancak Endüstri 4.0 teknolojilerinin kullanıldığı akıllı bir fabrikada, her bir parça, üzerinde öngörülen ve programlanan işlemi yapmakla yetinmeyecektir. Akıllı fabrika, yeni bir malzeme üzerinde hangi işlemi yapması gerektiğini kendisi ayırt etmektedir. Bunun için her malzeme parçasının bir “kartviziti” olmakta, elektronik çip şeklindeki bu kart telsiz bağlantıyla bir tanıma sistemini veya (süpermarketlerdeki gibi) okunabilir bir çubuk kodunu üzerinde taşımaktadır (RFID teknolojisi). Makine, kartviziti tanımakta ve ne yapılması gerektiğini bilmektedir. Artık her bir parça (geleneksel seri üretimden farklı olarak) aynı işlemden geçmemektedir. Ürünler, müşteri tercihinine göre kişiselleştirilmektedir. Yani, daha büyük miktarlarda üretim değil, aynı seriden daha küçük miktarlarda üretim söz konusu olabilmektedir. Hatta otomatikleşmiş esnek üretim bile gerçekleştirilebilmektedir. Her makine, işleyeceği her bir malzeme üzerinde yapılacak işlemi, malzemede bulunan çip sayesinde kendisi tanımaktadır. Aynı teknoloji ile her bir parça da kendisine uygun makineyi arayabilmekte ve kendiliğinden hareketle o sırada boş duran makinelere yönelerek kapasite kullanımını artırabilmektedir. Bu durumda, önceden tüm ayrıntısıyla hazırlanmış bir üretim planına gereksinim duyulmamaktadır. Bu süreçte, akıllı fabrikalardaki üretim daha verimli hâle gelmektedir. Ürün ile üretimin unsurları arasındaki bu sıkı bağın gerçekleşebilmesi ikili bir yapıyı gerektirmektedir. Bunun anlamı, her gerçek objenin bir de sanal kopyasının olmasıdır (dijital ikiz). İki taraf ancak sanal bir düzlemde iletişim kurabilmektedir. Bu sistemde, her ürün, her makine sayısal veriye dönüştürülmüş olmalıdır ki daha sonra diğer makinelerle veya malzeme parçalarıyla iletişim kurabilsin (URL-6).



Şekil 1.4: Endüstri 4.0 devrimi'nin işletmeye sağlayacağı kazanımlar (TÜBİTAK, 2016)

Şekil 1.4.'te görüldüğü üzere, Endüstri 4.0 teknolojileri üretimde verimlilik artışına, maliyetlerde azalmaya, sürede azalmaya, hızın artmasına olanak vermektedir.

Endüstri 4.0 ile birlikte, bağımsız üretim birimleri, tamamen entegre ve modernize edilmiş bir üretim akışı içerisinde birleştirilmekte ve “Akıllı” makineler ve ürünler birbirleriyle iletişim kurma ve bazı kararları özerk olarak verme olanağına sahip olmaktadır. Bu sayede, tedarikçiler, şirketler ve müşteriler arasındaki klasik ilişkilerin yerini yeni bir model olan insan-makine ilişkileri almaktadır (Saucedo-Martinez vd., 2017: 799). Yenilikçi bir teknolojiyi işletmesinde uygulamak isteyerek satın alan bir yöneticinin, bu teknolojiyen maksimum verimi sağlayabilmesi için işletmenin teknolojik yeterliliğe sahip olması gerekmektedir. En yeni teknolojileri satın alarak operasyon süreçlerine dâhil eden birçok işletme, çalışanların bu teknolojileri yönetebilme yeterliliğini değerlendirmedikleri için başarısız olmaktadır.

KPMG (2018: 70-71) tarafından, üretim sektöründe faaliyet gösteren 1300 işletmenin CEO'ları ile küresel çapta gerçekleştirilen “KPMG Küresel CEO Araştırması (Global CEO Outlook)’na göre, CEO’ların yüzde 95’i teknolojik değişimi, bir tehditten ziyade fırsat olarak gördüklerini belirtmiştir. Ayrıca, bu CEO’ların %71’i iş yapma biçimlerini köklü bir şekilde değiştirecek dönüşümlere liderlik etmeye hazır olduklarını ifade etmiştir.

Endüstri 4.0 teknoloji bileşenlerinin getirmekte olduğu özgün yenilikler acatech'in manifestosunda şu şekilde ifade edilmektedir (acatech, 2013: 15-16):

- **Kişiselleştirme imkânı:** Değer zinciri boyunca müşteri eksenli tutum ve davranışlar ile müşterinin tam istediği gibi ürünü ona ulaştırma imkânı vermektedir.
- **Esneklik:** Endüstri 4.0 teknolojileri tedarik zincirinin kolaylaşmasını, dinamikliği ve çevikliği sağlamaktadır. Süreçlerin dinamikliğini, gecikmelerin telafisini ve az zamanda çok miktarda, istenen özellikte çıktı eldesini olanaklı hâle getirmektedir.
- **Karar alma süreçlerinin optimizasyonu:** Endüstri 4.0 teknoloji bileşenleri ve uygulamaları, uçtan uca entegrasyonun gerçek zamanlı olarak ve şeffaflıkla gerçekleşmesini ve eş zamanlı olarak esnek yanıtların alınmasını mümkün kılmasından dolayı karar süreçlerini kolaylaştırmaktadır.
- **Kaynak etkinliği ve verimliliği:** Endüstri 4.0 teknoloji bileşenleri ve uygulamaları sayesinde en düşük miktarda girdiyi kullanarak, en yüksek miktarda, istenen özellikte, kaliteli çıktının elde edilmesi sağlanmaktadır. Ayrıca süreç boyunca kaynak ve enerji tüketiminin en az miktarda kalması sağlanmaktadır.
- **Yeni hizmetlerle değer ortaya çıkarması:** Endüstri 4.0 teknoloji bileşenleri ve uygulamaları yeni ortaya çıkardığı hizmetler ile istihdam sağlayarak sürece katkı vermektedir. Bu süreçte özellikle KOBİ'ler için kritik fırsatlar olduğu değerlendirilmektedir.
- **İşletmelerdeki demografik değişime yanıt vermesi:** Endüstri 4.0'ın bünyesinde barındırdığı akıllı teknoloji ve sistemler insan kaynağının yetkinliğini ve işyerinde çeşitliliği artırma potansiyeli taşımaktadır. Bu akıllı sistemler, esnek kariyer yolları sayesinde insan kaynağının üretkenliğini artırarak daha uzun süre boyunca sürdürmesine imkân vermektedir.
- **İş-yaşam dengesi:** Akıllı teknoloji ve sistemler sayesinde ortaya çıkan esnek iş modelleri ile insan kaynağının iş yaşamı ve sosyal yaşamı arasında daha iyi bir denge kurulması sağlanmaktadır.

- **Rekabetçiliğini kaybetmeyen bir ekonomi:** Endüstri 4.0 teknoloji ve uygulamaları, rekabetçiliği geliştirmekte ve bunun yanı sıra pazar payında liderliği elde etmeye imkân sağlamaktadır.

Endüstri 4.0, birçok teknolojiyi ve ilişkili paradigmaları da bünyesinde barındırmaktadır (Thames ve Schaefer, 2016: 13). Bu teknolojilerden birçoğu Endüstri 3.0 döneminde zaten kullanılmaya başlanmıştır ve Endüstri 4.0'ın ortaya çıkışını şekillendirmiştir fakat Endüstri 4.0 ile birlikte bunlar hızlı bir şekilde üretimi dönüştürmektedir.

Entegrasyonun sağlandığı, otomatik ve optimize edilmiş ürün akışı, verimliliği artırmakta ve tedarikçi-üretici-müşteri arasındaki ve insan-makine arasındaki geleneksel üretim ilişkisini değiştirmektedir (BCG, 2015: 4). Rekabet koşullarının gittikçe zorlaşması ile birlikte iş yapış modellerinde yeni yaklaşımlar gündeme gelmektedir. Günümüzün rekabet ortamında en hızlı, en kaliteli ve en maliyet etkin şekilde bir ürünü müşterisine teslim edebilmek başarı için önemli bir güç olarak karşımıza çıkmaktadır. Bunun yanı sıra, üretim bandında aynı üründen seri üretimin yapılmasının yanında kişiye özel ürünlerin de üretilmesi (ürünlerin kişiselleştirilmesi) de dijitalleşen ve dönüşen iş hayatının kaçınılmaz bir gereksinimi olarak ortaya çıkmaktadır. Bir diğer önemli etmen ise veri toplama ve analiz etme yeteneği sayesinde piyasanın ihtiyaç duyacağı ürünü daha bu ihtiyaç ortaya çıkmadan önce tahmin edebilme, buna göre aksiyon alabilme ve böylece rakiplerden daha önce piyasada yer alabilmedir. Dijital dönüşümle birlikte yeni oluşacak modeller şunlardır (T.C. Kalkınma Bakanlığı Sanayide Dijitalleşme Çalışma Grubu Raporu, 2018: 6-8):

- **Dijital ikiz:** Üstün performanslı donanımların artık erişilebilir olması ve simülasyon yazılımlarının ve algoritmalarının eriştiği yüksek performanslı seviye artık herhangi bir ürünü, sistemi, yapıyı, hatta insanı bile sanal ortamda gerçek hayattaki gibi simüle edebilme imkânı sunmaktadır. Gerçek hayatta hata oluştuktan sonra buna çözüm bulmak yerine, sanal ortamda çalışarak, ortaya çıkabilecek sorunları önceden tespit ederek çözüm yollarını bulmak ve gerçek hayata sorunsuz şekilde uygulamak bu sayede olanaklı hâle gelmektedir. Bu model, sorunları daha oluşmadan öngörebilmesi ile sonradan oluşabilecek maliyet sorunları, montaj zorlukları, ürünün çalışamaz hale gelmesi, tasarım hataları, üretim hattının durması, müşteri memnuniyetsizliği gibi kritik

hususlarda çözüm sağlamaktadır. Sanal ortamda yaşayan birebir kopya şeklindeki bu model, yeni bir faydalı yaklaşım sunmaktadır.

- **B2B, B2C, B2B2C gibi modellerde yenilikler ve e-ticaret:** Günümüzde, iş hayatında, siparişlerin elektronik ortamda alınması, sipariş aşamalarının online şekilde anlık izlenebilirliği, müşteri ile üreticinin arasında aracı mekanizmalar gerekmeden birbirleriyle doğrudan iletişim kurabilmeleri gibi hususlar oldukça önemlidir. E-ticaret gitgide çok daha önemli bir konuma gelmektedir.
- **Üretim modelinde yeni ihtiyaç; Hızlı üretim, ürün kişiselleştirme, az miktarda üretim, üretim süreçlerinin entegrasyonu:** Hızlı ve kaliteli seri üretimin yanında küçük partili üretim yapabilme, ürünleri müşteri isteğine göre kişiselleştirebilme kabiliyeti gitgide daha önemli hâle gelmektedir. Bu yeni ortam, ürün oluşturma, üretim hattının yeni ürüne hızla uyum sağlaması, aynı hat üzerinde tek ve birbirinden farklı ürünler üretebilme kabiliyetine sahip olunmasını gerektirmektedir. Bunun yanı sıra, kendi kendine işleyen ve karar verebilen üretim süreçlerinin geliştirilmesi, kestirimci bakım yeteneklerinin oluşturulması, dönüşümde ana amaç olan maliyet azaltma ve doğru zamanda doğru ürünün piyasaya sunulabilmesi gibi önemli hususlar da bu sayede gerçekleştirilebilecektir.
- **Tedarik zinciri yönetimi:** Ürün tasarım, üretim ve servis etmenlerinin birbirleriyle sayısal bir dille konuştuğu, kontrol verilerinin otomatik toplandığı ve akıllı sistemlerin karar vericilere destek sağladığı yeni dönüşümde stok tutma ve maliyet oluşturma konusu da çözüme kavuşmaktadır. Akıllı tedarik zinciri ve akıllı lojistik sistemlerinin yardımı ile gereken malzemenin hızlı tedarik edilmesi şeklinde yeni bir model önerilmektedir. Bu modelde, üretici ile tedarikçi arasında sürekli bir etkileşim ve bilgi akışı sağlanacak, üretim için gereken malzeme anlık olarak sipariş edilecek, tedarik zinciri bu yapıya göre güncellenecek ve tedarik zincirine yönelik tüm veriler gerçek zamanlı olarak hem üretici hem de tedarikçi tarafından izlenebilecektir.
- **Veriye erişim ve veri yönetimi - Açık veri (Verinin serbestleştirilmesi):** Yeni yüzyılın petrolü olarak nitelendirilen veri, gittikçe artan öneme sahiptir. Verinin, pek çok konuda doğru adımların atılmasını sağlaması, değere dönüştürülmesi ile mümkündür. Doğru verilerin toplanması, bu verilerin uygun şekilde saklanması veya işlenmesi ve ilgililerle kontrollü şekilde paylaşılması

diğer bir deyişle “Açık Veri” bu süreçte gelişen bir yaklaşımdır. Ayrıca, açık veri kavramıyla piyasanın ihtiyaçlarını görebilen ölçek bağımsız işletmeler uygulama geliştirebilme olanağı elde edebilecektir. Örneğin, NASA'nın uydu görüntülerine erişim sağlayan girişimlerin ortaya çıkardıkları ürünler bu türdendir.

- **Kalite bakış açısındaki değişiklik:** “Kalite” anlayışı ve süreçlerinde bu yeni döneme uygun değişiklikler yapılması, ürün yaşam döngüsü içerisine her noktaya 8 kalite anlayışının temas etmesi ve temel bir gereksinim maddesi olarak değerlendirilmesi, gerçek zamanlı verilerin alınması ve ölçümler yapılması, anında gereken iyileştirici tedbirlerin alınması günümüzde işletmeler için zorunluluk hâlini almaya başlamıştır. Endüstri 4.0 sürecinde, kalitenin dijital teknolojiler kullanılarak yönetilmesini ifade eden “Kalite 4.0” yaklaşımı oluşmaktadır.
- **Yönetim yaklaşımları ve kabiliyetlerindeki değişiklikler:** Endüstri 4.0 sürecinin yöneticileri, teknolojiyi yoğun şekilde kullanan, verinin değerini bilen, algoritmaları okuyabilen kişiler olması gerekecektir. Bu süreçte, “teknoloji kaynağı ve yönetimi” kavramı gündeme gelecektir. Özellikle Z kuşağı olarak nitelendirilen genç çalışanlar teknolojiyle iç içe büyüdüğünden dolayı bunlardan verim alabilmek için iş yapış biçimlerinin geleneksel anlayışlardan dijital teknolojiler ile bütünleşmiş yapılara dönüşmesi gerekmektedir. Bu süreçte, işletmelerin dijital faaliyetlerini yöneten “Dijital Dönüşüm Lideri” (Chief Digital Officer– CDO)’lardan (URL-10) bahsedilmektedir. Endüstri 4.0 döneminde, bütün süreçler canlılık, çeviklik ve süreklilik gerektiren bir dönüşüm geçireceğinden dolayı, yönetilecek unsur yaklaşımı sergilenmesi gerekmektedir. Bunun yanı sıra, inovatif bakış açılarının bu yeni dönemin itici gücü olması nedeniyle, yöneticilerin bunu destekleyen stratejiler belirlemeye, yenilikçiliği teşvik eden, destekleyen, ödüllendiren politikalar izlemeye önem vermeleri önemlidir.

Endüstri 4.0'ın iş sağlığı ve güvenliğini de etkileyeceği düşünülmektedir. İnsanlar için güvenlik ve sağlık riski olan birçok işi robotların, yapay zekâ ve nesnelerin interneti tabanlı sistemlerin gerçekleştirebileceği değerlendirilmektedir. Örneğin, gerçek zamanlı takip sistemleri (RTLS) çalışanların, ortamın ve nesnelerin gerçek zamanlı takibini yapabilen okuyucu tabanlı sistemlerdir. RTLS, tehlikeli ve yüksek risk içeren lokasyonlara entegre

edilerek hızlı ve gerçek zamanlı veri akışı gerçekleştirilebilmektedir. Örneğin, RTLS sisteminin bir yeraltı maden ocağına entegre edilmesiyle birlikte yeraltı maden takibi ve görünürlük analizi, maden çalışanlarının takibi ve güvenliği, maden araçlarının takibi ve performansı, enerji ve çevre yönetimi, ihtiyaç duyulması durumunda havalandırma sistemi etkinleştirilebilmektedir. Ayrıca, gaz sensörleri, üretimin yoğun olduğu yerlere, hava akımının az olduğu yerlere ve kirli havanın geçtiği noktalara yerleştirildiğinde bunlar yirmi dört saat kesintisiz ölçüm yapabilmektedir. Bu sayede, riskli ve yüksek tehlike içeren lokasyonlarda insana gerek duyulmadan gerçek zamanlı olarak gaz takibi yapılabilir (Doğan, 2022: 216-218).

Endüstri 4.0'ın bünyesinde barındırdığı teknolojilerin, kirlilik ve atık yönetimi, çevresel sürdürülebilirlik, iklim değişikliği, biyolojik çeşitlilik kaybı vb. çevre sorunlarına çözüm üretmeye yönelik adımlar atacağı öngörülmektedir (Çirkin ve Özdağoğlu, 2021: 1538). Aytekin vd.'e (2019: 943) göre, Endüstri 4.0 teknolojileri, tarım üzerinde de ciddi etkiler ortaya çıkaracaktır. Akıllı sistemler sayesinde, tüm arazi bulut bağlantılı ve insansız hava araçlarının nem ve sıcaklık gibi doğal unsurları kontrol etmesi, su ve elektrik gibi doğal kaynakların gereksiz kullanımının önüne geçilmesi, su kirliliğinin azaltılması gibi birçok konuda izlenebilecektir. Ayrıca, üretim performansının değerlendirilmesi ve arazide bulunan tüm ürün ve kaynakların eş zamanlı olarak detaylı analizinin gerçekleştirilmesi mümkün olacaktır. Tarımda nesnelerin interneti, teknolojinin gelişmesiyle birlikte verimliliği de artıracaktır. Gelişmiş teknolojiler ile topraktaki, sudaki istenmeyen maddelerin uzaktan izlenmesi operasyon ve kontrol kabiliyetini artıracaktır. Doğal kaynakların ve yeşil enerjinin korunması, hasat edilen ürünlerin çürümeden korunması tarım sektöründe faaliyet gösteren işletmelerin temel hedefleridir. Akıllı tarım tüm bileşenleriyle hayata geçirildiğinde sürdürülebilirlik açısından önemli katkılar sağlayabilecektir.

Endüstri 4.0 kavramını kuramsal olarak ilk kez ele alan araştırmacılar Kagermann ve Wahlster (2022: 1-10), 2011 yılında resmi olarak dile getirilen Endüstri 4.0'ın o tarihten bu yana geçen 10 yılını değerlendirdikleri, Endüstri 4.0'ın 10 Yılı "Ten Years of Industrie 4.0" başlıklı makalelerinde, endüstriyel yapay zekâ trendlerinin, uç bilgi işlem den buluta, 5G'ye kadar ekip robotiği, otonom intralojistik sistemler ve güvenilir veri altyapılarının dayanıklılığı, anlamsal işbirliğini ve sürdürülebilirliği güçlendirmek için kullanılması gerektiğini, bunun, değişken bir ekonomik ve jeopolitik çevrede uzun vadeli

uyum sağlamayı gerçekleştirmeye olanak sağlayan dijital inovasyon ekosistemleri oluşturulmasına zemin hazırlayacağını belirtmişlerdir. Ayrıca, Endüstri 4.0'ın bundan sonraki süreçleri için de endüstriyel yapay zekâya (Industrial Artificial Intelligent-IAI) daha büyük miktarlarda yatırım yapılması gerektiğini, endüstrinin hemen hemen tüm sektörlerinde en üst düzeyde öneme sahip olan Dijital İkiz kavramının rolünün daha da belirleyici hâle geleceğini öngörmektedirler.

1.5. Endüstri 1.0'dan Endüstri 4.0'a Yönetimsel Dönüşüm

Endüstri Devrimleri sürecinde, bu devrimlerin iş hayatında uygulanması, bir sonraki devrimin ortaya çıkmasını kolaylaştırmıştır. Bu süreçte, şüphesiz yöneticilerin rolü kritik öneme sahiptir. Endüstri Devrimleri sürecinde, yönetsel koşullarda ortaya çıkan değişim ve dönüşümler, işletme fonksiyonlarını etkilemiştir. Fabrikalarda bu süreçte üretim modellerinde gerçekleşen çeşitli değişim ve dönüşümler, yönetim bakış açısı ve uygulamalarıyla da desteklenmiştir. Bu nedenle, Endüstri 1.0'dan Endüstri 4.0'a kadar ilerleyen bu süreçte dönüşüme yanıt verebilmek, destekleyebilmek için yönetimin geçirdiği değişimleri incelemek yerinde olacaktır. Bu kısımda, Endüstri Devrimleri sürecinde yönetim konusu ele alınacaktır.

1.5.1. Endüstri 1.0'da Yönetim

Yönetim, insanlık tarihi kadar eski bir kavramdır. Milattan önceki dönemden itibaren insanların topluluk oluşturmaları sonucunda yönetim uygulamaları ortaya çıkmıştır. Önceleri, küçük toplulukların düşmanlarından korunmak amacıyla toplanmaları ile bunların yönetilmesi, sonrasında toplulukların büyümesi ile orduların oluşumu ve yönetilmesi, kamu yönetimi uygulamaları, dini yönetim uygulamaları, ticaret yönetimi uygulamaları gerçekleşmiştir (Koçel, 2020: 45; Wren ve Bedeian, 2009: 3). Ancak, yönetim düşüncesinin bilim hâline gelmesi 20. yüzyılın başında gerçekleşmiştir (Özcan ve Barca, 2010: 2). Bu alanların gelişmesini etkileyen başlıca faktör teknolojidir. Ortaya çıkan buluşlar, teknolojik gelişmeler toplulukların yaşam tarzlarını, düşünce biçimlerini, yönetim uygulamalarını dönüştürmüştür. Küçük birimlerde üretilen ürünlerin Endüstri 1.0 ile birlikte fabrikalarda üretilmesi, günümüzde kullandığımız anlamda 'yönetim' faaliyetini ortaya çıkarmıştır (Koçel, 2020: 45).

1.5.2. Endüstri 2.0’da Yönetim

Endüstri 2.0 sürecinde, fabrikaların ve işçi sayısının hızla artması ve bunların yönetilmesi gerekliliği ile birlikte en etkili yönetim yaklaşımını bulmak için çeşitli çalışmalar gerçekleştirilmiştir. Bu süreçte, Klasik, Neo-Klasik ve Modern Yönetim Yaklaşımları ortaya çıkmıştır.

1.5.2.1. Klasik Yaklaşım

Klasik yaklaşım, üç farklı görüşten oluşmaktadır. Bunlar, ‘Bilimsel Yönetim Yaklaşımı’, ‘Yönetim Süreci Yaklaşımı’ ve ‘Bürokrasi Yaklaşımı’dır (Koçel, 2020: 219).

Bilimsel Yönetim Yaklaşımı

Frederick Winslow Taylor’ın öncülüğünü yaptığı bu yaklaşım, verimliliği ve işgücü üretkenliğini artırmanın yolu olarak bilimsel olarak belirlenmiş işleri ve yönetim uygulamalarını vurgulamaktadır. Taylor, üretkenliklerinin artması için işçilerin tıpkı makineler gibi yeniden donatılabilir, fiziksel ve zihinsel dışlıları yeniden kalibre edilebilir varlıklar olduğunu öne sürmüştür. Taylor, yönetimin pratik kurallara ve geleneğe dayalı kararlarının, bireysel durumların dikkatli bir şekilde incelenmesinden sonra geliştirilen kesin prosedürlerle değiştirilmesi gerektiğini vurgulamıştır. Bu yaklaşımı uygulamaları durumunda yöneticiler her şeyi yapmak için kesin, standart prosedürler geliştirmekte, uygun becerilere sahip çalışanları seçmekte, çalışanları standart prosedürlere göre eğitmekte, işi dikkatli bir şekilde planlamakta ve çıktıyı artırmak için ücret teşvikleri sağlamaktadır Taylor’ın yaklaşımı, ilk olarak 1898’de vagonlardan demirin boşaltıldığı ve işlenmiş çeliğin yeniden yüklendiği Bethlehem Steel fabrikasında uygulanmıştır. Taylor, doğru hareketler, doğru aletler ve doğru sıralama ile her işçinin rutin olarak yaptığı gibi günde 12,5 ton yerine 47,5 ton yükleme yapabileceğini hesaplamıştır. Bu yeni standardı karşılamak için işçilere teşvik de yapılmıştır. Her işçiye günde 1,85 dolar ödenirken 1,15 \$ tutarında bir zam yapılmıştır. Bütün bunlar sonucunda, Bethlehem Steel fabrikasında üretkenlik bir gecede artmıştır. Böylece, iş dünyasında yönetimin rolünün istikrar ve verimliliği sürdürmek olduğuna dair kurumsal varsayımlar oluşmuş, üst düzey yöneticiler düşünmüş ve çalışanlar da yöneticileri kendilerine ne söylerse onu yapmıştır (Daft, 2010: 23). Bilimsel yönetim yaklaşımı, döneminde tüm sektörlerde verimliliği büyük ölçüde

artırmıştır, bu yaklaşımda öne sürülen fikirler günümüzde bile önemini korumaktadır. (Daft ve Marcic, 2022: 28). Fortune ve Wall Street tarafından dünyanın en etkili yönetim ve strateji düşünürlerinden biri olarak kabul edilen Gary Hamel, Harward Business Review’de yayınlanan ve modern yönetimi şekillendiren 12 inovasyonu sıraladığı makalesinde Bilimsel Yönetim Yaklaşımı’nı listenin ilk sırasına yerleştirmiştir (Hamel, 2006: 79).

Bilimsel Yönetim Yaklaşımı, işçileri ve onların ihtiyaçlarını, sosyal ve insani yönlerini göz ardı ettiği için çokça eleştirilmiş ve çalışanlar ile yöneticiler arasında çatışmaya sebep olduğu öne sürülmüştür. Ayrıca, işçilerin her birinin anlayış düzeylerinin, bilgilerinin ve yeteneklerinin birbirinden farklı olması nedeniyle onlara her biri birbiriyle aynı olan birer robotmuşçasına davranılması, onların fikirlerinin ve önerilerinin göz ardı edilmesi de eleştirilmiştir (Daft ve Marcic, 2022: 28).

Yönetim Süreci Yaklaşımı

Öncülüğünü Fransız mühendis Henry Fayol’un yaptığı ‘Yönetim Süreci Yaklaşımı’ da ekonomik olarak etkinliğin sağlanması ve rasyonelliği esas alan bir yaklaşımdır. Bu açıdan, Bilimsel Yönetim Yaklaşımı’nın bir nevi tamamlayıcısı olarak nitelendirilebilir. Taylor, iş tasarımı ve işlerin nasıl yapılması gerektiğine yoğunlaşırken Fayol ise örgütün tamamını ele almış ve iyi bir örgüt yapısı ve yönetiminin ilkelerine odaklanmıştır. Bu yaklaşım, yönetimin tüm alanları hakkında ilkeler geliştirmiştir. Bu açıdan, Bilimsel Yönetim Yaklaşımı ile kıyaslandığında ondan daha kapsamlıdır (Koçel, 2020: 225). Fayol, ‘General and Industrial Management’ adlı kitabında yönetime dair 14 ilke ortaya koymuştur. Fayol’un örgüt yönetimine dair ilkeleri şunlardır (Fayol, 1949: 19-20):

- İşbölümü
- Yetki ve Sorumluluk
- Disiplin
- Kumanda birliği
- Yürütme birliği
- Örgüt çıkarlarının bireysel çıkarlar üzerinde tutulması
- Personelin ödüllendirilmesi

- Merkezileşme
- Hiyerarşik düzen
- Düzen
- Eşitlik
- İşçi ve iş yaşamında istikrar ve dengenin sağlanması
- Teşebbüs ruhu
- Birlik duygusu

Klasik yaklaşım, örgütü mekanik bir yapı ve kapalı sistem olarak değerlendirmektedir. Buna göre, işçilerin neyi, ne şekilde yapacağı, nelerden sorumlu olduğu, nelerden sorumlu olmadığı açık ve net bir şekilde tanımlanarak açıklanmaktadır (Koçel, 2020: 227).

Bürokrasi Yaklaşımı

1800'lü yıllarda işletmelerin birçoğu aile işletmesi idir ve işletmenin başında tek bir yönetici vardır. İşletme kaynakları, örgütsel hedefler yerine yöneticinin istekleri doğrultusunda kullanılmaktadır. Çalışanlar, örgüte ve onun misyonuna değil başında bulunan yöneticiye bağlı durumdadır. Alman bilim adamı Max Weber, işletmelerin şahsi olmayan, rasyonel temellere bağlı olarak yönetilmesi gerektiğini öne sürmüştür. Bu fikrini bürokrasi olarak nitelendirmiştir. Weber'e göre ideal bir bürokrasinin altı özelliği vardır. Bunlar (Daft ve Marcic, 2022: 29):

- İşletmedeki pozisyonlar, yetki hiyerarşisi içerisinde organize edilmelidir.
- Yöneticiler kurallara ve prosedürlere bağlı olmalıdır. Bu durum, onların davranışlarının güvenilirliğini ve öngörülebilirliğini artıracaktır.
- Yönetim, işletme sahipliğinden ayrılmalıdır.
- Yönetimsel kararlar ve eylemler yazılmalıdır.
- Çalışanların seçilmesi ve terfi ettirilmesi, onların teknik yeteneklerine göre yapılmalıdır.
- İşbölümü, yetki ve sorumluluklar açık ve net bir şekilde tanımlanmalıdır.

Bürokrasi Yaklaşımı'nın ilkeleri de önceki iki yaklaşımla benzerlik göstermektedir. Diğer iki yaklaşımda olduğu gibi bu yaklaşımda da bu ilkelerin izlenmesi ile birlikte ideal, rasyonel bir örgüt yapısı oluşacaktır (Koçel, 2020: 242).

Yukarıda açıklanan üç farklı yaklaşımda geliştirilen ilkeler, 'en iyi örgüt yapısının oluşturulması' sorunu çevresinde toplanmıştır. Bu ilkelerin, her örgüt için her yerde geçerli olduğu kabul edilmiştir. Böylece, mekanik örgüt yapıları ortaya çıkmıştır. Bu örgütlerde, insan unsuruna özel bir önem atfedilmemiştir. İnsan unsuru, modelin bir parçası olarak değerlendirilmemiştir. Maddi unsurlar, iş, kavramlar vb. unsurların belirtilen ilkelere göre birleştirilmesiyle örgüt yapısı oluşturulmuş ve insan unsurunun bu yapıda kendisine söylenileni yapacağı, adeta bir robot gibi iş tanımının öngördüğü şekilde davranacağı varsayılmıştır. Kişisel sorunların işe yansımayaacağı, iş dışındaki yaşamın işyeri ortamını etkilemeyeceği varsayılmıştır. Sonraki dönemlerde yapılan çeşitli araştırmalar, klasik yaklaşımın varsayımlarını çeşitli şekillerde değiştirmiştir. Klasik yaklaşımın insan unsurunu göz ardı eden yönü neo-klasik yaklaşımlar ile tamamlanmıştır (Koçel, 2020: 242-243). Neo-klasik yaklaşım sürecinde yapılan çalışmalar, süreçlerin etkin ve verimli şekilde koordinasyonuna ve işgücünün motivasyonel unsurlarının tespit edilmesine odaklanmıştır (Daft ve Marcic, 2022: 35).

1.5.2.2. Neo-Klasik Yönetim Yaklaşımı

Neo-klasik yönetim yaklaşımı bünyesinde çeşitli çalışmalar gerçekleştirilmiştir. Bunlardan etkisi en yüksek olanları; Elton Mayo vd. tarafından Hawthorne araştırmaları sonucunda ortaya konan Beşerî İlişkiler Yaklaşımı, Douglas McGregor'ın ortaya koymuş olduğu X ve Y Teorileri, Chris Argyris'in Olgunluk Teorisi ve Abraham Maslow'un İhtiyaçlar Hiyerarşisi Yaklaşımıdır (Daft ve Marcic, 2022: 35; Koçel, 2020: 249).

Beşerî İlişkiler Yaklaşımı

1924 yılında, Elton Mayo ve arkadaşları, Western Elektrik İşletmesi'nin Chicago'da bulunan Hawthorne fabrikasında, ısı ve ışık koşullarının işçilerin üretkenliği üzerindeki etkilerini ölçmek amacıyla bir araştırma gerçekleştirmeye başlamıştır. Araştırmanın amacı, çalışma ortamındaki fiziksel şartlar üzerinde yapılan iyileştirmelerin işçilerin üretim kapasitesini artırıp artırmadığını gözlemlemektir. Bu fabrikada, 1924-1933 yılları arasında,

süresi birkaç aydan birkaç yıla kadar devam eden altı çalışma gerçekleştirilmiştir. 1924-1927 arasında gerçekleştirilen deneyler esnasında, bazı gruplarda fiziksel şartların iyileştirilmesiyle birlikte verimin artması gerekirken aksine düştüğü veya herhangi bir değişimin yaşanmadığı, fiziksel şartlarda herhangi bir değişiklik yapılmadığı hâlde verimin artış gösterdiği gözlemlenmiştir. Örneğin, bir test grubunda aydınlatma düzenli olarak azaltıldığı halde, ekipman zar zor görünür hâle gelene kadar üretkenlikte artış gözlemlenmiştir. Başka bir grupta, işçiler, ay ışığı altında çalışırken, parlak ışıklar altında çalıştıkları durumdan daha az yorulduklarını belirtmişlerdir. Bu sonuçların ardından araştırmacılar, üretkenlik üzerinde aydınlatmanın sadece küçük bir faktör olduğunu, kontrol edilemeyen daha büyük ve daha güçlü faktörler bulunduğunu ortaya koymuştur. Araştırmada Elton Mayo ve arkadaşlarının kurduğu hipotezlerin birçoğu bekledikleri gibi sonuçlanmamıştır. Sonrasında 1927-1932 yılları arasında, Röle Montaj Test Odası olarak adlandırılan ve beş yıl süren araştırmada, çalışma şartları gevşetildiğinde, üretkenliğin istikrarlı bir şekilde arttığı ve işçilerin devamsızlık oranlarının da üçte bir azalma gösterdiği gözlemlenmiştir. Bu sonuçlar, Elton Mayo ve arkadaşlarının, fiziksel etmenlerden sosyal etmenlere doğru dikkatlerini çevirmelerine neden olmuştur (Sonnenfeld, 1985: 111-114). Hawthorne Araştırması sonucunda şu tespitler yapılmıştır (Sonnenfeld, 1985: 114-115):

- Bireysel çalışma davranışı, bir dizi karmaşık faktör tarafından belirlenmektedir.
- Gayri resmi veya birincil çalışma grubu, bireylerin ihtiyaçları ile çalışma ortamı arasında aracılık eden kendi normlarını geliştirmektedir.
- Bu gayri resmi grupların sosyal yapısı, işle ilgili prestij ve güç sembolleri yoluyla sürdürülmektedir.
- Yöneticiler, her bireyin kendine has ihtiyaçlarını ve memnuniyetlerini anlamak için çalışan şikayetlerinin kişisel bağlamını dinlemelidir.
- Çalışan duygularının dikkate alınması ve çalışanların süreçlere katılımı, değişime karşı direnci azaltabilir.

Araştırmalar sonucunda elde edilen bulgular ile yeni bir yönetim yaklaşımı ortaya çıkmıştır. Bu yaklaşımın merkezinde insan olduğu için İnsan İlişkileri Yaklaşımı olarak adlandırılmıştır. Ancak bazı kaynaklarda sadece Hawthorne Araştırmaları şeklinde de yer almaktadır (Koçel, 2020: 249).

X, Y ve Z Teorileri

Motivasyon ve insan doğası arasındaki ilişkilerin anlaşılmasının önemini vurgulayan Douglas McGregor, ilk kez 1960 yılında yayınlanan ‘The Human Side of Enterprise’ adlı kitabında, yöneticileri iki gruba ayırmıştır. Birinci grup, X Teorisi adı altında toplanabilecek çeşitli özelliklere, ikinci grup ise Y Teorisi adı altında toplanabilecek çeşitli özelliklere sahiptir. McGregor’a göre, negatif bir teori olan X Teorisi’nin özelliklerine sahip yönetim kademesi, para, materyal, ekipman, insan gibi üretkenliğin elementlerini örgütlemekten sorumludur. İnsanların emeğini yönetmek, onları motive etmek, eylemlerini kontrol etmek, davranışlarını örgütün ihtiyaçlarına göre değiştirmek bir süreçtir. Yönetim bu süreçte aktif olmazsa, çalışanlar örgütün ihtiyaçlarına karşı pasif hatta dirençli olacaktır (McGregor, 1960: 311-312; Pindur vd., 1995: 66). X Teorisi adı altında toplanabilecek çeşitli özelliklere sahip olan yöneticilerin insanların davranışları konusundaki varsayımları şunlardır (McGregor, 1960: 311-312) :

- Ortalama bir insan doğal haliyle tembeldir ve mümkün olduğunca az çalışmak ister.
- Ortalama bir insan, işe karşı tutkusuzdur, sorumluluktan kaçır ve güvende olmayı tercih eder.
- Ortalama bir insan, doğuştan ben merkezcidir, örgütün ihtiyaçlarına karşı kayıtsızdır.
- Ortalama bir insanın doğasında değişime karşı direnç göstermek vardır.
- Ortalama bir insan, aptaldır, fazla zekâyâ sahip değildir. İş yaptırabilmek için onu zorlamak, üzerinde baskı kurmak, kontrol etmek gerekir.

McGregor’a göre, pozitif bir teori olan Y Teorisi’nin özelliklerine sahip yönetim kademesi, para, materyal, ekipman, insan gibi üretkenliğin elementlerini örgütlemekten sorumludur. Çalışanlar örgütün ihtiyaçlarına karşı doğuştan pasif hatta dirençli değildir. Örgüt içindeki deneyimlerinin bir sonucu olarak bazen öyle davranırlar. Motivasyon, gelişim potansiyeli, sorumluluk alabilme kapasitesi, örgütsel hedefler doğrultusunda rol alma gibi davranışların hepsi insanın içinde mevcuttur, bunları yönetici getirip insana vermez. Yöneticinin sorumluluğu, insanların kendilerindeki bu insani özellikleri fark edip geliştirmelerine olanak sağlamaktır. Yöneticinin en önemli görevi, örgütsel şartları ve operasyon

yöntemlerini, insanların kendi çabalarını örgütsel amaçlar doğrultusunda yönetmek suretiyle kendi hedeflerini en iyi şekilde başarabilecekleri şekilde düzenlemektir. Bu, fırsatlar ortaya çıkarmak, potansiyeli fark etmek, engelleri kaldırmak, gelişmeyi teşvik etmek, yol göstermek gibi faktörlerden oluşan bir süreçtir (McGregor, 1960: 317-318). Y Teorisi adı altında toplanabilecek çeşitli özelliklere sahip olan yöneticilerin insanların davranışları konusundaki varsayımları şunlardır (McGregor, 1960: 317-319):

- Çalışmak, bir insan için doğal bir aktivitedir.
- Ortalama bir insan doğal haliyle tembel değildir. Örgüt içindeki deneyimlerinin bir sonucu olarak bazen öyle davranırlar.
- Ortalama bir insan, gerekli şartlar oluşturulduğu takdirde daha fazla sorumluluk alma ve öğrenme eğilimindedir.
- İnsan kendini kontrol eder ve yönetir.

X Teorisi, yöneticilere çalışanlarına çocuk gibi davranmayı önerirken Y Teorisi ise onlara birer yetişkin gibi davranmayı önermektedir. Adem-i merkeziyetçilik, yetki devri, iş büyüme, katılımcı ve danışmacı yönetim, performans değerlendirme gibi işletmelerde başarı sağlayan bazı uygulamalar Y Teorisi ile tutarlıdır (McGregor, 1960: 319-320). X ve Y Teorileri, değişen örgütsel hedefler ve toplumsal değerler çerçevesinde; düzeltilebilen, araştırılabilen, analiz edilebilen yönetsel davranışlarda günümüzde bile halâ analitik bir başvuru aracı olarak kullanılabilmektedir (Özkoç, 2014: 79).

Z Teorisi, William Ouchi tarafından ortaya atılmıştır. Z Teorisine göre, uzun vadeli istihdam, yavaş değerlendirme ve terfi, orta derecede uzmanlaşma, uzlaşmaya dayalı karar verme mekanizması, sorumluluğun bireysel olması, kontrol mekanizmasının örtülü, gayri resmi ancak açık önlemlerle yapılması ve bütünsel bir ilginin işletmelerin başarısında kritik rol oynayacağı değerlendirilmektedir. Z Teorisi, bireysel değerlere temel bir kültürel bağlılık ile son derece kolektif bir yapıya sahip bireysel olmayan etkileşim modelinin birleşimidir. Bu modelde istihdam resmi olmasa bile bir ömür boyu devam etmektedir. (Ouchi ve Price, 1978: 39-41).

Olgunluk Teorisi

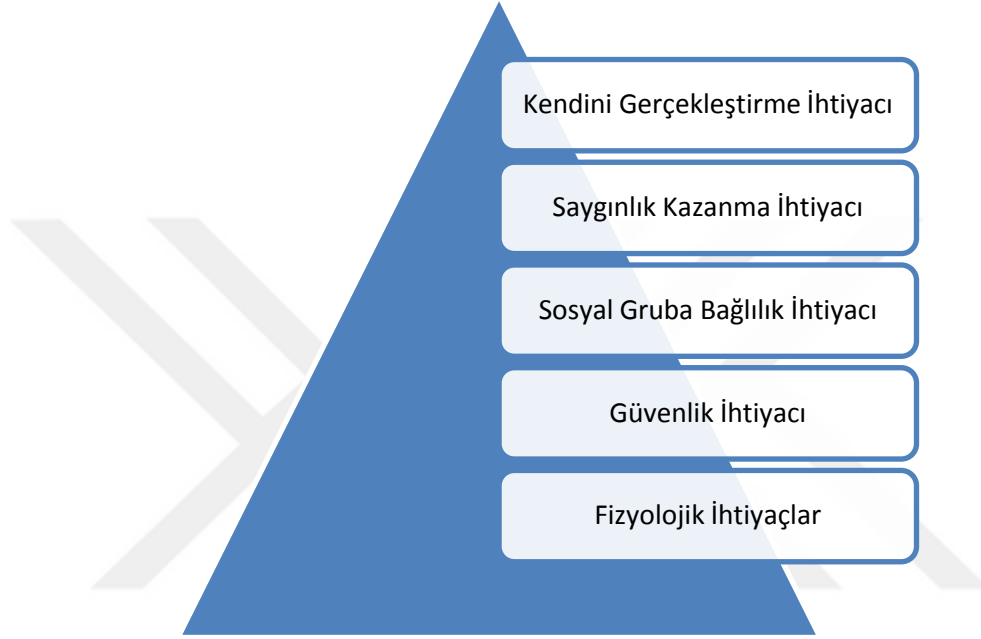
İnsan, yaşadığı çevre ve diğer bir çok etkenin varlığı altında şekillenen ve gelişen bir varlıktır. İlk çağ filozoflarından Sophokles' in dediği gibi “dünyanın harikası çok, ama hiçbirisi insan kadar harika değildir.” Çeşitli buluşlara ve yapılara imza atan, günümüzde “bilgi çağı” olarak adlandırılan sürece ivme kazandıran da insandır. Bu yönüyle, insan şüphesiz harika bir varlıktır. Birbirlerinden kısmen farklı olan insanların doğaları iyi tanındıktan; mevcut yeteneklerine uygun konumlara yerleştirildikten; eğitim, bilgi ve beceri kazandırma yöntemleri ile geliştirildikten, güçlendirildikten ve motive edildikten sonra insanların ve örgütlerin başarılı olması son derece doğaldır (Aktan, 2011a: 387).

Chris Argyris'in Olgunluk Teorisi'ne göre, insan hayatının devreleriyle örgütün yönetim yapısı arasında benzerlik vardır. Bebeklikten yetişkinliğe geçişte pasiflikten aktifliğe, bağımlılıktan bağımsızlığa, kendi duyarlılığının farkında olmamaktan kendine duyarlı olmaya, kendini kontrol edememekten kendini kontrol edebilmeye doğru olgunlaşmamışlıktan olgunluğa ulaştıran sağlıklı bir kişilik gelişimine eğilim vardır. Aynen bu şekilde, yönetim kademesi tarafından desteklendiklerinde çalışanların da olgunluğa ulaşabilmeleri mümkündür (Wren ve Bedeian, 2009: 441). Ancak, hiyerarşik sistemdeki formal örgütlenme küçük yaştaki bir çocuğun gereksinimlerine karşılık verecek biçimde düzenlenmiştir. Formal örgüt, çalışanlarına hem disiplin hem bilgi yönünden adeta bir çocuğa davranır gibi davranmaktadır. Bu nedenle, çalışanlar büyüyemez, olgunlaşamaz, daima pasif ve bağımlı olarak kalır. Oysa insan yaşı ilerledikçe, daha aktif, bağımsız, kendi işini kendisi yapan, daha derinlemesine düşünen, araştıran, kendini geliştirmek isteyen, uzun dönemli bir bakış açısı geliştiren, çok yönlü davranışlar gösterebilen birine dönüşür. Chris Argyris, klasik örgüt yapılarının, çalışanların olgun insan özelliklerine doğru gelişmesini engelleyen yapılar olduğunu, olgun çalışanların beklentisine cevap verebilecek yapının yatay örgüt yapısı olduğunu öne sürmüştür. Yatay örgütler, yetki ve sorumluluğun paylaşıldığı, gerektiğinde devredildiği, terfi olanaklarının bulunduğu ve bunların açık ve net olarak dile getirildiği örgütlerdir (Çeri Booms, 2014: 52).

İhtiyaçlar Hiyerarşisi Yaklaşımı

Motivasyon kaynaklarını inceleyen ilk yönetim uzmanlarından biri olan Abraham Maslow, insani özelliklere ve değerlere odaklanmıştır. Maslow, 1943 yılında yazdığı “A Theory of

Human Motivation” adlı makalesinde insan ihtiyaçlarını beş temel kategoride değerlendirmiştir. Maslow, ihtiyaçların belirli bir hiyerarşeye sahip olduğunu ve bunların en alt kademedan en üst kademeye doğru hiyerarşik olarak ilerlediğini öne sürmüştür (Bkz. Şekil 1.5). Yani, alt kademedeki ihtiyaçlar doyurulduka daha üst kademelere doğru ilerleme mümkün olmaktadır. Maslow’a göre, bir alt düzeydeki ihtiyaçlar doyurulmadan daha üst seviyedeki ihtiyaçlar birey tarafından algılanamaz (Maslow, 1943: 372-383).



Şekil 1.5: Maslow’un ihtiyaçlar hiyerarşisi yaklaşımı (Maslow, 1943)

Şekil 1.5’e göre hiyerarşik olarak en alt kademedan fizyolojik ihtiyaçlar bulunmaktadır. Fizyolojik ihtiyaçlar doyurulduktan sonra birey, bir üst kademedan bulunan güvenlik ihtiyaçlarını algılar. Güvenlik ihtiyaçlarını karşıladıktan sonra ise sevilme ve sosyal gruba bağlanma ihtiyacını algılar. Onu da karşıladıktan sonra saygınlık kazanma ihtiyacını algılayarak onu karşılar. Bundan sonra ise piramidin en üstünde bulunan kendini gerçekleştirme ihtiyacını algılar ve bu ihtiyacını karşılamaya yönelik çabalar.

Maslow’a göre, kendini gerçekleştirmek bir insanın ne olabileceği ya da ne olması gerektiği sorusunun cevabıdır ve kişiden kişiye değişir. Örneğin, bir insan için ideal anne olmak, bir diğeri için atletik bir yapıda olmak, bir başkası için sanat dallarında, bilim alanında başarılı olmaktır (Maslow, 1943: 382-383). Maslow, dünya nüfusunun sadece % 2’sinin kendini gerçekleştirme noktasında bulunduğunu öne sürmüştür. Bu aşamadaki kişilerin mutlu olmaları için yaşamlarında doğruluk, güzellik, iyilik, enerji, bütünlük,

mükemmellik, tamamlanmışlık, basitlik, adaletlilik, tekillik, entellektüellik, eğlenceli ve neşeli bir bakış açısı, duyarlılık ve kendine yetebilme gibi özelliklere sahip olmaları gerektiğini ortaya koymuştur (Güngör, 2014: 3).

1.5.2.3. Modern Yönetim Yaklaşımları

Yönetim alanında modern dönem, dönüşümün belki de en kapsamlı yaşandığı dönemdir. Sistem yaklaşımı, durumsallık yaklaşımı, adaptasyon yaklaşımları bir bütün olarak modern dönemde ortaya konan yaklaşım ve teorilerdir. Bu yaklaşım ve teorilerin, yönetim düşüncesine en önemli katkılarından biri “açık sistem” bakış açısını getirmiş olmasıdır. Klasik ve neo-klasik dönemde örgütlerin daha çok içine odaklanılarak her örgüt kapalı bir sistem olarak ele alınmıştır. Modern dönemde ise dış çevre, yönetsel bir konu olarak düşünce sistemine dahil edilmiştir. Bu dönemde örgütler üst sistemlerin içinde yer alan mikro birimler olarak değerlendirilmeye başlanmıştır (Özcan ve Barca, 2010: 13).

Modern yönetim yaklaşımları, çeşitli teorileri birleştirerek gelişmiştir. Sistem yaklaşımı, durumsallık yaklaşımı, stratejik yönetim yaklaşımı modern dönemde ortaya konmuştur. Sistem ve durumsallık teorileri ile birlikte klasik, davranışsal ve nicel yönetim hareketleri bir araya gelerek modern dönemi ortaya çıkarmıştır (Pindur vd., 1995: 69).

Sistem Yaklaşımı

Biyolog Von Bertalanffy’a (1928: 64) göre, canlının temel karakteri organizasyonu olduğundan, tek tek parçaların ve süreçlerin alışlagelmiş yöntemlerle incelenmesi, bütünde meydana gelen önemli olayların anlaşılmasında ve parçaların ve süreçlerin koordinasyonu hakkında bilgi vermede tam bir sonuç sağlayamaz. Bu nedenle biyolojinin temel görevi, biyolojik sistemlerin yasalarını (organizasyonun her düzeyinde) keşfetmek olmalıdır. Bunu, organizmanın sistem teorisi olarak ele almak doğru olacaktır.

Von Bertalanffy’nin öldüğü 1972 yılına kadar geliştirmeyi sürdürdüğü Genel Sistem Teorisi, her türlü sisteme uygulanabilecek genel ilke ve prensipleri bulmayı ve geliştirmeyi amaçlayan disiplinlerarası matematiksel bir çalışma alanıdır. Genel Sistem Teorisinin ilk amacı, biyoloji, matematik, fizyoloji, ekonomi gibi bilim dallarının birleşiminden oluşan ve özellikle büyüme ve gelişme gibi konulara uygulanabilecek ilke, prensip ve teoriler

geliştirmektir. Böylece, olayları başka olaylardan ve çevre şartlarından bağımsız olarak incelemektense, her olayı belirli bir kapsamda, başka olaylarla ilişkili olarak incelemenin, olayları anlama, tahmin etme ve kontrol etme açılarından daha etkin olduğu ileri sürülmüştür. Bu bütüncü veya genelci görüşün yönetim konularına uygulanması ile yönetimde “sistem yaklaşımı” adı verilen yeni bir yaklaşım tarzı ortaya çıkmıştır (Koçel, 2020: 275).

Sistem, belirli bölümlerden oluşan bir bütündür. Bu bölümlerin her bir tanesinin kendisine dair işleyiş özelliğine sahip olmasının yanında bu bölümlerin etkinliğinin birbirlerine bağlı olması önemlidir. Sistem yaklaşımını diğer yaklaşımlardan ayıran özellik, bütünü oluşturan bölümleri, parçaları, alt sistemleri ve bunların birbirleriyle ilişkilerini birlikte ele almasıdır (Koçel, 2020: 275).

Durumsallık Yaklaşımı

Durumsallık yaklaşımı, yönetimde başarılı olmak için birbirinden farklı örgüt koşulları ve birbirinden farklı durumlar için aynı faktörlerin kullanılmasının aksine farklı faktörlerin kullanılmasına gereksinim duyulacağını öne sürmektedir. Örgütleri durumsallık yaklaşımı açısından tanımlama ve anlamada önemli olan belirleyici faktörler; çevre, teknoloji, yapı, iletişim, motivasyon, liderlik, karar verme, iş tasarımıdır (Joynt, 1977: 425-427). Örneğin, bazı durum ve koşullarda klasik yaklaşımın öne sürdüğü hiyerarşik örgüt yapısı uygun olabilirken farklı durum ve koşullarda bu yaklaşım uygun olmayabilir. Bazı durum ve koşullarda klasik yaklaşımın öngördüğü otokratik liderlik uygunken farklı durum ve koşullarda demokratik liderlik uygun olabilir.

Stratejik Yönetim Yaklaşımı

TDK’da strateji, “izlem, bir ulusun veya uluslar topluluğunun, barış ve savaşta benimsenen politikalara destek vermek amacıyla politik, ekonomik, psikolojik ve askerî güçleri bir arada kullanma bilimi ve sanatı; sevkülceyş” şeklinde tanımlanmaktadır (TDK, 2023). İşletmeler açısından değerlendirildiğinde ise strateji, amaçlara ulaşmak için çevre ile olan etkileşimi belirleyen geleceğe dönük, büyük çaptaki planlardır. Strateji, işletmenin oyun planıdır ve işletmenin nerede, nasıl, ne zaman, kimlere karşı, hangi amaçlar için rekabet edeceğine yönelik farkındalık düzeyini yansıtmaktadır. Stratejik yönetim ise,

işletmenin amaçlarına ulaşmak için tasarladığı planların oluşturulması ve uygulanması ile neticelenen kararlar ve eylemlerdir. İşletmeler, rekabet avantajı elde edebilmek için, rakiplerin sayısına, büyüklüğüne, uluslararası ticarete ilgilerinin artmasına, kamunun serbest piyasadaki alıcı, satıcı, düzenleyici ve rakip olarak rolüne karşılık verme süreçlerini iyileştirmek zorundadır. Bu iyileştirme, işletme içi konuların yanısıra çevresel öngörü ve dışsal konulara da fazla önem verildiğinde çok iyi düzeyde gerçekleşmiştir. İşte bu kapsamlı yaklaşım stratejik yönetimdir (Pearce ve Robinson, 2015: 3-4).

Yönetim gurusu Michael E. Porter'a göre, stratejiyi şekillendiren beş rekabet gücü vardır. Bunlar (Porter, 2013: 55-57):

- Mevcut rakipler: Sektörde faaliyet gösteren ve fiyat üzerinden rekabeti yoğun şekilde gerçekleştiren rakip işletmelerdir.
- Müşteriler: Akıllı müşteriler, sektördeki rakipleri birbirine düşürerek fiyatları indirmeye yönelik baskı oluşturabilir.
- Tedarikçiler: Tedarikçilerin güçlü olması durumunda, bunlar yüksek fiyat isteyebilirler ve bu da kârı sınırlandırabilir.
- Potansiyel girişimciler: Sektöre girmeyi düşünen, pazar payına aç, yeni kapasitelere sahip girişimcilerdir. Bunlar, yatırımı kilitleyebilme özelliği taşırlar.
- İkame ürünler: Müşterileri cezbedebilen alternatiflerdir.

Strateji, bu beş rekabet gücüne karşı savunma alanları ortaya çıkarmak veya güçlerin en zayıf olduğu şartlarda sektörde bir konum bulmaktır (Porter, 2013: 88). Stratejik yönetim, rekabet avantajı sağlayabilecek olan bir strateji seçme ihtimalini artırabilme özelliğine sahip bir dizi ardışık analizlerden ve tercihlerden oluşmaktadır (Barney ve Hesterly, 2015: 4).

1.5.3. Endüstri 3.0'da Yönetim

Küreselleşme, artan rekabet, bilgi teknolojilerinde ortaya çıkan hızlı gelişmeler, malzeme teknolojilerinde yaşanan gelişmeler, yeni pazarların ortaya çıkması, insan kaynağının işletmelerdeki öneminin artması, tüketicilerin bilinç düzeyinin artması, ihracatta

standartların geliştirilmesi, insan hakları ve demokratikleşmede gelişen koşullar 1970'lerden itibaren yönetim düşüncesi ve uygulamalarında birçok önemli yenilik ortaya çıkmasına zemin hazırlamıştır. Bu etmenler yönetimde de değişimi zorunlu hale getirmiştir. Bunlardan bir kısmı doğrudan işletmeyi, onun rekabet gücünü, çevre ile ilişkilerini, paydaşları ile iletişimini temel alan kavram ve teknikler iken diğer bir kısmı ise işletme ve çalışan arasındaki ilişkileri ve iletişimi temel alan teknik ve kavramlardır (Aktan, 2011b: 68-69; Koçel, 2020: 361-362).

1.5.3.1. Post-Modern (Modern Sonrası) Yönetim Yaklaşımları

Endüstri 3.0, üretimi otomatikleştirmek için elektronik ile bilgi ve iletişim teknolojilerini kullanmıştır. Küreselleşme ile bilgi ve iletişim teknolojilerindeki, elektronikteki gelişmelerle birlikte işletmeler arasındaki rekabet daha da hız kazanmıştır. Müşterilere daha kaliteli, daha ucuz, daha hızlı mal ulaştırma yarışı hızlanarak devam etmiştir.

Toplam Kalite Yönetimi

1980'li yıllarda başlayan ve 1990'lı yıllarda popüler olan ve yaygınlaşan yönetim uygulamalarının başında gelmektedir (Koçel, 2020: 388). Toplam kalite yönetiminin öncüsü olan W. Edwards Deming, kalitenin, hataların sıfırlanması ile birlikte değişkenliğin azaltılması olduğunu belirtmiştir. Deming, kalitenin yönetilmesi gereken bir olgu olduğunu değerlendirerek toplam kalite yönetimi yaklaşımı ile ilgili radikal yönetsel değişimleri içeren 14 temel ilke ortaya koymuştur. Bunlar (Deming, 2018):

- Hizmet ve ürünlerin kalitesini geliştirmek için bir işletme amacı belirlenmesi
- Amacı gerçekleştirmeye yönelik toplam kalite ve gelişim felsefesinin belirlenmesi
- Kalitenin yakalanması için sadece denetimlere güvenmenin yeterli görülmemesi
- Başarı değerlemesinin sadece fiyata göre yapılması uygulamasının bırakılarak bunun yerine tek tedarikçiyle çalışılarak toplam maliyetin en aza indirilmesi
- Planlama, üretim ve hizmet sürecinin sürekli geliştirilmesi
- Hizmet içi eğitimin kurumsallaştırılması

- Liderlik mekanizmasını benimsemek ve kurumsallaştırmak
- İşletme içerisinde doğruların konuşulması üzerindeki korku engelinin ortadan kaldırılması
- Çeşitli birimler ile yönetim kademesi arasındaki engellerin ortadan kaldırılması
- İşletme içerisinde nasihat, slogan ve sayısal hedefler ile çalışanların zorlanmasını ortadan kaldırmak
- Çalışanlar için sayısal kotaların ve yönetim için sayısal hedeflerin ortadan kaldırılması ve bu kişilerin sayısal kota ve hedeflere göre değerlendirilmemesi
- Çalışanların yaptıkları işten gurur duymalarının önündeki engellerin ve yıllık bazda değerlendirilmelerinin ve liyakat sisteminin sayısal kotalar üzerinden yapılmasının ortadan kaldırılması
- İşletmedeki herkes için güçlü, etkili eğitim ve kişisel geliştirme programlarının oluşturulması
- İşletmede kaliteye ulaşılması için herkesin değişim odaklı olmasının teşvik edilmesidir.

Deming, öne sürdüğü bu 14 ilke ile örgütsel değişimin başarılı olabilmesi için işletmelere bir rota önermiştir. Bu özelliğinden dolayı, Deming felsefesi bir kalite felsefesi olmasının ötesinde bir yönetim ve yaşam felsefesi olarak değerlendirilebilir (Gürüz ve Gürel, 2006: 49).

Bir diğer kalite gurusu Joseph Juran kaliteyi, müşterinin beklediği estetik, güvenilirlik, sağlamlık, dayanıklılık vb. niteliklere sahip, hatasız ürünlerin kullanım amacına uygun olması şeklinde tanımlamaktadır (Juran, 1992: 12).

Kalite gurularından Philip Crosby kaliteyi, hatasız üretim ve spesifikasyonlara %100 uyma şeklinde tanımlamaktadır. Crosby'e göre kalite bir önleme değil mükemmelleştirme olayıdır (George ve Weimerskirch, 1996: 6).

Kalite kavramının niteliği zaman içerisinde, ortama göre, şartlara göre değişiklik göstermektedir. Örneğin, otomotiv sektörü açısından değerlendirildiğinde 1970'li yıllarda otomobilin görünüşü, 1975'lerde otomobilin yakıt tasarrufu yapabilme kabiliyeti, 1990'lardan sonra güvenliği kaliteyi belirlemekte en ön sırada yer alan özellik olmuştur.

Bu yönüyle, işletmelerin kaliteye yönelik standartlarının statik görülmemesi, zamana, değişen çevre şartlarına ve müşteri beklentilerine göre gözden geçirilerek, ortama ve zamana göre uyum sağlanması gerekmektedir (Bumin ve Erkutlu, 2002: 85).

Yalın Yönetim

Yalın üretim sistemi kavramını ilk tanıtan kişi Massachusetts Teknoloji Enstitüsü'nde bir araştırmacı ve mühendis olarak görev yapan John Krafcik'tir. Krafcik'in yalın üretim teorisi, herşeyin daha azının kullanılmasını önermektedir. Krafcik'e göre, yalın üretim politikası uygulayan fabrikalar, geniş bir yelpazede model üretebilme yeteneğine sahip olurken aynı zamanda yüksek kaliteyi ve verimliliği de sağlayabilmektedir (Krafcik, 1988: 41). Krafcik'in yalın üretim sistemi, işgücünün yarısını, alanın yarısını, ekipman ve araç gereçlere yapılan yatırımın yarısını, harcanan zamanın yarısını kullanan bir sistemdir. Ayrıca, envanterin de yarıdan daha azıyla iş yapılabilmesini mümkün kılmaktadır (Womack ve ark., 2007: 11). Ancak Krafcik'in yalın üretim sisteminin temeli, sadece otomobil imalatına dayanmaktadır (Schultz, 2017: 301). Sonrasında, Womack ve Jones, yalın düşüncüyü geliştirerek beş yalın prensip ortaya koymuştur. Bunlar (Womack ve Jones, 2003: 16-26):

- **Değerin belirlenmesi:** Bir ürünün, müşteriler için değerinin, müşterinin bakış açısına göre öneminin açıkça tanımlanmasını ve gereksiz mekanizmaların ortadan kaldırılmasına yönelik girişimleri içermektedir.
- **Değer akışının tanımlanması:** Sipariş alımından nihai ürünü teslim edene dek gerçekleştirilen tüm kolektif faaliyetlerden oluşan değer akışının kategorilere ayrılarak adım adım haritalandırılmasıdır.
- **Akış:** Gereksiz mekanizmaların ve israfın ortadan kaldırılarak akışın iyileştirilmesi ve böylece teslimat süresinin kısaltılmasıdır.
- **Müşterinin çekilmesi:** Müşterilerin taleplerine karşı hassas ve duyarlı olunmasıdır. Yalın sistemler herhangi bir ürünü herhangi bir zamanda üretimde güncel hale getirebilir. Böylece değişen talep anında karşılanabilir.
- **Mükemmellik:** Sürekli mükemmelin peşinde olmak, sürekli geliştirmektir.

Womack ve Jones'a (2003: 15) göre, yalın yönetim, israfın çaresidir ve değer belirlemenin, değer ortaya çıkaran eylemleri en iyi şekilde sıralamanın, bu eylemleri kesintisiz olarak yürütmenin ve tüm bunları giderek daha etkili şekilde gerçekleştirmenin, daha az insan gücü, daha az ekipman, daha az zaman ve daha az alan kullanarak daha azıyla daha fazlasını başarmanın yolunu göstermektedir.

Yalın bir işletmenin amacı, müşteri değerini benimsemek, süreç odaklı olarak sürekli gelişmeyi sağlamak, verimliliği artırmak ve gereksiz her şeyin azaltılmasıdır (Schultz, 2017: 301). Yalın yönetim, iş akışlarının kalitesini, süreçlerde sürekli gelişimi, çalışanların motive edilmesini, onlara değer verilmesini, verimsizliklerin ortadan kaldırılmasını sağlayan bir geliştirme sistemidir (Mann, 2010: 54).

Yalın Yönetim, müşterilerin ihtiyaç, istek, beklentilerinin en yüksek düzeyde karşılanabilmesi için işletme yapısının sadeleştirilmesi, işletmeye bir faydası olmayan gereksiz iş süreçlerinin ortadan kaldırılmasıdır. Yalın Yönetim, yönetim yapısında bürokratikleşmeye ve hiyerarşiye karşı çıkmakta, aksine yalın ve sade bir yönetim yapısını savunmaktadır. Yalın Yönetim yaklaşımını benimseyen işletmeler, kademe azaltma ve hiyerarşiyi en aza indirme yoluna gitmektedir. Ayrıca çalışanları güçlendirmek, yetki ve sorumluluk devrinin gerçekleştirilmesi, yardımlaşma ve dayanışmanın önemini vurgulamak Yalın Yönetimin temel unsurları arasında yer almaktadır. Böylece, çalışanların işletmeyi benimsemeleri amaçlanmaktadır (Aktan, 2011b: 76-77). Bu sağlandığı takdirde, çalışanlar örgütsel bağlılık ve sonrasında örgütsel vatandaşlık davranışı geliştirerek işletmenin başarısı için daha fazla çaba gösterecektir.

Yalın Yönetimi benimseyerek yapılarını bu yaklaşıma uyarlayan işletmeler, geleneksel yönetimin mihenk taşı sayılan disiplinden vazgeçerek çalışanlara alan açan stratejik insan kaynakları yönetimi uygulamalarına yönelmelidir. Geleneksel yönetimin otokratik yönetici öngören yaklaşımının aksine, çalışanların motivasyonunu artıran ve onları heyecanlandıran, görüşlerini dikkate alan, geri bildirim önem veren bir liderlik anlayışı uygulanmalıdır. Bu durum, yenilikçi fikirlerin ortaya çıkmasını ve yeni kararların alınmasını hızlandıracaktır. Yalın yönetim uygulamalarının başarılı olması aniden gerçekleşecek bir durum değildir. Aksine bu bir süreçtir. Bunun başarılı olması için anahtar faktörler, yalın uygulamalara yön veren bir vizyon oluşturulması ve bu vizyonun işletmenin tüm birimlerine tanıtılması, bununla ilgili tüm çalışanlarla iletişim kurulması ve

bunun paylaşılan ortak bir vizyon hâline getirilmesi, tüm birimlerin katılımıyla gerçekleşen kapsamlı bir uygulama planı oluşturulması ve bu planla ilgili örgütün tümünde farkındalığın sağlanmasıdır. İşletme yalın uygulamalarını, tüm birimlerinde uygulamalıdır. Bunu gerçekleştirebilmek için de kendisi için en uygun değişim stratejisini bulması gerekmektedir (Bhasin, 2015: 18).

Henry Ford, 1927'de işletmesinde uyguladığı üretim felsefesini ve devrim niteliğindeki Ford Üretim Sisteminin (Ford Production System-FPS) temel prensiplerini açıklamıştır. Toyoda (ismi daha sonra Toyota olarak değiştirilmiştir) Motor Company Koromo, Japonya'da 1937 yılında kurulmuştur. Toyoda'nın kurucuları FPS üzerinde çalışarak bu prensip ve araçları daha da geliştirerek Toyota Üretim Sistemini (Toyota Production System-TPS) ortaya çıkarmışlardır. Just In Time (JIT) (Tam Zamanında Üretim) yöntemi ise Toyota üretim sisteminin kilit unsurudur. Toyota Üretim Sistemi'nin temel amacı, maliyetleri azaltmaktır. Bunun için, miktar kontrolü, kalite güvencesi ve insanlığa saygı gerektiğini öne sürmektedir. Bu sistemde, yalnızca ihtiyaç duyulan birimlerin, ihtiyaç duyulan zamanda ve miktarda üretilmesi gerekmektedir. 1973'de Petrol krizinin Kuzey Amerika'yı vurmasıyla yeni Japon üretim ve yönetim uygulamalarına olan ilgi aniden artmış ve bu konu üzerine birçok makale ve kitap yayınlanmıştır. Toyota'nın üretim sistemini tanımlamak için 1988'de "yalın" sözcüğü kullanılmıştır (Shah ve Ward, 2007: 787).

Günümüzde, işletmelerin web siteleri, klasörler, dosyalar ve şirket veri sistemlerindeki tüm bilgiler, yalın yönetim ile entegre edilerek çalışanlara ve müşterilere açıkça (görsel olarak) iletilmektedir. Bu, bilginin, ulaşmaya ve onu kullanmaya ihtiyacı olan herkesin anlayabileceği sade bir formata dönüştürülmesi ile gerçekleşmektedir. Böylece, paylaşılan bilgi güçlü bir araç haline gelmekte ve tüm paydaşlar için değer akışı sağlamaktadır (Schultz, 2017: 301-302).

Yıllarca, bilgi teknolojilerinin israfı artırdığı düşünülmüştür. Ancak, iş dünyası değiştikçe ve düşük maliyet avantajı sağlayabilen ülkelerin arasındaki rekabet arttıkça çağdaş teknolojik gelişmeleri yalın paradigmayla harmanlayarak rekabet avantajı sağlayacak yeni modeller geliştirilmektedir. Bunlardan birisi de, radyo frekansı tanımlama teknolojisinin (RFID) yalın yönetim düşüncesi bağlamında destekleyici özelliğinin kullanılmasıdır. RFID

kullanılarak, özellikle üretimde tedarik zinciri yönetiminde önemli bir rekabet avantajı elde edilmektedir (Powell ve Skjelstad, 2012: 173).

Kıyaslama (Benchmarking)

İşletmeler, aynı sektörde faaliyet gösterebilirler bile her biri birbirinden farklı yetenek ve kaynaklara sahiptir. Farklı pazarlama yetenekleri, farklı tedarik zinciri, farklı finansal yapı, farklı teknik bilgi ve operasyon yeteneği, farklı reklam faaliyetleri, farklı marka imajı gibi pek çok yönden çeşitlilik gösteren yetenek ve kaynaklara sahip rakip işletmelerin referans noktası olarak alınması rekabet stratejisinin belirlenmesinde önemlidir. Bir işletmenin rekabet gücünü artırmak için, yüksek performansa sahip, sektörde başarılı diğer işletmelerin, iş yapma tekniklerini inceleyerek bunları kendi teknikleriyle kıyaslaması ve bunun sonucunda ulaştığı bilgileri kendi bünyesinde uygulamasıdır. Kıyaslamanın nihai amacı, rekabet avantajı kazandıracak olan en iyi tekniklerin ve süreçlerin belirlenmesi ve bunların işletmenin mevcut olan teknik ve süreçleriyle kıyaslanarak işletmenin eksik ve zayıf yönlerinin tespit edilmesidir. Örneğin, General Electric, Motorola ve Motorola'nın kalite geliştirme ve kontrol süreçlerine yönelik 6 Sigma programı için kıyaslama yapmaktadır (Pearce ve Robinson, 2015: 162).

Dış Kaynaklardan Yararlanma (Outsourcing)

Önceden, işletmenin kendi içinde, kendi çalışanları tarafından gerçekleştirilen işlerin, işletme dışındaki kaynaklardan faydalanılarak gerçekleştirilmesidir. İş süreçlerinin oryantasyonu esnasında işletmeler, örgütlerini yapılandırmada gerçekleştirdikleri birtakım faaliyetlerinin stratejik açıdan kritik olmadıklarını farkettiler zaman bu yola başvurumaktadırlar. Bunlar genellikle çeşitli çalışan faaliyetleri, işletmenin orta kademe yöneticilerince gerçekleştirilen yönetsel kontrol faaliyetleridir. Ancak, bazı durumlarda, satın alma, taşıma, üretim gibi değer zincirindeki temel faaliyetlerde de dış kaynaklardan yararlanılabilmektedir. Yöneticiler, bu faaliyetlerden bir kısmının ürün veya hizmetler için değer ortaya çıkarmadığına, çok az miktarda değer ortaya çıkardığına veya bu faaliyetleri, bunlarda uzman işletmelere yaptırdıklarında daha düşük maliyete gerçekleştirebileceklerine (işlem maliyeti yaklaşımı) inanabilirler. Bu durumda, dış kaynaklardan yararlanmayı tercih ederler. Dış kaynaklardan yararlanmak, modüler örgütlerin oluşmasına sebep olur. Modüler örgüt, farklı yeteneklere sahip uzmanları veya

işletmeleri, ürün veya hizmet ortaya çıkarmak üzere biraraya getiren, bunların, başarılı çıktılar üzerinde katkı vermelerine imkân tanıyan bir yapıdır. Örneğin, Dell, bilgisayarları için gerekli parçaları üretecek ve bu parçaları biraraya getirecek taşıeron üreticiler ve montajcılar kullanmaktadır. Müşteri hizmetlerini ve destek faaliyetlerini yürütmek için de taşıeronlardan yararlanmaktadır. Dell'e ise, kontrol etmek ve bu örgütü gerçekte ve müşterinin zihninde korumak kalmaktadır (Pearce ve Robinson, 2015: 313-314).

Dış kaynak kullanımı, diğer uygulamalardan bağımsız, tek başına ele alınabilecek bir yönetim uygulaması değildir. Bunun aksine, işletmelerin kendi öz yetenekleri üzerinde yoğunlaşmaları, dış kaynak kullanımını beraberinde getirmekte ve bunun sonucunda partnership (ortaklık) geliştirmekte, şebeke örgütler ortaya çıkmaktadır. Ayrıca, bu durum işletmelerin küçülmesine ve esnekleşmesine, daha hızlı hareket eder, daha hızlı karar alır duruma gelmesine olanak sağlamaktadır (Koçel, 2020: 398).

Değişim Mühendisliği

Değişim mühendisliği, “yeni başlangıçlar” anlamına gelir. İşin çeşitli unsurlarının örgütlenmesi için yeni bir yol arayışıdır. Performansın maliyet, kalite, hizmet ve hız gibi kritik, çağdaş ölçümlerinde önemli ilerlemeler kaydetmek için temel bir değerlendirme ve iş süreçlerinin radikal olarak yeniden tasarlanmasıdır. Böyle bir değişim, ancak yeni iş stratejilerinin hayal edilmesi, gerçek süreç tasarımı, tüm karmaşık teknolojik, insani ve örgütsel boyutlarda değişimin uygulanmasını kapsayan bir inovasyon yoluyla mümkündür. Prensipte yeniden yapılanma, cesur, sert, akılcı ve verimli süreçler aramaktır. Değişim mühendisliğinin, istihdamı korumak, herhangi bir işlevi, operasyonu veya departmanı korumak gibi bir amacı yoktur. Sonuçları ne olursa olsun yapılması gereken her neyse onun yapılmasını öngörür. Yani her neyle sonuçlanırsa sonuçlansın fare yakalamak için o fare kapanının kurulması gerektiğini öne sürmektedir. Bu nedenle, gelenek ve kişisel çıkarlar değişim mühendisliğine direnme eğilimi göstermektedir. Bu direnme eğilimi, değişim mühendisliğini sancılı bir süreç hâline getirebilmektedir. Ayrıca, değişim mühendisliği, işi en iyi, en hızlı, en düşük maliyetle yapabilecek uzmanın işletme dışından olması durumunda o işin dış kaynak kullanımı ile gerçekleştirilmesini gerektirebilmektedir (Lankford ve Parsa, 1999: 311; Gamble, 1995: 2).

Sanal Örgütler

Bilgi ve iletişim teknolojilerinde gerçekleşen gelişim; iş dünyasındaki ticarî ilişkileri, iş modellerini ve yönetim anlayışlarını etkilemiştir. Bu süreçte, e-ticaret, e-pazarlama gibi yeni iş yapma biçimleri ve geleneksel işletmelerden farklı olarak coğrafi yer, zaman ve mekân olarak birbirinden uzakta çalışan “sanal örgütler” ortaya çıkmıştır. Sanal kavramı, işletme yazınında ‘geleneksel somut biçimiyle var olmayan’ anlamında kullanılmaktadır. “Sanal örgüt”; çevresinde meydana gelen değişimlere uyum yeteneği yüksek, birimler arasındaki yüksek güvene dayanan, dış kaynaklardan yararlanan, bilgi ve iletişim teknolojilerinden yoğun şekilde yararlanan ve değişen taleplere tepki verme süresi oldukça kısa olan yapıdır. Sanal örgütler, ekonomik ve hukukî olarak temelde bağımsız olmakla birlikte, mal ya da hizmet üretimi veya pazarlamasında diğer bazı işletmeler ile tek bir işletmenin parçasıymışçasına birlikte hareket etmektedirler. Sanal örgüt, genel olarak işlerin büyük bir bölümünü veya tamamını elektronik yöntemlerle gerçekleştiren bir örgüt biçimidir. Geleneksel örgütlerden farklı olarak ortak bir fiziksel mekân ile sınırlandırılmazlar. Bağımsız işletmeler, sanal örgüt oluşturduklarında, birlikte iş yapan, belli bir amaç doğrultusunda, iş birliği içerisinde ortak hareket eden yapılar hâline gelmektedirler. Sanal örgüt oluşturmadaki amaç, daha hızlı ve daha esnek bir yapıda mal ve hizmet üretimi ve pazarlaması yapabilmektir. Sanal örgütler, geleneksel iş ilişkilerini terk ederek meydana gelen değişimlere daha çabuk yanıt verebilecek esnek bir yönetim tarzına geçmeye başlamışlardır. Sanal örgütlerin temelini şebeke örgütler oluşturmuştur. Bu yapıları oluşturan işletmeler, yeteneklerini, maliyetlerini ve pazara erişimi birbirleriyle paylaşmaktadırlar. Bunlar, geçici olabildikleri gibi günümüzde özellikle e-ticaret sektöründe olduğu gibi, kalıcı biçimler de alabilmektedirler. Sanal örgütlerde, hareket noktası, piyasada değişen talebe çok hızlı bir biçimde cevap verebilecek mal ve hizmetler üretmek ve pazara sunmaktır. Bu yapılarda, bilgi alışverişi, iletişim ve koordinasyon büyük ölçüde ileri bilgi işlem ve iletişim teknolojilerine dayanmaktadır. Çalışan sayıları diğer örgütlere göre daha az olmasına karşın, çalışanların değişikliklere uyum sağlama yetenekleri daha yüksektir (TÜBİTAK Sosyal Bilimler Ansiklopedisi, 2023).

Personel Güçlendirme

Personel güçlendirme, bir personele veya bir takıma karar alma ve harekete geçme hususunda izin verme ve esneklik sağlama hareketidir. Personele verilen eğitim, kendi

kendini yöneten çalışma grupları, örgüt yönetiminin tüm kademelerini saf dışı bırakma, otomasyonun etkin bir şekilde kullanımı, örgütlerdeki bu temel değişimin yolları ve aynı zamanda sonuçlarıdır (Pearce ve Robinson, 2015: 276). Bowen ve Lawler'a (1992: 31) göre personel güçlendirme, personelin örgütün dört girdisini paylaşmalarıdır. Bunlar:

- Örgütün performansına dair bilginin paylaşılması
- Personelin örgüt performansını anlamaları ve bu performansın artması için katkı vermelerini sağlayacak bilginin paylaşılması
- Örgüt performansına dair ödülleri paylaşılması
- Örgütün yönünü ve performansını etkileyen karar alma yetkisinin paylaşılması

Personel güçlendirme kavramı, katılım, yetki devri ve motivasyon kavramlarının bir uzantısıdır. Personel güçlendirmenin bu kavramlardan farkı ise, hem bunlardan daha geniş ve kapsamlı bir anlam taşıması, hem de uygulanmasının bunlara göre daha zor olmasıdır. Güçlendirmenin esası, işi fiilen yapmakta olan personeli, işin sahibi konumuna getirmektir. Personel güçlendirmede soru, personelin kendini geliştirmesi ve böylece daha başarılı bir birey olabilmesi, işiyle ilgili konularda inisiyatif alabilmesi için yönetimin neler yapması gerektiği ve nasıl bir işyeri iklimi oluşturulması gerektiğidir (Yüksel ve Erkutlu, 2003: 132). Bowen ve Lawler'a (1992: 31-38) göre personelin güçlendirilmesi sonucunda, personel kendisinin yönetim tarafından önemsendiğini hissettikleri için işlerini daha iyi yapacaklar, müşterilere daha iyi hizmet sunacaklar, daha hevesli ve hırslı olacaklar, motivasyonları yüksek olacak, örgütsel güven, örgütsel bağlılık ve örgütsel vatandaşlık davranışı geliştireceklerdir.

Öğrenen Örgütler

Örgütlerin öğrendiği fikri, yönetim ve örgüt teorisinde son dönemlerde görülen en anlamlı gelişmelerden biri olarak ortaya çıkmıştır. 1980'lerden bu yana, işletmelerin rekabete bakış açılarının değişmesi, işletmelerde yeni yöntemlerin uygulanması, bilimsel çalışmaların artması, örgütlerin zaman içinde öğrendiklerini, bilgiye eriştiklerini, kendi sosyal sermayelerinin değerli varlıkları olduğuna kanaat getirdiklerini göstermektedir (Tan, 2014: 214).

Öğrenen örgüt kavramı ilk kez Peter Senge'nin 5. Disiplin (Fifth Discipline) adlı kitabıyla ortaya konmuştur. Öğrenen örgütler yaklaşımı konusundaki görüşlerini “sistem yaklaşımı”nı esas alarak oluşturan ve bu konudaki kitabı klasikleşmiş olan Peter Senge 'ye (1993: 11) göre öğrenen örgüt, gerek yönetim kademeleri gerekse çalışanların tamamının istedikleri sonuçları elde edebilmek için kapasitelerini sürekli genişlettiği, yeni ve sınırları zorlayan düşünme tarzlarının iklimlerinde beslendiği, kolektif çalışmaları destekleyen ve insanların birlikte nasıl öğrenileceğini durmaksızın öğrendikleri örgütlerdir.

Öğrenen örgütler yaklaşımının önde gelen isimlerinden olan Garvin'e göre (1993: 80) öğrenen örgütler, bilginin oluşturulması, elde edilmesi ve paylaşımı konusunda uzmanlaşan, elde ettiği yeni bilgi ve anlayışlara göre bakış açısını ve davranışlarını değiştiren örgütlerdir.

Bir öğrenen örgütün merkezinde zihniyet değişikliği vardır. Bu, kendimizi dünyadan ayrı bir yerde görmekten, dünyayla bağlantılı olarak görmeye, sorunlarımızı dışardan bir başka kişinin veya bir başka unsurun yol açtığı sorunlar olarak görmekten, yaşadığımız sorunları kendi yaptıklarımızın ortaya çıkardığını görmeye yönelik bir zihniyet değişikliğidir. Öğrenen bir örgüt, insanların kendi gerçekliklerini nasıl ortaya çıkaracaklarını ve nasıl değiştirebileceklerini keşfettikleri bir yerdir (Senge, 1993: 21). Bir bakıma öğrenen örgütler kavramı, örgütlerin canlı olmasını, durağanlığı terk edip hayatın akışı içerisinde yer almasını,, sürekli gelişmeyi, tecrübelerden öğrenmeyi, öğrendiklerini kullanmayı, paylaşmayı, dönüştürmeyi ifade etmektedir (Basım vd., 2009: 31).

Başarılı örgütler incelendiğinde, bu örgütlerin başarılarının arkasındaki nedenlerin kişilerin bireysel yeteneklerinden ziyade ekip ruhuyla hareket etmeleri, sistemli ve disiplinli bir şekilde birlikte çalışmaları, ortaya çıkan sinerjiden yararlanmaları olduğu gözlemlenmektedir. Bu durum, öğrenen organizasyonları betimlemektedir. Uygulama alanları her ne kadar sınırlı olsa da öğrenen örgütler yaklaşımını benimseyen örgütlerin sayısı artmakta ve bu kavram popülerliğini sürdürmektedir (Tan vd., 2023: 171-172).

Günümüzde birçok işletme 20. yy'a göre tasarlanmıştır. 21. yy'ın koşullarına göre zihinsel güçlerini harekete geçirebilecek şekilde bunları yeniden yapılandırmak için ivedilikle yeni fırsatlardan, refahın yeni geniş kaynaklarına açık duruma getirebilecek olan bilgilerinden,

az kullanılmış kabiliyetlerinden, ilişkilerinden ve çalışanlarının donanımlarından faydalanmaları konusunda cesaretlendirilmeleri önemlidir (Bryan ve Joyce, 2007: 1).

Çevik Yönetim

TDK (2023) çevik kelimesini, “kolaylık ve çabuklukla davranan, tetik, atik” olarak tanımlamıştır. Çevik örgütler, yüksek kârlılık sağlayan temel yeteneklerini tanımladıktan sonra bunlar çevresinde sanal bir örgüt oluşturan yapılardır. Bu işletmeler, işlerini yüksek kârlılık getiren ürün, hizmet ve enformasyon temelinde ortaya çıkarırlar. Çevik bir örgüt yapısı, stratejik işbirliklerini, dış kaynaklardan yararlanmayı, öğrenen örgüt olmayı, bilgi ve iletişim teknolojileri tabanlı yapıları kapsamaktadır (Pearce ve Robinson, 2015: 313).

2001 yılında, 17 yazılım geliştiricisi, geleneksel yazılım geliştirme yöntemi olan “şelale” geliştirmesini iyileştirmek için fikirlerini paylaşmak üzere toplantı yapmışlardır. Bu yaklaşımın, sakin, değişmeyen ortamlarda iyi işlediğini fakat yazılım pazarları hızla ve öngörülemez biçimde değişmeye başladığında ise iyi işlemediğini, yazılım müşteriye ulaştığında ürün spesifikasyonlarının demode olduğunu ve geliştiricilerin bürokratik süreçler nedeniyle kendilerini baskı altında hissettiklerini vurgulayarak, yazılım geliştirmek için dört yeni değer önerdiler. Bu çağrıya, “Çevik Manifesto” ismini verdiler. Bu değerleri ve prensipleri izleyen geliştirme çerçeveleri günümüze dek çevik yöntemler olarak bilinmektedir. Çevik Manifesto’da önerilen dört yeni değer şunlardır (URL-7):

- Araç ve süreçlerden ziyade insanların ve süreçlerin gelmesi
- Plan takip etmekten ziyade geçerek değişime yanıt verilmesi
- Kapsamlı dökümantasyondan ziyade prototipleme yapılması
- Müşteriye katı kontratlar imzalatmaktan ziyade onlarla işbirliği yapılması

Çevik Manifesto’yu açıklayan 17 yazılım geliştiricisi, bu dört değer ilk kısmındaki ifadelerin değerini kabul etmekle birlikte ikinci kısmındaki ifadeleri daha değerli bulduklarını belirtmişlerdir (URL-7).

Çevik yöntemler, bilgi teknolojisinde çığır açmıştır. Bunlar, geçtiğimiz 25-30 yılda yazılım geliştirmede başarı oranlarını önemli ölçüde artırarak kaliteyi ve pazara girme hızını

iyileştirip bunun yanı sıra, bilgi işlem ekiplerinin motivasyonunu ve üretkenliğini de artırmışlardır. İvmesi gittikçe daha da artan değişimin, çeşitli zorluklar ve bunun yanı sıra fırsatlar doğurduğu belirsiz bir ortamda ilerlerken, işletmelerin adeta uyum kaslarını geliştirerek daha dayanıklı hale gelmek için çevik yönetim yaklaşımını uyguladıkları söylenebilir. Yeni faydalar, değerler, prensipler, uygulamalar içeren, otokratik yönetime radikal bir alternatif olan çevik yöntemler, geniş bir sektör ve birim yelpazesine yayılmaktadır. National Public Radio, yeni program oluşturmak için çevik metotlar uygulamaktadır. Çiftlik ekipmanları üreticisi bir işletme olan John Deere, çevik yöntemleri yeni makineler geliştirmek, Saab, yeni savaş uçakları üretmek için kullanmaktadır. Bulut yedekleme hizmetleri alanında lider olan Intronis pazarlamada bu yöntemleri kullanmaktadır. Küresel bir üçüncü parti lojistik sağlayıcısı olan C. H. Robinson, çevik yöntemleri insan kaynakları uygulamalarında kullanmaktadır. General Electric, bir 20. yüzyıl holdinginden 21. yüzyıl “dijital endüstriyel işletmesine” hızlı geçiş yapmak için kullanmaktadır. Çevik yaklaşım, çalışanları kendi birim silolarından dışarı çıkararak onları kendi kendilerinin yönettiği, müşteri odaklı çok disiplinli takımlara koyarak kârlı büyümeyi hızlandırmaktadır. Ayrıca, bununla birlikte kabiliyetli yöneticilerden oluşan yeni bir nesil ortaya çıkarmaktadır. Çevikliğin yayılması, ilginç olasılıklar ortaya çıkarmaktadır. Bir işletmenin yeni çıkardığı ürünlerin %50’sinden fazlasında pozitif getiri başarısı sağlaması, pazarlama programlarının %40 daha fazla müşteri talebi üretmesi, insan kaynaklarının yüksek öncelikli hedeflerini %60 daha fazla işe alması, çalışan ve müşterilerin işletmeye iki kat daha bağlı olması gibi iyileşmeleri çeviklik işletmeye sağlayabilmektedir (Rigby vd., 2016: 41-42).

Geleneksel yönetim yaklaşımlarıyla karşılaştırıldığında, çeviklik bazı önemli faydalar sunmaktadır. Bu faydaların hepsi çeşitli çalışmalarda incelenmiş ve belgelenmiştir. Bunlar (Rigby vd., 2016: 41-7):

- Ekiplerin üretkenliğini ve çalışan memnuniyetini ve bağlılığını artırmaktadır.
- Çoklu disiplinlerden, farklı bölümlerden gelen ekip üyelerini işbirlikçi çalışma arkadaşlarına dönüştürüp, örgütsel deneyimi geliştirmekte, karşılıklı saygı ve güven temeli oluşturmaktadır.
- Gereksiz ve zaman kaybına sebep olan toplantılar, tekrar tekrar planlama, aşırı dökümantasyon, hatalar, kalite kusurları ve değeri düşük ürün özelliklerinin beraberinde getirdiği artıkları en aza indirmektedir.

- Müşterilerin sürekli değişim gösteren önceliklerine sürekli uyum sağlayarak, müşteri sadakatini, bağlılığını ve memnuniyetini artırır.
- En değerli ürün, hizmet ve özellikleri hedef pazara daha hızlı ve daha öngörülebilir bir şekilde getirerek riski azaltmaktadır.
- Birim rolleri üzerinde, mikro yöneticilikle boşa giden zamanı büyük ölçüde azaltarak kıdemli yöneticilerin, kendilerini sadece onların yapabileceği, kurumsal vizyonu oluşturmak ve düzenlemek, stratejik inisiyatifleri önceliklendirmek, işi basitleştirmek ve buna odaklanmak, görevlere liyakat sahibi çalışanları tayin etmek, birimler arasındaki işbirliğini artırmak ve ilerlemenin önündeki engelleri kaldırmak gibi daha katma değerli işlere adanmasına olanak tanımaktadır.

Günümüzde hızla değişen ve gelişen teknoloji, bütün iş süreçlerini, pazar dinamiklerini ve bu doğrultuda yazılıma, web tabanlı iş akış yönetimine ihtiyaç duyan müşterilerin gereksinimlerini etkilemekte ve geçmişe nazaran daha değişken bir ortam ortaya çıkarmaktadır. Çevik yöntemler, değişimi ve geri beslemeyi teşvik eden yapısı nedeniyle ileriye dönük bir anlayışa sahiptir. Burada, otonom takımların her işi kendi kendine yapması ve bu süreçte çapraz fonksiyonellikten ve deneycilikten faydalanmaları beklenmektedir. Bu da düzenden ziyade bir yenilikçilik yaklaşımı gerektirir. Bu yöntemler, gereksinimlerin ve hedeflerin belirsiz ve bilinmez olduğu, değişimin hızlı ve güçlü olduğu, değer üretiminin kısa vadede istendiği projeler için oldukça uygundur (Gencer ve Kayacan, 2017: 355).

Tablo 1.1: Çeviklik için elverişli koşullar (Rigby vd., 2016: 44)

KOŞULLAR	ELVERİŞLİ	ELVERİŞLİ DEĞİL
PAZAR ORTAMI	Müşteri beklentileri ve çözüm seçenekleri sık sık değişmektedir.	Müşteri koşulları stabil ve öngörülebilirdir.
MÜŞTERİNİN DAHİL EDİLMESİ	Yoğun işbirliği ve hızlı geribildirim uygulanabilir. Müşteriler süreç boyunca ne istediklerini daha iyi fark ederler.	En başta, gereklilikler belirgindir ve süreç boyunca sabit kalacaktır. Müşteriler sürekli işbirliği için müsait değildir.

Tablo 1.1: (devam ediyor)

İNOVASYON TÜRÜ	Sorunlar oldukça karmaşıktır, çözümler bilinmez durumdadır ve kapsam net bir şekilde belirlenmemiştir. Ürün spesifikasyonları değişebilir. Yenilikçi keşifler ve pazara girme hızı önemlidir. Birimler arası işbirliği kritik öneme sahiptir.	Detaylı spesifikasyonlar ve iş planları öngörülebilirdir ve bunlara bağlı kalınmalıdır. Sorunlar, birimlerde sırayla çözülebilir.
İŞİN MODÜLER OLMASI	Kademeli geliştirmeler ve iyileştirmeler değerlidir. Müşteriler, bunları kullanabilir. İş parçalarına ayrılabilir ve hızlı, interaktif döngülerle yürütülebilir. Geç değişimler yönetilebilir.	Süreç tamamlanana dek müşteriler ürünün bölümlerini test etmeye başlayamaz. Geç aşamadaki değişimler pahalıya mâl olur veya imkânsızdır.
ARADAKİ HATALARIN ETKİSİ	Değerli dersler sunarlar.	Felaket sonuçları olabilir.

Tablo 1.1’de çeviklik için elverişli koşullar yer almaktadır. Çevik yönetim yaklaşımı, çevrede ortaya çıkan her türlü değişikliğe uyum sağlayacak yetkinliği içinde barındıran proaktif eylemler bütünüdür. 1987 yılında, California Üniversitesi Profesörü Warren Bennis ile MIT’de görevli akademisyen Burt Nanus tarafından oluşturulan, 1990’lı yıllarda Soğuk Savaş sonrasında yıkılan bloklar ve geleceğe dair öngörülebilirliğin zorlaştığı, belirsiz, karmaşık, kaotik bir ortamı tasvir edebilmek için ortaya atılmıştır. ABD ordusu, VUCA kavramını sıkça kullanmıştır ve bununla birlikte kavramın bilinirliği artmıştır (Barber, 1992: 8). VUCA, akronim bir kavramdır. VUCA’nın açılımı şudur (Barber, 1992: 8-12):

- Volatility: Değişkenlik/Dalgalanma
- Uncertainty: Kesin Olmama Durumu
- Complexity: Karışıklık/ Karmaşa
- Ambiguity: Muğlaklık ve Şüphe

Çeviklik; çevredeki her türlü belirsizliği her an okuyabilme, değerlendirebilme, anlamlandırabilme, hızlı tepki verebilme ve refleks gösterebilme yeteneğini artırma çabası içinde olmaktır. Çevik yaklaşım; bölümler arasında yüksek işbirliği, etkin iletişim, ileri derecede şeffaflık ve geri bildirim, yeni fikirlere ve önerilere bilinçli farkındalık ile önyargısız yaklaşım ve ortak hedeflere bağlı projeler ile sürekli iyileştirme ve geliştirme çabasıyla bir takım çalışması kültürü içeren bir örgüt iklimini ifade etmektedir. Çevik yönetim yaklaşımını benimseyen örgütler, çok hızlı ve sık bir şekilde hem kendilerini hem

de iş yapış biçimlerini yeniden tasarlayıp, kurgulayabilen, bu davranışı sürekli ödüllendiren ve gücünü bilinçli farkındalık ve takımlarına ilham veren liderlik düşüncesinden alan yapılardan oluşurlar. Çevik yönetim yaklaşımıyla oluşturulan takımlar, yetkinliklerini, sorumluluk, donanım, bütçe ve otonom yapının getirdiği altyapı ile hız ve adaptasyonu en iyi şekilde harmanlayabilmektedir. Çevik yöntemlerin deneyerek öğrenme, multidisipliner takım yapısı, özdeğerlendirme yapılan retrospektif toplantıları ile sürekli öğrenme sürecinin gelişimin anahtarı niteliğinde olduğu söylenebilir. Burada, örgüt, örgütsel öğrenmeyi de gerçekleştirmektedir (Özen ve Koç, 2021: 387).

KPMG (2018) tarafından, üretim sektöründe faaliyet gösteren 1300 işletmenin CEO'ları ile küresel çapta gerçekleştirilen “KPMG Küresel CEO Araştırması (Global CEO Outlook)’na göre, CEO’ların %59’unun çevikliğin iş dünyasının yeni para birimi olduğuna ve yavaş hareket etmeleri durumunda iflas edeceklerine inandıklarını ortaya koymuştur (KPMG, 2018: 5).

1.6. Endüstri 4.0 Devrimi’nin İşletme Fonksiyonlarına Etkileri

Endüstri 4.0’ın getirdiği değişimler işletme fonksiyonlarını da derinden etkilemektedir. Dijitalleşmenin yönetim, üretim, lojistik, insan kaynakları, finans gibi temel fonksiyonlar ve örgüt kültürü üzerinde büyük çaplı dönüşümler ortaya çıkarmakta olduğu değerlendirilmektedir. Bu kısımda, bu dönüşümler ele alınacaktır.

1.6.1. Endüstri 4.0’da Yönetim (Yönetim 4.0, Dijital Yönetim, Tekno Yönetim)

Teknolojik ilerlemeler ile birlikte üretimde verimliliğin artışı, esnek üretimin giderek yaygınlaşması, ürünlerin piyasaya sunulmasının hızlanması, doğu ve batı ülkeleri arasındaki ekonomik rekabet, özellikle gelişmiş ülkelerdeki işgücü maliyetlerinin, henüz gelişmemiş veya gelişmekte olan ülkelere nazaran daha yüksek olması, Fordist imalat stratejilerinin müşteri beklentilerine net olarak cevap verememesi gibi nedenler Endüstri 4.0’ın ortaya çıkmasını kolaylaştırmıştır (Özkan vd., 2018: 133).

Endüstri 4.0 teknolojilerinin, tüm değer zinciri boyunca yeni bir yönetim bakış açısı ortaya çıkarması beklenmektedir. Daha karmaşık sistemleri yönetebilen işletmelerin ortaya çıkarılabilmesi için bilişim, yerleşik sistemler, üretim, otomasyon tekniği ve makine

mühendisliği alanlarındaki yenilikler bu yeni dönemin gelişimini desteklemektedir (KPMG, 2015). Klaus Schwab'ın ifadesiyle “hangi endüstri alanında olursak olalım teknolojik yenilikler ile bir araya gelen bilginin kullanılması sonucu ortaya çıkan dijitalleşme, şirketlerin geleceği için bir tercihten ziyade mecburiyete dönüşmektedir”. Tüm sektörler ve işletmeler için asıl soru, “Endüstri 4.0 ile birlikte gelen yıkıcı etkilere ben de hedef olacak mıyım?” sorusu değil ”Bu yıkıcı devrim ne zaman gelecek, hangi biçimi alacak ve beni ve işletmemi nasıl etkileyecek” sorusudur. Dolayısıyla teknolojik gelişmelerin yeniden şekillendirdiği ilişkiler bütünü “kabul et ve birlikte yaşa” ile “reddet ve onsuz yaşa” arasındaki ikili bir tercih olarak görmek yerine, değişimin yönünü, hızını ve getirdiklerini anlamamız gerekmektedir” (Schwab, 2016a).

Endüstri 4.0'a kadar gerçekleşen süreçte yönetim uygulamalarının, bakış açılarının ve tekniklerinin ortamına, zamanına, çeşitli koşullara göre değerlendirilmesi ve yönetilmesi gerektiği gibi Endüstri 4.0 sürecinde de gerek ortaya çıkan yeni yönetim uygulamalarının, bakış açılarının ve tekniklerinin, gerekse mevcut uygulamaların, bakış açılarının ve tekniklerin değerlendirilerek yönetilmesi gerekmektedir.

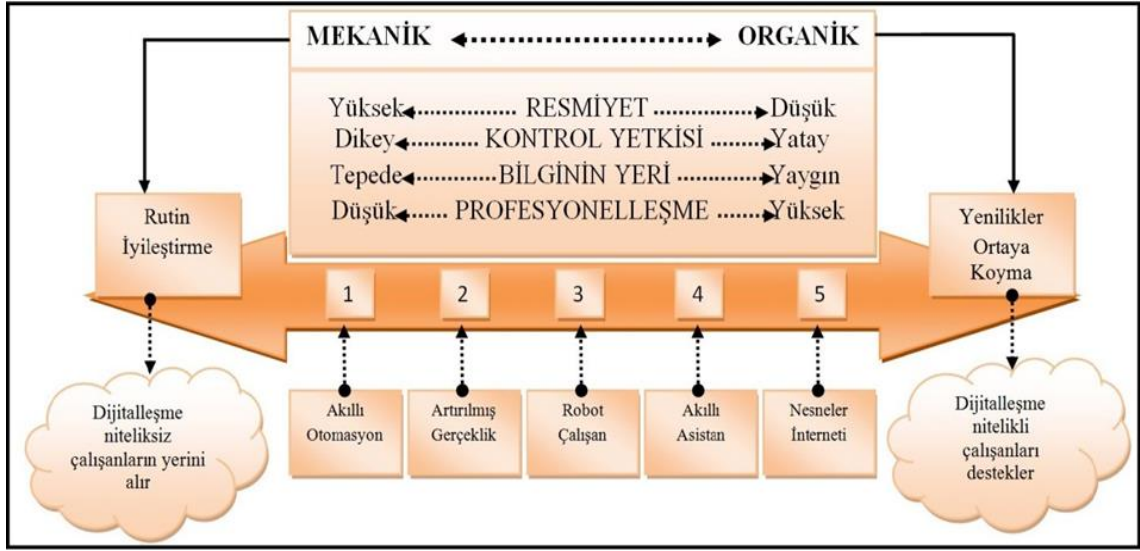
Endüstri 4.0 süreci, hayatın her alanında olduğu gibi örgütlerde ve yönetimde de çeşitli değişimleri beraberinde getirmiştir. Bu süreç, Dijital Yönetim, Tekno Yönetim, Yönetim 4.0 kavramlarını ortaya çıkarmıştır. Yönetim 4.0, Endüstri 4.0 Devrimi'nin örgütlerde ortaya çıkardığı yönetim faaliyetlerinde dijitalleşmenin ve yeni yönetim-organizasyon yapılanmasının yönetilmesidir. Endüstri 4.0 teknolojileri ile birlikte, örgüt fonksiyonlarında meydana gelen değişimler, buna uygun yeni yönetim-organizasyon yapılanmasını gerektirebilmektedir. Yönetim 4.0, değer zincirinde yer alan akıllı cihazların diğer cihazlarla ve sistemlerle iletişim ve etkileşim kurmasına, gelişmiş bilgi ve iletişim teknolojilerine dayalı üretim süreçlerine uygun olarak oluşturulan örgüt yapısını vurgulamaktadır (Davutoğlu, 2021: 54). Bir bakıma, Yönetim 4.0, Endüstri 4.0 sürecinin yönetilmesidir. Teknoloji yoğun üretim türünün ön plana çıkması, işletmelerin tüm birimlerinde ani, beklenmedik, tamamen yeni sorunlar ortaya çıkarmaktadır. Yeni stratejilerin oluşturulmasını gerekli kılan yeni sorunlarla birlikte, iş modellerinin, uygulamaların ve tüm prosedürlerin gözden geçirilmesi, değiştirilmesi gerekmektedir.

Dijital teknolojilerin tek başına kullanılmasından ziyade farklı teknolojilerin birlikte koordineli ve birbiriyle entegre şekilde kullanıldığı uygulamalar sayesinde bu dönüşüm

gerçekleştirilebilecektir. Bu yeni sürecin işletmelerin stratejilerinde nasıl ve ne düzeyde yer aldığı/alması gerektiği önemli bir sorundur. Bu nedenle, işletme stratejilerinde Endüstri 4.0'ın bütüncül bir bakış açısıyla, kurumsal tasarım yönüyle ele alınmasının faydalı olacağı değerlendirilmektedir (Asar ve Esen, 2021: 466).

Örgütler, faaliyetlerini gerçekleştirirken ve stratejik kararları alırken çeşitli etkenleri değerlendirmektedir. Bunlar, belirledikleri stratejilerle uyumlu olan örgütsel politikaları ve uygulamaları benimseyip takip ettiklerinde stratejilerini uygulayabilme olanağı bulurlar (Barney ve Hesterly, 2015: 10). Geleneksel yönetim yaklaşımlarında, gerek işletme içi gerekse işletme dışı her türlü verinin elde edilmesi, sınıflandırılması ve analiz edilmesi belirli bir sistematik çerçevede gerçekleştirilmektedir. Geleneksel yönetimin aksine, Endüstri 4.0 paradigmasında verilerin gerçek zamanlı olarak işlenmesi ve analizini planlayan bir sistematik süreç öngörülmektedir. Böylece, örgütlerde, esnek yönetim ve bunun da ötesinde veri akışına ve buna bağlı trend gelişimlerine yönelik gerçek zamanlı stratejilerin kurgulanarak anlık pratiğe dökülmesi gerçekleşebilmektedir. Endüstri 4.0 yaklaşımında planlama süreci de yapısal olarak boyut değiştirmeyi gerektirmektedir. Verilerin gerçek zamanlı olarak akışı, planlama faaliyetlerinin müşterinin bakış açısıyla ve daha esnek kurgulanmasına olanak sağlamaktadır (Aytar, 2019: 85). Endüstri 4.0 sürecinde, yöneticiler daha isabetli öngörülerde bulunmak için algoritmalarından yararlanmaktadır. Algoritmalar çok hızlı, geniş ölçekli, isabetli yorumlamalar yapabilmektedir. Kontrolü son derece etkin bir şekilde gerçekleştirebilmek için de algoritmalar kullanılmaktadır. Algoritmalar, insanların fark edemeyeceği olasılıkları hesaplayabilmekte ve gizlenmiş örüntüleri ortaya çıkarabilmektedir (Luca vd., 2016: 45-47).

Endüstri 4.0'ın dijital mimarisi, örgütsel yapılarla birlikte çalışarak üretim veya hizmet süreçlerini daha etkili ve daha verimli hâle getirebilmekte ve bu yapılarda çalışanları iş süreçlerinde destekleyebilmektedir (Wilkesmann ve Wilkesmann, 2017: 241).



Şekil 1.6: Endüstri 4.0 bağlamında sürekliliğin ve olayların örgütlenmesi (Aytar, 2019)

Şekil 1.6'ya göre mekanik ve organik örgüt yapıları birbirinin zıddıdır. Mekanik örgütler, katı ve sabit bir yapıdadır. Bunlar, çevrenin nispeten istikrarlı ve öngörülebilir olduğunu varsaymaktadır. Bu yapıda, çalışanların görevleri standartlaştırılmıştır. Resmîyet düzeyi yüksektir. Bu açıdan, böyle bir yapıda Endüstri 4.0 ortamında, bir çalışanın yaptığı görevi başka bir çalışana vermek veya bu görevi bir akıllı siber fiziksel sisteme vermek mümkün olabilmektedir. Bu yapıda, fonksiyonel olarak farklılaştırılmış görevler, kolayca bölünüp sınıflandırılarak dijital olarak desteklenmeye uygun olabilirler. Organik örgütler ise, çevredeki değişimlere hızlı tepki verebilmek için daha akıcı iş düzenlemelerine sahiptir. Bu nedenle, organik örgütler katı çalışma kurallarına sıcak bakmamaktadır. Bu durum, yenilikleri kolaylaştırmaktadır. Bu yapıda, Endüstri 4.0 ortamında, algoritmalar kendi kendini yönetebilme ve kendi kendini değiştirebilme özelliği sayesinde insanların yaptığı işlerin dijital yapısını geliştirebilmektedir. Böylece, öğrenmenin temelinde dijitalleşme yer almaktadır. Resmîyet düzeyinin düşük olması, yeni fikirlerin ve davranışların gelişmesini teşvik etmektedir. Burada örgüt yapısı, bilgi boşluklarını doldurmak için işgücünün uzman ve yetenekli olduğunu, farklı görevleri fırsat olarak görüp başarabileceğini varsaymaktadır. Organik örgüt yapısının, öğrenen ve öğrenmeyi teşvik eden bir örgütsel iklim oluşturmaya çalıştığı değerlendirilebilir (Wilkesmann ve Wilkesmann, 2017: 242-243).

Maddenin “kodlanarak” aktarılması ve ayrı bir ortamda 3D olarak basılması, aracılığı ortadan kaldıran blockchain (blokzincir) sistemleri, finansal hizmetlere ve fona erişimde alternatif platformlar ortaya çıkması, nakit gereksiniminin azalması, giyilebilir teknolojiler,

start-up işletmeleri, karar alma algoritmaları gibi pek çok durum yönetsel dönüşümün kaçınılmaz olmasıyla ilgili önemli ipuçları vermektedir. Yenilikçi olduğu kadar yıkıcı da olan bu yeni devrim yönetsel süreçlerin de yeniden gözden geçirilmesine neden olmaktadır (Körpe, 2021: 118).

Hozdić vd.,’e (2020: 61) göre, Endüstri 4.0’ın yeni örgüt biçimleri ortaya çıkarma, kendi kendini örgütlenme, açık inovasyon, işbirliği ve insanların ve işletmelerin ağ oluşturmaları gibi yenilikçi yönetim ilkeleri, gelecekteki üretim sistemlerinin anahtar unsurları olacaktır.

Fortune Türkiye, Endüstri 4.0 süreci için bir Yönetim 4.0 kuramı geliştirmiştir. Bu kuram, dört ana esastan ve buna ait yedi alt esastan oluşmaktadır. Ana esaslar şunlardır (Fortune Türkiye, 2019):

- **Operasyonel Dijitalleşme:** İşletmelerin ana konuları olan üretim, lojistik, pazarlama, insan kaynakları, finansın dijitalleştirilmesidir.
- **Stratejik Dijitalleşme:** Operasyonel dijitalleşme sürecini tam olarak tamamlayan işletmelerin bu aşamada hata yapma ihtimali çok düşüktür. Çünkü doğru ve etkin veriler elde etmiş bir yöneticinin yanlış kararlar alıp yanlış stratejiler uygulama ihtimali oldukça düşüktür.
- **Uygulama:** Uygulama, kendi içinde çeşitli dallara ayrılır. Burada en önemli uygulama esası, sadece üst yönetime ait kodlamalardır. Çünkü, belirli verilere ve raporlara sadece üst yönetimin ulaşması gerekmektedir ve bu noktada veri güvenliği kritik bir öneme sahiptir.
- **Sürdürülebilirlik:** Kararların, uygulama esaslarına göre sürdürülebilirliğinin sağlanması, belirli kodlama şekilleri ile işlem yapılması, işletme içerisinde çift kontrol şekli ile sistemin sürdürülebilirliğinin sağlanmasıdır.

Endüstri 4.0 sürecinde yöneticiler karmaşık kavramları gerçekçi iş paketlerine ayırıp bunlara uygun kişileri ve ekipleri görevlendirebilmelidir. Endüstri 4.0, basit bir metodoloji veya teknoloji değildir. Aksine, yöneticileri yeni rotalar (yeşil alan-green field) seçmeleri için ama aynı zamanda başarısızlık riskini de hesaba katmaları için teşvik etmektedir. Endüstri 4.0, hem çalışanlar hem de yöneticiler için disiplinler arası güçlü bir “alışılmışın

dışında (out-ofthe-box)’’ yönelimdir ve bunun karmaşık bir çevrede sorunlara çözüm bulmayı kolaylaştırması beklenmektedir (Erol vd., 2016: 15).

Yönetim modelleri, yaklaşımları, teknik ve uygulamalarının yüzyıllardır çözüm aradığı, yönetsel verimlilik, yönetim çatışmaları, bilgi asimetrileri, yetki devri, şeffaflık gibi birçok sorun, merkeziyetsiz otonom örgütlerin (Decentralized Autonomous Organizations), (DAO) ortaya çıkardığı yeni yönetim modelleri ile yeni bir süreç yaşamaktadır. Blokzincir teknolojisi temelinde ortaya çıkan bu örgüt yapısı, geleneksel işletme tiplerinden farklı olarak yönetim hiyerarşisini ortadan kaldırmaktadır. Burada, yönetim işlevi örgütün tüm üyelerinin ortak kararı ile gerçekleştirilmektedir. Tümüyle şeffaf, merkeziyetsiz ve kendi kendini yöneten bir yönetim bakış açısı ortaya çıkarmaktadır (Yılmaz Orhan, 2022: 153).

Merkeziyetsiz otonom örgütler olarak adlandırılan DAO’lar, Blokzincir tabanlı yasal yapılardır. Bunlar, “yönetişimin aracılık gerektirdiği” yönündeki temel düşünceye meydan okumaktadır. İlk DAO, 2016 yılında kurulmuştur. Kurucuları, geleneksel kurumsal yapıya benzemeyen bir kurumsal yapı inşa etmek istemişlerdir. Bu yapıda, yönetim kademesi tümüyle, yazılım, kod ve akıllı bağlantılardan oluşmaktaydı. Bu yapının, fiziksel bir adresi yoktu ve üzerinde hak iddia edebilecek hiçbir kişi ve kurum mevcut değildi. Geleneksel kurumsal hiyerarşi yoktu. Resmi otorite gerektiren geleneksel bir kurumsal yapı kullanmadığı için, yatırımcılardan/hissedarlardan yönetim kurulu aracılığıyla yukarıdan aşağıya doğru ilerleyen bir yetkilendirme, yönetim kademesi ve personel yoktu. Aslında hiçbir yöneticisi, yöneticisi veya çalışanı yoktu. Bu yapıda, yöneticiler tarafından vekalet ilişkilerinde tipik olarak kullanılan temel kontrol mekanizmalarının tamamı kaldırılmıştır (Kaal, 2021: 2).

Bu yapıda, akıllı sözleşmeler ile herhangi bir şekilde yatırımcıların dolandırılmasının engellenebileceği öne sürülmektedir. Bu akıllı sözleşmeler, pay sahipleri/yatırımcılar ile yöneticiler arasındaki işlemlerin yalnızca akıllı sözleşmede öngörülen belirli parametrelerin taraflarca yerine getirilmesi ve algoritma tarafından onaylanması ile birlikte yapılabilmesini garanti altına almaktadır (Kaal, 2021: 5-6). Akıllı sözleşmeler, blokzincir üzerinde yazılmış programlardır ve merkeziyetsiz otonom örgütün amacı, işleyişi, hak dağılımı, yapısı dikkate alınarak ortaya çıkarılmaktadır. DAO’lar çok fonksiyonlu yapılar olabileceği gibi bir DAO tek bir alana, konuya odaklı şekilde de geliştirilebilmektedir. Örneğin, ormanları, hayvanları, doğal yaşamı korumaktan, NFT koleksiyonu yapmaya

kadar her türlü amaç için DAO kurulabilmektedir. Burada, kritik nokta, aynı amacı fonlama uğrunda insanların birleşmesidir. Berlindeki Sanat Üniversitesi (University of Arts) Digitale Klasse (Dijital Sınıf) bölümünde çalışan Paul Seidler an Paul Kolling'in geliştirdiği terra0 projesi, ormanların kendi kendini yönetmesine izin veren bir DAO oluşturmuştur. Burada, ormanın kendi kendine sahip olabilmek için sermaye biriktirmek amacıyla lisanslarını açık artırmayla satabilmesi, sermaye biriktirerek sonunda kendini satın alabilmesi, genişlemek ve alanını artırmak amacıyla toprak satın alabilmesi gibi bir senaryo söz konusudur. Böylece, bu orman DAO'su sermayesini kullanarak hem kendisini hem de başka toprakları, başka ormanları satın alabilmektedir (terra0, 2016).

Merkezi finans (Central Finance-Ce-Fi)'daki işletmelerin karşılığı olan DAO'lar, dünyanın her yerinden anonim bir şekilde yatırım alabilmektedir. DAO'daki en önemli faktörlerden biri, işleyiş yapısının sağlam bir şekilde kurgulanmasıdır. Akıllı sözleşmeler yoluyla topluluk tarafından başlangıçta uzlaşmaya varılan kurallar uygulanarak, oylamalar yapılmakta ve tüm bu kuralların ve işleyişin barındığı kodlar halka açık şekilde sunulmaktadır. DAO'nun her bir üyesi, işleyiş protokolünü bir düzeyde denetleyebilmektedir. DAO'nun protokolünü oluşturacak bu kurallar, blokzincire kaydedilmektedir. Uygulanacak yönetim modeli ve finansal model de yine bu protokole işlenmektedir. DAO'nun kendine ait veya kullanmayı seçtiği bir kripto para ya da token'i bulunabilmektedir. DAO'nun kendi token'ini bulunduran kullanıcıların yönetim modelinde, sahip oldukları miktara bağlı bir söz hakkı bulunmaktadır (Blokchain Türkiye ve Türkiye Girişim Vakfı, 2022: 10-11).

Merkeziyetsiz bir yönetim ve bütçe sistemine sahip olan herhangi bir otonom örgüt, DAO olabilmektedir. Günümüzde, DAO'lar, çıkardıkları token'lar aracılığı ile kişiler, gruplar ve markalar için ekonomik olarak bir değer ortaya çıkararak, bunların kendi kendini fonlamasını kolaylaştıran araçlar haline gelmektedir (Blokchain Türkiye ve Türkiye Girişim Vakfı, 2022: 15). DAO'ların, geleneksel kurumsal yapıların yetersizliklerini ortadan kaldırmak ve belirli sorunları çözmek için operasyonel bir araç olarak kullanılması, gerek küresel çapta gerekse ülkemizde gittikçe yaygınlaşmaktadır. Türkiye'de yasal düzenlemeler sonucunda kripto piyasalarının gelişmesiyle birlikte DAO'ların öncelikli olarak finans sektöründe artış göstermesi beklenmektedir. Hukuksal ve vergisel alanlar netleştiği takdirde, dünyada büyüyen bir ivmeyle artan DAO'ların ülkemizde de yaygınlaşacağı öngörülmektedir (KPMG, 2023).

Literatürde Yönetim 4.0'ın araştırılması sürecinde yabancı literatürde “growth mindset” ifadesi ile birçok kaynakta karşılaşılmıştır. Bu ifadenin dilimizdeki karşılığının, sürekli gelişime açık zihin olduğu söylenebilir. Bu kavram, örgütsel öğrenme şeklinde değerlendirilebilir. İşletme örgütlerinin her kademesinde sürekli olarak öğrenmenin ve gelişmenin sağlanması, Yönetim 4.0 uygulamalarında gerçekleştirilmesi beklenen bir durumdur.

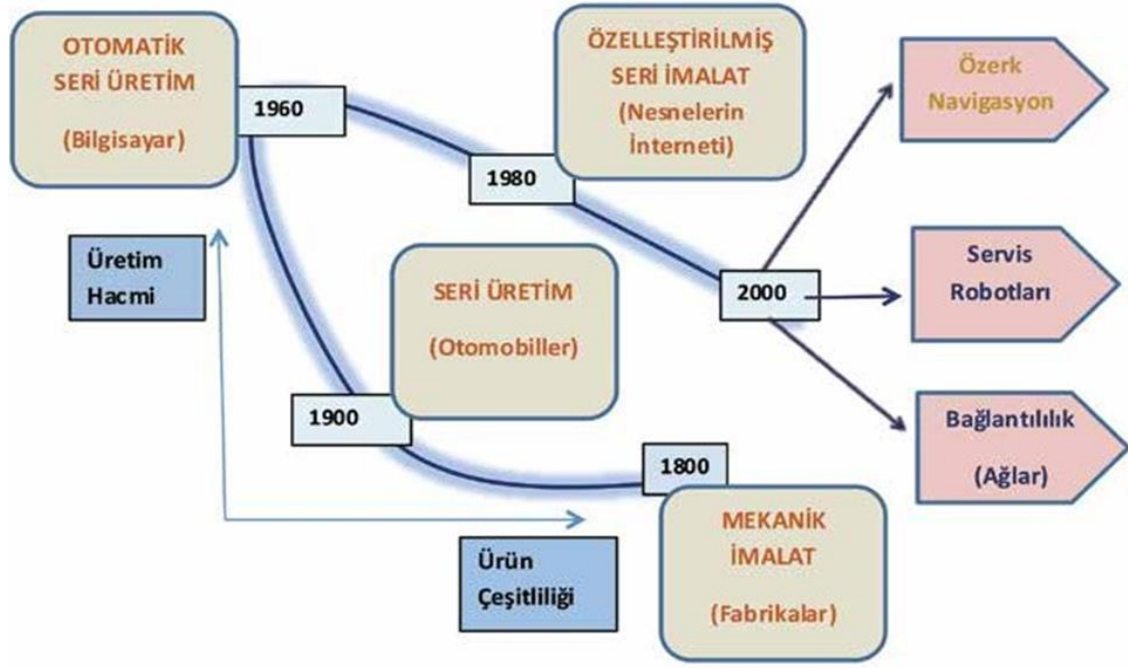
Tablo 1.2: Yönetim 4.0 öngörüsü (Yılmaz Gezgın, 2023: 75-76)

Yönetim Biçimi	• Öğrenmeyi teşvik eden bir ortam olması, • Açık ve çapraz iletişim anlayışı, • Sürekli inovasyon yapabilme hali bir norma dönüşmesi, • Ağ etkilerinin yeni bir ekonomik fenomen olması, • Yönetim 4.0 öngörüsüyle iş birlikleri ve ortaklıklar ön plana çıkmaktadır. • Akıllı yönetim uygulamaları • Ekip çalışmaları • Bilgiyi içselleştirme • Fonksiyonlar ile bağlantılı olma durumu
Örgüt Yapısı	• Daha düz hiyerarşiye sahip örgütler, • Kendi kendini düzenleyen ve kontrol eden akıllı ve akıcı örgütler, • Ağ takımlarının öneminin ortaya çıkması, • İşletmelerin merkeziyetsiz olması, • Platform işletmelerin yükselişe geçmesiyle geleneksel yönetim pratiklerinin değişmesi, • Kuantum örgüt yapıları, kendi kendini düzenleyen ve gelişen bir yapı içerisinde esnek ve sistematik yapılar, • Kendi kendini örgütleyen yapılar • Ekosistem anlayışı
Yönetilenler	• Meta-bilişsel yeteneğe sahip olmanın, verilerin yorumlanması ve bilginin anlamlandırılmasında önemli rol oynaması • Daha çok ekip çalışmalarının önemsendiği ve farklı akıllar ile iş birliği yapabilme yetisinin önemi
Yöneticiler	• Yetenek yönetimi ve yetenek dönüşümü • Girişimci ve yenilikçi çalışanları destekleme • Algoritma emekçileri • Çevik koçlar • Kariyer koçluğu • Yönetim kademesi değişime uğramakta
Örgütsel Güç Kaynakları	• Endüstri 4.0'ın en önemli paradigması bilişsel yapıdır, zihinsel ve kültürel dönüşümün örgütsel güç kaynaklarının anahtar bileşeni olarak görülmektedir..

Tablo 1.2'ye göre Yönetim 4.0'ın, yönetim biçimi, örgüt yapısı, yöneticiler, yönetilenler ve örgütsel güç kaynakları üzerinde önemli değişim ve dönüşümler meydana getirmekte olduğu değerlendirilmektedir.

1.6.2. Üretimde Akıllı Dönüşüm (Üretim 4.0)

Bilgisayarların gelişmesi, takım tezgâhlarının ve robotların sayısal kontrolüne, Bilgisayar Sayısal Kontrolü (Computer Numerical Control-CNC)'nün kalbi durumundaki mikroişlemcilerin ortaya çıkmasına sebep olmuştur. Bilgisayar grafiklerinin uygulanması, Bilgisayar Destekli Tasarım (Computer-Aided Design-CAD) sistemleriyle sonuçlanmıştır. Bilgisayar ağları olmadan üretim sistemlerinin bu denli gelişimi düşünülemezdi. Bilgisayarla Bütünleşik Üretim (Computer-Integrated Manufacturing-CIM) sistemlerinin verileri veritabanlarında saklanmıştır. Yapay zekâ (Artificial Intelligence-AI) ve makine öğrenmesi, Akıllı Üretim Sistemleri (Intelligent Manufacturing Systems-IMS)'ne önemli ölçüde katkıda bulunmuştur. Robotikte, bilgisayarlı görme algoritmaları, çevreyi ve kavranacak nesneyi tanımak için uygulanmıştır. İnternet, insanların ve sistemlerin (genişletilmiş işletmeler, tedarik zinciri yönetimi, üretim ağları gibi) işbirliğinde devrim ortaya çıkarmıştır. Çoklu-Etmen Sistemleri (Multi-Agent Systems-MAS), etmen bazlı üretimi ve Holonik Üretim Sistemlerini (Holonik Manufacturing Systems-HMS) gerçekleştirmek için uygulanmıştır. Kablosuz iletişim, sensör ağları ve Nesnelerin İnterneti (IoT), yüksek çözünürlüklü üretim sistemlerinin geliştirilmesini ve izleme ve etiketleme çözümlerini mümkün kılmıştır. Gömülü sistemler, ürün hizmet sistemlerinin gerçekleştirilmesine yardımcı olurken aynı zamanda anlamsal web çözümleri de desteklenmiştir. Ayrıca, ontolojiler kullanılarak sistemlerin birlikte çalışabilirliği sağlanmıştır. Birbirinden bağımsız çalışan, coğrafi olarak dağıtılmış kaynakların, sistemlerin, sorunları çözmek için birleşerek oluşturduğu sanal işleme sistemi olan Şebeke Bilişim (Grid Computing), şebeke üretimine sebep olmuştur. Benzer şekilde bulut bilişim de üretimde bulut hizmetlerine sebep olmuştur (Monostori, 2014: 10; Schuh vd., 2007: 439-442).



Şekil 1.7: Endüstri devrimleri'nin üretime yansımaları (Fırat ve Fırat, 2017)

Şekil 1.7'ye göre Birinci Endüstri Devrimi'nden bu yana yoğun şekilde kullanılan seri üretim sistemlerinin, günümüzde müşterilerin kişisel taleplerini karşılamakta zorlandığı düşünülmektedir. Müşterilerin, tasarım, yapılandırma, sipariş, planlama, üretim ve operasyon süreçlerini kapsayan kişisel kriterleri ve tercihleri olması nedeniyle kişiselleştirilmiş üretim gitgide zorunlu hâle gelmektedir. Böylece, seri üretimin yerini kişiselleştirilmiş üretim almaktadır. Ayrıca, iş süreçlerinin kalite, zaman, maliyet, risk ve fiyat gibi farklı yönlerinin dinamik bir şekilde yapılandırılması gerekmektedir. Böyle bir üretim ortamında, mühendislik süreçleri ve yönetim süreçleri daha çevik hâle getirilirken, üretim süreçleri de daha esnek ve istikrarlı hâle getirilmelidir. Böylesine yoğun bir rekabetin yaşandığı iş dünyasında, işletmelerin başarılı olması için hızlı ve gerçek zamanlı kararlar almaları kritik bir öneme sahiptir (Liu vd., 2015: 110). Günümüzde üretim işletmelerinden, çeviklik, ağ bağlantılı, hizmet odaklı, çevreci ve sosyal üretim uygulamalarını benimseyen işletme olma gibi özelliklere sahip olmaları beklenmektedir (Tao vd., 2015: 1079).

Endüstri 4.0'ın bünyesinde barındırdığı siber-fiziksel sistemler özellikle imalat sektöründe radikal bir paradigma değişimini tetiklemektedir (Xu vd., 2018: 2941). Bu süreçte gerek üretim yöntemleri gerekse paydaşlarla iletişim ve etkileşim açısından çok yönlü bir döneme girilmektedir (Alçın, 2016: 28). Endüstri 4.0, sorunsuz bir şekilde birleştiğinde,

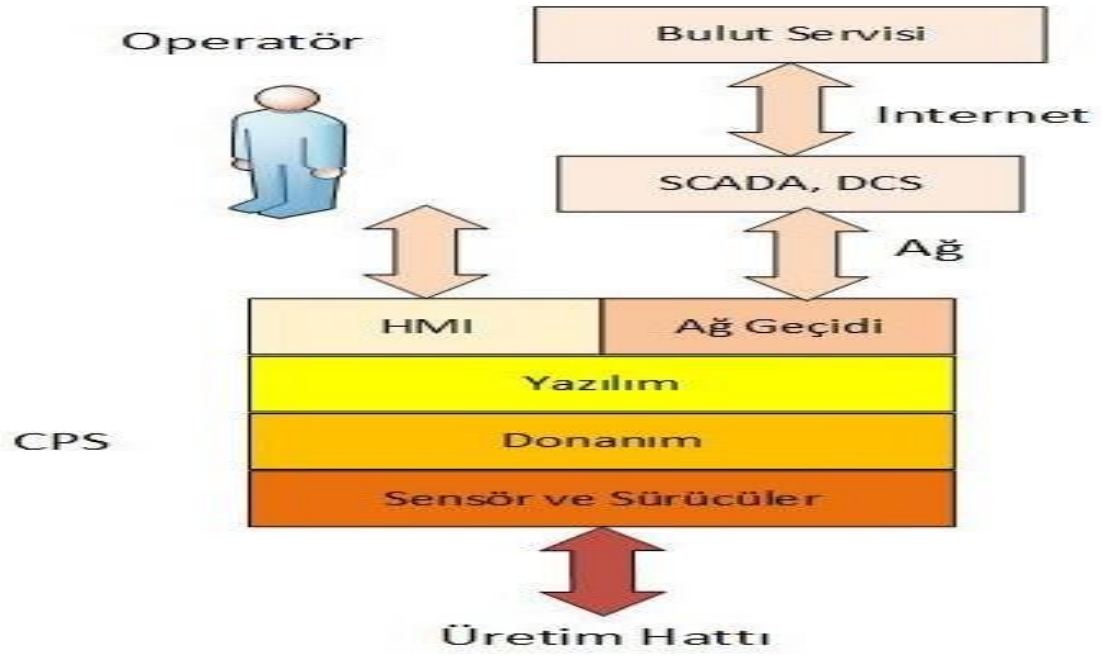
akıllı üretimin omurgasını oluşturan teknoloji ve insan liderliğindeki süreçler için kullanılan bir şemsiye terimdir (Cognizant, 2020: 3).

Endüstri 4.0 sürecinde Siber-Fiziksel Üretim Sistemleri (Cyber-Physical Production Systems –CPPS) de üretim sistemlerinde ortaya çıkmaya başlamıştır. Siber-Fiziksel Üretim Sistemleri'nin temeli akıllı fabrika ve akıllı üretimdir. Karmaşıklık, güvenilirlik ve akıllı ağ oluşturma açısından artan talepler artık üretimde merkezi olarak kontrol edilen sistemler tarafından karşılanamamaktadır. Gerçek değer ortaya çıkaran üretim ağlarında esneklik ihtiyacı, siber-fiziksel sistemleri artırmaktadır. Bu durum, insan- makine arayüzleri ile tüm gerçek zamanlı bilgilerin anlık olarak çekilerek doğru kararlar alınmasını sağlamaktadır. Siber-Fiziksel Üretim Sistemleri, tüm kişiler ve kaynaklar arasında sosyal ve teknik etkileşimler sağlayan yapılardır. Bu sistemde, akıllı makineler, akıllı depolama sistemleri ve diğer üretim tesisleri, birbirini bağımsız olarak kontrol edebilme, bilgi alışverişini otonom bir şekilde gerçekleştirebilme, arayüzle ilgili eylemleri otomatik olarak başlatabilme ve insanın gerçek zamanlı girdi ve bilgi alışverişini etkileyebilme yeteneğine sahiptir (Liu vd., 2015: 110-111).

Üretim sürecini tamamen dijitalleştirilmiş ve akıllı bir sürece dönüştürebilmek için Nesnelerin İnterneti (IoT), Endüstriyel Nesnelerin İnterneti (IIoT), bulut tabanlı üretim ve akıllı üretim gibi Endüstri 4.0'ın itici güçlerinden faydalanılmaktadır (Erol vd., 2016: 13). Örneğin, üretim süreçlerinde kaynak sıkıntısı ortaya çıktığında, otomatik olarak kaynak siparişi verilmekte, oluşan arızalar gerçek zamanlı olarak anında giderilmektedir. Böylece, sistem tam kapasiteyle, sorunsuz çalışabilmektedir. Endüstri 4.0'ın kullanıldığı fabrikalarda, stoklar, makinalar, tesisler, sistemler vb. birbirleriyle iletişim kurabilmekte, ölçümleri yapılmakta, bütünleşik ve hatasız bir şekilde çalışmaları için koordinasyonları sağlanmaktadır. Akıllı fabrikalarda uygulanan yeni üretim sistemlerinin, yapılandırılabilir özellikleri bulunmaktadır. Yeni üretim sistemlerinin uygulandığı fabrikalarda, nesnelerin birbiriyle çok yönlü uyum sağlaması gerekmektedir. Üretim sürecinin farklı aşamalarında, üretim planlaması kendiliğinden düzenlenerek üretim sistemini oluşturmaktadır. Üretim planlamasının akıllı makineler ile yapılması sayesinde ürün çeşitliliği de kendiliğinden güncellenecektir. Akıllı işletmelerdeki uçtan uca entegrasyon ile üretimin aşamaları, zaman planlaması, siparişlerin hazırlanmasındaki tedarik süresi gerçek zamanlı olarak akıllı sistemler tarafından saptanmaktadır (Erturan ve Ergin, 2018: 157).

Akıllı fabrika, esneklik ve uyarlanabilir üretim sürecinin sağlanması için bir üretim çözümüdür. Akıllı fabrika, işletmeler arası değer ağlarına gömülüdür ve üretimi ve üretim sürecini garanti altına almaktadır. Böylece, siber dünyanın ve fiziksel dünyanın kesintisiz bir şekilde kaynaşması sağlanmaktadır. Siber-Fiziksel Üretim Sistemlerinin iki temel yönü bulunmaktadır. Bunlar; değer ağları aracılığıyla yatay entegrasyon ve ağ bağlantılı üretim sistemleri aracılığıyla dikey entegrasyondur. Burada yatay entegrasyon, üretim ve iş planlama süreçlerinin farklı aşamalarında kullanılan çeşitli sistemlerin, hem işletme içi farklı departmanlarda, hem de farklı işletmeler arasındaki üretim ağlarında entegrasyonudur. Üretimde dikey entegrasyon ise, çeşitli akıllı sistemlerin farklı hiyerarşik düzeylerde (farklı üretim nesnelerinin insan-makine arayüzü, aktüatörleri, sensörleri ve kontrolörleri, üretim yönetimi, kurumsal planlama düzeyleri gibi) entegrasyonunu ifade etmektedir (Liu vd., 2015: 111). Endüstri 4.0 sürecinde, insansız- karanlık-akıllı fabrikaların yanı sıra birçok yeni uygulamada insan-robot işbirliğinde insan ve makine beraber çalışmaktadır. İnsan, üretimi kontrol ve takip işlerini yaparken, robotlar fiziksel olarak yorucu ve kas gücü gerektiren, tehlikeli, riskli, insanların yapmakta zorlandığı, çok vakit alan ve karmaşık çeşitli görevleri yerine getirmektedir. Böylece, insan da robot da kabiliyetlerini kullanma olanağı bulmaktadır (Fırat ve Fırat, 2017: 213).

Nesnelerin İnterneti (IoT) teknolojilerinin gelişmesi ve endüstride benimsenmesi, Operasyonel Teknoloji (Operational Technology- OT) olarak da adlandırılan Endüstriyel Otomasyon ve Kontrol Sistemleri'nde (Industrial Automation and Control Systems-IACS) mimari açıdan değişikliklere sebep olmuştur. IACS'ler, cihazları, sistemleri, endüstriyel prosesleri gerçekleştirmek ve otomatikleştirmek için kullanılan kontrol sistemlerini ve ilgili sistemlerinin farklı türlerini ifade etmek için kullanılmaktadır. IoT ile birlikte, Endüstriyel Otomasyon ve Kontrol Sistemleri (IACS) endüstriyel sistemler ile daha çok bağlantılı hâle gelmiştir. Böylece, üretime özgü IoT teknolojileri olan Endüstriyel Nesnelerin İnterneti (Industrial Internet of Things-IIoT) ortaya çıkmıştır. IIoT, belirli IoT teknolojilerinin (siber-fiziksel sistemler içerisindeki akıllı nesnelerin belirli türleri) endüstriye özgü hedeflerin desteklenmesi amacıyla kullanılmasıdır (Boyes vd., 2018: 1-3).



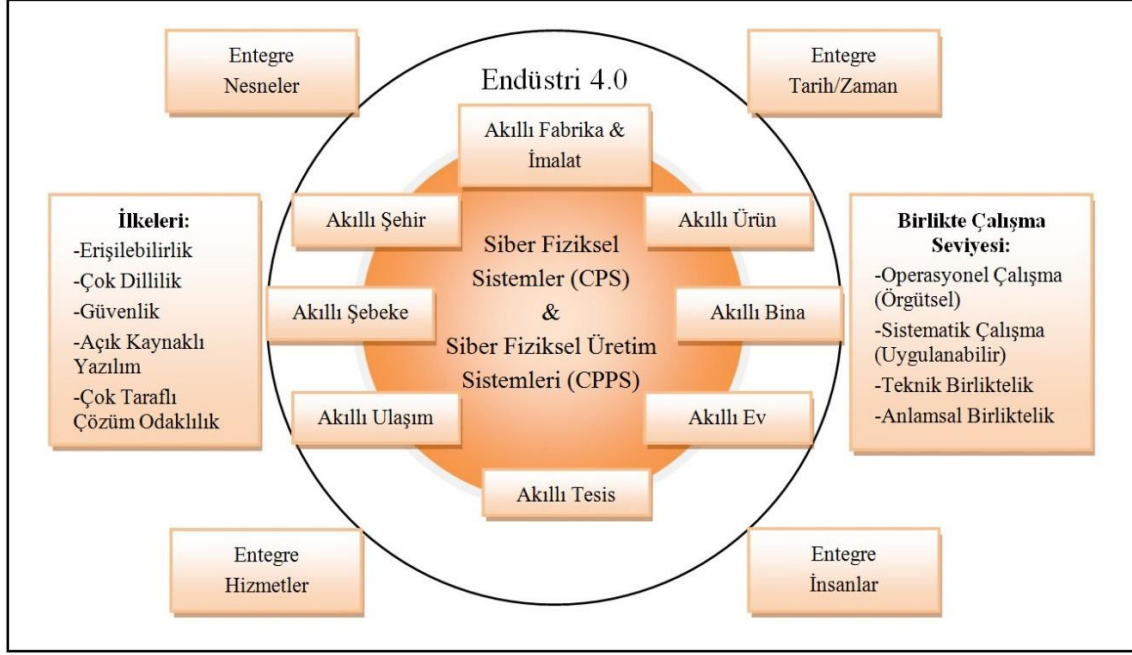
Şekil 1.8: Üretime özel IIoT mimarisi (Ercan ve Kutay, 2016)

Şekil 1.8'e göre üretim hattında CPS üretim araçları ile çalışanlar arasındaki iletişimden sorumludur. İnsan-Makine Arayüzü (Human Machine Interface-HMI) üzerinden çalışanlarla bağlantı kurarak işleri büyük ölçüde otomatik olarak yapmaktadır (Vyatkin vd., 2007: 27). Sistemde, IoT ile CPS üretimde rol alan tüm faktörlerle ve aktörlerle birlikte çalışabilmektedir. Gözetleyici Kontrol ve Veri Toplama Sistemi (Supervisory Control and Data Acquisition-SCADA) veya Dağıtılmış Kontrol Sistemi (Distributed Control System-DCS) sistemleri, üretimin fabrika içinden izlenmesini ve kontrolünü sağlamaktadır. Büyük veri ise işlenmek ve saklanmak için bulut bilişime gönderilmektedir (Ercan ve Kutay, 2016: 602; Boyes vd., 2018: 2).

Endüstriyel Nesnelerin İnterneti (IIoT), iş hayatını kolaylaştıran katkılarının yanı sıra, birtakım zorlukları da bünyesinde barındırmaktadır. Bunlar (Ercan ve Kutay, 2016: 605-606):

- Birlikte çalışabilirlik noktasında bilgi işleme (bilgi toplama, depolama, analiz etme gibi) zorluğu,
- Üretim sistemlerinde maliyet ve güvenilirlik sorunları,
- Kritik bilgi sistemlerinin siber güvenlik gereksinimi,
- Bazı kullanıcı gruplarının bunlardan duyduğu endişe

Tüm bunlara rağmen, paydaşların tamamı (işletmeler, uzmanlar, bulut bilişim hizmet sağlayıcıları, güvenlik firmaları, iletişim şirketleri, akıllı cihaz üreticileri, son kullanıcılar) teknolojiye bu yeni alanı daha ileriye taşımak ve sorunları ortadan kaldırmak, faydalarından en üst düzeyde yararlanmak için iş birliği içerisinde çalışmalıdırlar.



Şekil 1.9: Endüstri 4.0'ın üretimde ve sosyal hayatta çalışma çerçevesi (Aytar, 2019)

Şekil 1.9'a göre üretime ve toplumsal hayata ilişkin birçok ilişki ve davranış ağı Endüstri 4.0 ile farklı bir boyut kazanmaktadır.

Üretim süreçlerinde yararlanılan ileri teknolojiler sayesinde günümüzde tasarımı bir ülkede yapılan bir ürünün, prototipi başka bir ülkede, kitlesel üretimi bir başka ülkede yapılabilir hâle gelmiştir. Bununla birlikte üretim süreçlerinin farklı ülkelerden izlenmesi gereksinimini ortaya çıkarmış ve uzaktan müdahale, robotik alanındaki gelişmeler sayesinde olanaklı hâle gelmiştir (Çakmak ve Kişi, 2020).

Tablo 1.3: Geleneksel fabrikalar ve Endüstri 4.0'ın akıllı fabrikalarının karşılaştırılması (Lee vd., 2015: 19)

	Veri Kaynağı	Geleneksel Fabrika		Akıllı Fabrika	
		Karakteristikler	Teknolojiler	Karakteristikler	Teknolojiler
Unsur	Sensör	Kırılgan	Sensörler ile hata algılama	Öz farkındalık Kendi kendine tahmin	Bozulma izleme ve ürün yaşam süresi tahmini
Makine	Kontrolör	Üretilebilirlik ile performans	Koşula dayanan izleme ve teşhis	Öz farkındalık Kendi kendine tahmin Öz değerlendirme	Sağlıklı yaşam süresi izleme
Sistem	Ağ tabanlı	Üretkenlik ve toplam ekipman etkinliği	Yalın paradigma: İş ve atıkların azaltılması	Kendini yapılandırma Kendini koruma Kendiliğinden organize etme	Sorunsuz üretkenlik

Tablo 1.3'e göre akıllı fabrikalar, kendi kendini organize edebilmesi, yapılandırabilmesi, değerlendirebilmesi, yüksek öz farkındalık ve tahmin özellikleri sayesinde sorunsuz üretimi vadetmektedir.

Endüstri 4.0 sürecinde, “*Her Yerde Tasarla Her Yerde Üret*” (*Design Anywhere Manufacture Anywhere – DAMA*) fikrini bulut teknolojileri ile hayata geçirmeye dayanan “Bulut üretim” de ortaya çıkmıştır (Dengiz, 2017: 44).

Tablo 1.4: Endüstri 4.0'ın zorlukları, gerektirdiği yetenekler ve öğrenen fabrikalar (Prinz vd., 2016: 114)

ENDÜSTRİ 4.0'IN ZORLUKLARI	GEREKEN YETENEKLER	ÖĞRENEN FABRİKALAR İÇİN ÖĞRENME HEDEFLERİ
• Kısa döngü ve görevin esnek değişimi • Sorun çözmenin artan önemi • Denetimin artan önemi • Yüksek esneklikte personel gerekliliği • Otomasyonda artış • Ürünlerin hızlı değişimi	• Sorun çözme ve denetim • Geniş çapta uzmanlık • Karar verme • Disiplinler arası çalışma • Kişisel sorumluluk sahibi olma • Çok yönlü düşünebilme • İletişim kabiliyeti • Uyumluluk	• Yüksek miktarlardaki veri ve yoğun bilgi akışı ile başa çıkabilme • Endüstri 4.0'a uyumlu yeni yöntem ve teknikleri kullanabilme • Süreç ve çalışanlar açısından yeni örgüt yapılarına uyum sağlama • Üretim sürecindeki yeni çalışan rollerine uyum sağlama

Tablo 1.4'e göre Endüstri 4.0'ın üretimde sağladığı yararların yanı sıra birtakım zorlukları, gerektirdiği yetenekler, gerek fabrikalar için gerekse yönetici ve çalışanlar için, işletme örgütlerinin tamamı için öğrenilmesi gereken bazı yetkinlikler bulunmaktadır. Örneğin, Endüstri 4.0'ın fabrikalarının büyük miktardaki veri ve yoğun bilgi akışıyla baş edebilmesi, işletme örgütlerinin tüm kademelerinin yeni örgüt yapılarına ve yeni çalışan rollerine, yeni süreçlere uyum sağlaması gerekmektedir.

Endüstri 4.0 sürecinde, imalat sanayisinin üretim yapısındaki değişim ve dönüşümlerde Organize Sanayi Bölgeleri (OSB), Endüstri Bölgeleri ve Teknoloji Geliştirme Bölgeleri (TGB) ile özel sektör Ar-Ge Merkezleri öncü bir rol üstlenecektir (T.C. Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı, 2018: 16).

1.6.3. Lojistikte Akıllı Dönüşüm (Lojistik 4.0)

Tedarik zinciri yönetimi, sistem boyunca maliyetleri en aza indirerek hizmet seviyesi için gerekli ihtiyaçları karşılayabilmek için malın üretilmesi ve doğru lokasyonlara, doğru sürede, doğru miktarda dağıtılabilmesi için değer zincirindeki paydaşları etkin bir şekilde entegre etmekte kullanılan yaklaşımların kümesidir. Bunun yanı sıra, siparişlerin alınması, üretim ve siparişlerin karşılanması, ürün veya hizmet dağıtımı, lojistik gibi siparişin gerçekleştirilmesine yönelik yönetim ve koordinasyon faaliyetlerini içermektedir.

Tedarik zinciri yönetiminin ilk görevi, süreçleri etkin bir şekilde yönetmek, tedarikçi ile müşteri arasındaki ilişkiyi anlamak, stokları kontrol etmek ve talebi tahmin etmek, zincirdeki her bir halkadan sağlanan geri bildirimi sağlamaktır. Bu sayede, zincirin bütününde başarı elde edilebilecektir (Lancioni vd., 2000: 45; Yıldırım, 2009: 180). Tedarik zinciri yönetimi, müşteri odaklı örgütsel vizyon kapsamında gelişen, işletmelerin iç ve dış bağlantılarını yöneten ve örgütsel sinerjinin entegrasyonunu ve koordinasyonunu sağlayan bir sistemdir (Min ve Zhou, 2002: 231-232).

Günümüzde, işletmeler için kritik öneme sahip olan tedarik zinciri yönetimi ile, işletmeler arası bütünleşmeler ve işbirliğinin değer ortaya çıkarıcı şekilde yaygınlaştığı görülmektedir. Burada, işletmelerin kendi kendilerine rekabetçi olmalarının yanında yer aldıkları tedarik zincirlerinin bütününe rekabetçi olması önemlidir. İşletmelerin rekabetçi

olabilmesi ve bu rekabet gücünü koruyabilmeleri için birlikte çalıştıkları tedarikçileri ve müşterileri ile işbirliği yollarını geliştirerek iş ortaklığı prensibi ile hareket etmeleri, güven ortamı oluşturmaları ve iş süreçlerini birbirlerine açmaları gerekmektedir. Bu sayede, tedarik zinciri içinde sınırların ortadan kalkması ile oluşturulacak bir zincir yönetiminin koordinasyonu sayesinde işletmelerin tek tek kendilerinin amaçlarını en iyilemek yerine tedarik zincirinin bütününde en iyileme yolunu seçmeleri ile bütün zincir üyesi işletmeler açısından daha çok fayda elde etme imkânı ortaya çıkmaktadır (Özdemir, 2004: 94). Bu işbirlikleri sonucu tüm unsurlar beraber koordinasyon içerisinde faaliyet gösterdikleri için sinerji etkisi de ortaya çıkmakta ve bu durum, sürece değer katmaktadır (Yıldırım, 2009: 180). Tedarik zinciri yönetiminin amaçları çok boyutludur ve bunlar; maliyetin en aza indirgenmesi, hizmet seviyelerinin geliştirilmesi, tedarik zincirinde bulunan halkaların (işletmelerin) arasındaki iletişimin geliştirilmesi ve dağıtım etkinliğinin artırılmasını ve üretim süreçlerinin esnekliğinin ve niteliğinin artırılmasını sağlamaktır (Lancioni vd., 2000: 45).

İnternetin gelişmesi, tedarik zincirlerine bazı önemli fırsatlar sunmuştur. Bunlar (Lancioni vd., 2000: 46):

- Müşterilerin bulabileceği çevrimiçi satıcı katalogları sağlaması
- Karayolu, demiryolu, havayolu, denizyolu taşımacılığı, boru hattı taşımacılığı başta olmak üzere çeşitli araçları kullanarak gönderileri takip etme yeteneği sağlaması
- Teslimatlarda yaşanan gecikmelerden kaynaklanan müşteri hizmetleri sorunları, stokların tükenmesi, planlanan sevkiyat tarihlerinde değişiklikler ve daha birçok hizmet sorunları ile ilgili satıcılar ve alıcılarla iletişim kurabilme yeteneği sağlaması
- Kamu ve özel sektör dağıtım merkezlerinden çıkan gönderileri çok kısa sürede planlama yeteneği sağlaması
- Küresel çapta, 7 gün/ 24 saat boyunca müşteri hizmeti sağlaması ve duyarlılığı artırması
- Dünyanın her yerinden müşteriden sipariş alabilme yeteneği sağlaması
- Satıcılara, verilen siparişleri kontrol edebilme olanağı sağlaması

- Kamu ve özel sektör tarafından yayınlanan projelere teklif verme olanağı sağlaması
- Sipariş üzerine üretilen ürünlerdeki konfigürasyon değişikliklerini satıcılara bildirme yeteneği sağlaması
- Faturaların elektronik ortamda ödenebilmesi ve ödenmemiş borç bakiyelerinin kontrol edilebilmesine olanak sağlaması
- Lojistikte araç konumlarını takip etme olanağı sağlaması
- Tedarik konularıyla ilgili satıcılar, müşteriler ve diğer paydaşlar ile 7 gün/24 saat E-mail yoluyla doğrudan iletişim kurabilme yeteneği sağlaması
- Teslimatları planlama yeteneği sağlaması
- Hizmet maliyetlerini ve yanıt süresini azaltma yeteneği sağlaması

Tedarik zincirlerinde sürdürülebilirlik girişimleri için Endüstri 4.0'ın kullanılmasının önünde bazı engeller bulunmaktadır. Bunlar (Luthra ve Mangla, 2018: 171):

- Endüstri 4.0 uygulamalarına yönelik bilgi düzeyinin düşük olması
- Endüstri 4.0'a uyum sağlanabilmesinde önemli olan Ar-Ge faaliyetlerinin düşük düzeyde olması
- Yasal sorunlar (veri güvenliği konularında)
- Yönetim desteğinin düşük düzeyde olması
- Profil oluşturma ve karmaşıklık sorunları
- Dijital kültür eksikliği
- Endüstri 4.0'a yönelik isteksiz davranışlar
- Dijital yatırımların ekonomik faydasının belirsizliği
- Veri paylaşmada, küresel standart ve protokollerin eksikliği
- Teknolojik altyapı ve internet tabanlı ağların eksikliği
- Yeni iş modellerinin uygulanmasında ve benimsenmesinde rekabetçilik eksikliği
- Mevcut veri kalitesinin düşüklüğü
- Teknoloji platformlarının entegrasyonunun eksikliği
- Koordinasyon ve işbirliği sorunları
- Güvenlik sorunları
- Kamu desteği ve politikalarının eksikliği

- Finansal kısıtlar

Günümüzde, müşteri talebine göre ürünlerin ve hizmetlerin özelleştirilmesi, esnek üretimin artması, sürdürülebilirlikle ilgili trendler karmaşıklığın artmasına ve lojistik sistemlere yönelik talebin artmasına neden olmaktadır. Bu karmaşıklığı yönetebilmek, mevcut olandan farklı planlama ve kontrol mekanizmaları gerektirmektedir. Bu noktada, Lojistik 4.0 kavramı ortaya çıkmaktadır (Winkelhaus ve Grosse, 2019: 20). Lojistik 4.0, müşteri taleplerinin, bireyselleştirilerek, maliyetlerde artış olmadan, sürdürülebilir bir şekilde karşılanmasını sağlayan ve dijital teknolojileri kullanarak sanayi ve ticaretteki gelişmeyi destekleyen çağdaş lojistik sistemdir (Winkelhaus ve Grosse, 2019: 21).

Lojistik 4.0, örgütlerde değer zincirinin konsept ve teknolojileri için ortak bir terimdir. Lojistik 4.0, bilgi işleme ve ağ iletişimi teknoloji platformu aracılığıyla, barkod, radyo frekans tanımlama teknolojisi, sensörler, küresel konumlandırma sistemleri ve diğer gelişmiş ağ teknolojilerinin, CPS, IoT, IoS, Big Data/Data Mining gibi teknolojilerin kullanılmasıdır. Bu yönüyle Lojistik 4.0'ın entegre bir yönetim uygulaması olduğu söylenebilir. Lojistik 4.0'da, CPS, fiziksel süreçleri izler, fiziksel dünyanın sanal bir kopyasını oluşturur ve merkezi olmayan kararlar alır. CPS, gerçek zamanlı olarak IoT (Nesnelerin interneti) üzerinden birbiriyle ve insanlarla iletişim kurmakta ve işbirliği yapmaktadır. Büyük Veri bileşenlerinden olan Data Mining, DM (Veri Madenciliği), karar verme sürecini desteklemek için bilgi keşfeder. Hizmetlerin interneti olan IoS (Internet of Services) aracılığıyla, hem işletme içi hem de işletmeler arası hizmetler, değer zincirinin katılımcıları tarafından sunulur ve kullanılır. Lojistik 4.0 ile gerçek zamanlı olarak, gerçek dünya bilgilerine dayanarak analizler yapma ve öngöründe bulunma, olayları ve etkileşimleri senkronize etme yeteneği gelişecektir. Sensörler, malzemelerin yanlış kullanıldığını veya gönderilerde gecikme yaşanacağını haber verdiğinde anında harekete geçme olanağı sağlanacaktır. Daha fazla öngörü yapabilme ve gerçek zamanlı olarak tepki verebilme yeteneği sayesinde lojistik ağının düzeni tümüyle optimize edilebilecektir. Bunlar, Lojistik 4.0'ın esnek tedarik zincirlerindeki sorunları çözebilme becerisini göstermektedir. Bu durum, maliyetlerde düşüşü, güvenilirliğin artmasını, müşteri memnuniyetini beraberinde getirecektir. Günümüzde bu teknolojiler lojistik sektöründe taşımacılık, depolama, dağıtım, paketleme, taşıma ve temel faaliyetlerin diğer kısımlarında yaygın olarak kullanılmaktadır. Dağıtımın otomasyonu ve taşıma sürecinin etkinliğinin artırılması, lojistik sektörde maliyetleri düşürmenin yanı sıra yönetim ve hizmet

kalitesini iyileştirmekte ve doğal ve sosyal kaynakların tüketimini azaltmaktadır (Wang, 2016: 71-73).

Taşıma, depolama, montaj, toplama, palet kurulumu, yük modeli konfigürasyonu, nakliye koordinasyonu, modern bir lojistik hizmetinin ticari başarısını belirleyen ve yönetici için yatırımın kârlılığını belirleyen "hassas" lojistik aşamalarıdır. Özellikle malların lojistik yönetimiyle ilgili olan bu unsurlara, güvenlik unsurlarının da eklenmesi zorunludur. Yaşanabilecek hasar, hırsızlık ve kayıplar önemli bir maliyet kalemi olarak yılsonu mali tablolarını etkileyecektir. 2016 yılında, İtalya'nın Endüstri 4.0'a yönelik hazırladığı Horizon 2020-PON programı kapsamında, İtalya Ekonomi Bakanlığı, Entegre Edilmiş Lojistik Platformu "Integrated Logistic Platform (ILP) 4.0 modelini fonlamıştır. Bu model, yenilikçi teknolojiler, insan kaynakları ve örgütsel süreçler arasındaki etkileşimi ve işbirliğini sağlamak için, bilgisayar vizyonu, sanal ve artırılmış gerçeklik, bilgi ve iletişim teknolojilerinin sistem ve bileşen ağına odaklanan entegre teknolojileri geliştirerek lojistik sektöründe tamamen yeni bir akıllı alanın prototipini oluşturmayı amaçlamıştır. Bu sayede, envanterin otomasyonu, depo hareketlerinin kontrolü, tesislerin fiziksel ve mantıksal güvenliğinin yönetiminin sağlanabilmesine odaklanılmıştır (Di Capua vd., 2023: 326-327).

Beklenmeyen doğal afetler veya siyasi krizler gibi üreticinin kontrolü dışındaki koşullar nedeniyle üretim sırasında sıklıkla aniden tedarikçi değiştirmek zorunda kalınabilmektedir. Endüstri 4.0 teknolojileri, etkilenen alt sistemlerin hizmetlerinin simülasyonlarını çalıştırarak bu değişikliklerin önemli ölçüde daha sorunsuz hâle getirilmesine yardımcı olmaktadır. Böylece, farklı tedarikçiler değerlendirilerek aralarından en iyi alternatif seçilebilmektedir (acatech, 2013: 73).

2020 yılından beri süren Korona pandemisi, Süveyş Kanalı'nda konteyner gemilerinin mahsur kalması, Rus-Ukrayna Savaşı gibi son dönemde gerçekleşen küresel etkiye sahip olaylar, küresel tedarik zincirlerinin çok hassas olduğunu göstermektedir. İşletmelerin lojistik ağında meydana gelen sorunlara karşı hızlı bir şekilde doğru tepkileri verebilmesinin önemi gitgide artmaktadır. Bu noktada, dijital tedarik zincirleri devreye girmektedir. Geleneksel yöntemde bilgi akışı, kâğıtla sağlanmaktadır. Ancak, dijital tedarik zincirlerinde, bilgiler gerçek zamanlı olarak aktarılmaktadır. Yapay zekâ ve büyük veri, lojistik yönetiminde daha öngörülü davranmaya ve ortaya çıkan sorunlara daha hızlı tepki vermeye katkı sağlamaktadır. Tüm süreç, dijital ikizler sayesinde kolaylıkla

yönetilebilmektedir. Lojistik 4.0, aynı zamanda daha fazla şeffaflık da sağlamaktadır. Lojistik 4.0'ın önünde iki büyük engel vardır. Bunlar; veri kalitesi ve verinin korunmasıdır. Detaylı ve derinlikli veri oluşturulmasının veri kalitesini sağlamanın yanı sıra Lojistik 4.0, verilerin aktarılmasını, ilgililerle paylaşılmasını da gerektirmektedir. Bu nedenle, siber güvenlik risklerini de bünyesinde barındırmaktadır. Ancak belirli riskler büyük avantajlarla birbirini dengelemektedir. Lojistik 4.0 ile nakliye yollarındaki çeşitli kaynakların israfı önlenilmekte, verimlilik artmaktadır. Dijitalleşme, tedarik zincirlerinin, Lojistik yönetiminin daha sürdürülebilir olmasına da yardımcı olmaktadır (URL-5).

Tablo 1.5: Geleneksel liman ve akıllı limanın karşılaştırılması (Yang vd., 2018: 36)

Özellikler	Geleneksel Liman	Akıllı Liman
Operasyonu gerçekleştiren	İnsanlar ve makineler	Akıllı sistemler ve akıllı ekipmanlar
Rıhtım operasyonları	Rıhtım vinçleri	Otomatik rıhtım vinçleri
Yatay taşıma	Konteyner kamyonları ve istif taşıyıcıları	Otomatik güdümlü araçlar
Tersane operasyonları	Lastik tekerlekli portal vinçler	Otomatik raya monteli portal vinçler
Operasyon Verimliliği	Emek bazlı operasyon, sınırlı verimlilik, düşük sevkiyat verimliliği	Tekniklere/bilgiye dayalı operasyon, yüksek otomasyon ve zekâ, yüksek ve geliştirilebilir verimlilik, akıllı ve koordineli sevkiyat
Ekonomik verimlilik	Düşük yapı maliyetleri, düşük bakım maliyetleri, yüksek işçilik maliyetleri, yüksek nakliye maliyetleri, düşük ekonomik faydalar	Yüksek yapı maliyetleri, yüksek bakım maliyetleri, düşük işçilik maliyetleri, düşük nakliye maliyetleri, yüksek ekonomik faydalar
Güvenlik denetimi ve kontrolü	Düşük güvenilirlik, Yavaş yanıt, yüksek işçilik maliyeti	Yüksek zekâ, yüksek güvenilirlik, hızlı cevap, daha güvenli
Çevresel koruma	Yüksek enerji tüketimi, yüksek kirlilik	Sürdürülebilir gelişme, düşük enerji tüketimi, az kirlilik
Sürdürülebilirlik	Hayır	Evet

Tablo 1.5'e göre lojistik sektöründe önemli bir yere sahip olan limanlar da Lojistik 4.0 kapsamında değişim yaşamaktadır.

Lojistik sektöründe dünyanın en önde gelen konteyner taşıma işletmesi olan Maersk, özellikle soğutuculu konteynerlerde IoT teknolojilerini kullanmaktadır. Konteynerlere yerleştirilen sensörler aracılığıyla alınan gerçek zamanlı veriler, sim kartlar aracılığıyla ilgili birimlere aktarılmaktadır. Ayrıca, konum bilgisi ve soğutucuların batarya durumu gibi veriler de gerçek zamanlı olarak iletilmektedir. Bu sistemde, manuel gözlem gerekliliği azalmaktadır. Böylece, maliyette azalma, verimlilikte artış, hata payının azalması, zamandan tasarruf sağlanmaktadır (URL-9).

Perakende sektörünün devlerinden Amazon'un depolarında, Wi-Fi bağlantılı robotlar ve insanlar birlikte çalışmaktadır. Önceden, ürün kare kodlarını taratmak için depo çalışanları tüm rafları tek tek dolaşmaktaydı. Günümüzde, bu görevi depo robotları gerçekleştirmektedir. Ayrıca, Amazon'un 2023 yılında tanıttığı en yeni robot kolu Sparrow sayesinde, dolu kutuların depoya geri gönderilebilmesi için envanteri kutular halinde birleştirme gibi oldukça tekrarlayan bir görev kolayca halledilmektedir. Ayrıca, Sequoia projesi, envanteri kutulara taşımak için birden fazla robot sistemini entegre ederek mobil robotları, portal sistemlerini, robotik kolları ve yeni bir ergonomik çalışan iş istasyonunu bir araya getirmektedir. Sistem, mobil robotların konteynerli envanteri doğrudan bir portala, yani kutuları yeniden stoklayabilen veya müşterilerin sipariş ettiği envanteri alması için bunları bir çalışana gönderebilen platform destekleyen ekipmana sahip uzun bir çerçeveye taşınmasını sağlayarak çalışmaktadır. Bu sistem sayesinde, çalışanların müşteri siparişlerini toplamak için düzenli olarak başlarının üstüne uzanması veya çömelmesi gerekmemekte, ergonomik bir çalışma ortamı sağlamaktadır. Böylece, yaralanma riski azalmaktadır (URL-11).

1.6.4. Finansta Akıllı Dönüşüm (Finans 4.0)

Endüstri 4.0 sürecinde finans sektörü de bu dönüşümden etkilenerek dijitalleşmiştir. Finans sektöründeki en temel aktör bankalardır. Dolayısıyla, Finans 4.0 denildiğinde akla ilk olarak bankacılık sistemi gelmektedir. Finans 4.0 hakkında şunları değerlendirmek mümkündür (Erdoğan ve Pehlivan, 2023: 66-67):

- Fiziksel banka binalarına ve ATM'lere duyulan gereksinim azalacaktır.
- Finansal işlemlerin Endüstri 4.0 teknolojilerinden bulut bilişim, yapay zekâ ve büyük veri gibi teknolojiler kullanılarak gerçekleştirilmesiyle birlikte insana olan gereksinim azalacaktır.
- Yapay zekâ sayesinde finansal raporlar kolaylıkla analiz edilebilecektir.
- Finansal veriler limitsiz şekilde depolanabilecektir.
- Finansal araçlar, gerek nicelik gerekse nitelik açısından gelişecektir.
- Finans 4.0'da rekabet avantajı, Fintek olarak da adlandırılan finansal teknoloji işletmelerinde olacaktır.

Endüstri 4.0 sürecinde en yaygın sorunlardan birinin "Dijital dönüşümü karşılayabilecek türden finansman kaynağı ve bu finansmana erişim" olacağı öngörülmektedir (Körpe, 2021: 119).

Yapay zekâ teknolojisi, başta bankacılık olmak üzere, finans sektöründe faaliyet gösteren tüm işletmelerin iş modelleri üzerinde dönüşüme yol açmaktadır. Yapay zekâ, emekten, maliyetten ve zamandan tasarruf edilmesini sağlamaktadır. Fiyat tahminlemesi, risk yönetimi, finansal kriz senaryoları gibi finans sektörünün en zor işlemlerinde bile başarılı sonuçlar alınmasına yardımcı olan yapay zekâ, gerek kurumsal gerekse bireysel kullanıcılara hata oranı düşük, verimli, risksiz, daha başarılı planların ortaya çıkmasını sağlayacaktır (Erdoğan ve Pehlivan, 2023: 69).

1.6.5. İnsan Kaynaklarında Akıllı Dönüşüm (İnsan Kaynakları 4.0)

Endüstri 4.0 teknolojilerinin uygulanmasında, çeşitli bilimsel disiplinlerin yer almasının yanında bu devrimin beraberinde getirdiği teknolojilerin ve bileşenlerin sosyal hayata dönük sonuçları hakkında belirsizlikler hat safhadadır (Wilkesmann ve Wilkesmann, 2017: 238).

Endüstri 4.0 kavramı, daha az insanla hatta mümkünse insan kaynağı olmadan daha çok iş gerçekleştirilebilmesini amaçlamaktadır. Endüstri 4.0'ın ortaya çıkış amacının dijitalleşme ve dijital teknolojiler yardımıyla daha az insanla daha çok iş yapılabilmesi olduğuna dikkat

edildiğinde, insan kaynakları yönetimi uygulamalarının ve işgücünün bu devrimden önemli ölçüde etkileneceği anlaşılmaktadır.

Üretim süreçlerinin otomasyonu ve robotların buralarda kullanımı gibi yeni gelişmeler, bazı meslek gruplarını ortadan kaldırmaktadır. Bunun yanı sıra, bazı yeni meslek gruplarını ve iş fırsatlarını da ortaya çıkarmaktadır. Bu nedenle, hem yöneticilerin hem de çalışanların bu yeni döneme ayak uydurabilmeleri için katma değer ortaya çıkaracak yeni yetkinlikler geliştirmeleri gerektiği görülmektedir (Çakmak ve Kişi, 2020).

Endüstri 4.0 sürecinde, çalışanlardan beklentiler gitgide değişime uğramaktadır. Önceki Endüstri devrimleri'nde çalışanlardan fiziki güç harcamaları beklenmekteydi ancak günümüzde çalışanlardan sürekli öğrenmeleri, bilgi edinebilmeleri, bilgiyi içselleştirmeleri ve paylaşımları beklenmektedir. Günümüzde, çalışanlardan ve yöneticilerden, algoritmaları çok iyi okuyabilmeleri ve böylece doğru kararlar verebilmeleri istenmektedir (Luca vd., 2016: 46-47).

Tablo 1.6: Dünyada en hızlı gelişen 10 meslek (World Economic Forum, 2023)

	MESLEKLER
1.	Yapay zekâ ve makine öğrenmesi uzmanlığı
2.	Sürdürülebilirlik uzmanlığı
3.	Ticari bilgi toplama, yorumlama analistliği
4.	Bilgi güvenliği analistliği
5.	Fintech (Finansal teknoloji) mühendisliği
6.	Veri analistliği
7.	Robotik mühendisliği
8.	Büyük veri uzmanlığı
9.	Tarımsal malzeme operatörlüğü
10.	Dijital dönüşüm uzmanlığı

Tablo 1.6'ya göre Dünya Ekonomik Forumu'nun 2023 yılında yayınladığı “Mesleklerin Geleceği” adlı raporunda, yapay zekâ ve makine öğrenmesi uzmanlığı en hızlı gelişen meslek olarak belirtilmiştir.

Günümüzde gelişen bilgi ve iletişim teknolojileri ile ortaya çıkan yeni devrim, önceki devrimlerde icat edilen makineleri, dış görünüşünden donanımına kadar pek çok düzeyde değiştirmiştir. 1990'lı yıllarda, personel yönetimi uygulaması, yerini insan kaynakları yönetimi uygulamalarına bırakmıştır. Günümüzde ise bu süreç yetenek yönetimi ile devam etmektedir. Geleceği doğru tasarlamak isteyen örgütler, yetenekleri keşfedip, akılcı insan kaynakları politikaları ile geliştirmeli, çalışanları çeşitli eğitim ve uygulamalar ile güçlendirmeli, sevgi temelli örgüt kültürü ile bünyesinde tutmalıdır. Endüstri 4.0, sadece teknolojik ilerlemelerden ibaret bir devrim değildir. Aynı zamanda, insan sermayesinin yeteneklerinin yönetimidir. Endüstri 4.0'ı tasarlayan ve ortaya çıkaranlar insanlar olduğu gibi bu süreçte Endüstri 4.0'ı geliştiren ve uygulama alanlarını, etki alanlarını genişletenler de insanlar olacaktır. Tasarladıkları bu akıllı sistemi kontrol etmek ve takip etmek de insanların sorumluluğundadır (Gürün, 2019: 86). Bilginin stratejik öneminin vurgulandığı bu süreçte, işletmelerde insan kaynakları yönetimi fonksiyonları bu dönüşüme uyarlanmaya çalışılmaktadır. Uygun personelin seçimi, işe alımı ve elde tutulması, performans yönetimi, ücretlendirme, ödüllendirme, gelişim ve eğitim olarak sayılabilecek insan kaynakları yönetimi fonksiyonlarında bilgi yönetimi stratejileri çerçevesinde temel dönüşümler ortaya çıkmaktadır (Büyükyılmaz, 2013: 97).

Tablo 1.7: 2023 yılının en gözde 10 yeteneği (World Economic Forum, 2023)

	YETENEKLER
1.	Analitik düşünce (Bilişsel yetenek)
2.	Yenilikçi düşünce (Bilişsel yetenek)
3.	Esneklik, dayanıklılık ve çeviklik (Öz yeterlik)
4.	Motivasyon ve öz farkındalık (Öz yeterlik)
5.	İlgi ve yaşam boyu öğrenme (Öz yeterlik)
6.	Teknolojik okuryazarlık (Teknoloji yeteneği)
7.	Güvenilirlik ve detaylara özen gösterme (Öz yeterlik)
8.	Empati ve aktif dinleme (Ekip çalışmasına yatkınlık)
9.	Liderlik ve sosyal etki (Ekip çalışmasına yatkınlık)
10	Kalite kontrol (Yönetim yeteneği)

Tablo 1.7'ye göre Dünya Ekonomik Forumu tarafından, analitik düşünce, yenilikçi düşünce, esneklik, dayanıklılık ve çeviklik 2023 yılının en gözde yetenekleri olarak açıklanmıştır.

Dünya Ekonomik Forumu'na göre, 2025 yılına kadar, küresel işgücü piyasasının yarısının yeni beceriler kazanmaya ihtiyacı olması beklenmektedir. Okullarda, gelişen teknoloji doğrultusunda müfredatlar yenilenmeden mevcut eğilimler devam ederse, birçok öğrenci, iş dünyasının geleceğinde başarılı olmak için gereken becerilerden yoksun kalacaktır. Teknolojik gelişmeler nedeniyle değişen iş dünyasına, 1 milyar insanın, 2030 yılına kadar daha iyi eğitim, yetenek ve ekonomik fırsatlar açısından güçlendirilmeleri için 2020 yılında, Dünya Ekonomik Forumu tarafından “Reskilling Revolution” (Yeniden Beceri Kazandırma Devrimi) kurulmuştur (URL-8).

Akıllı sistemlerin yaygınlaşması ile birlikte, yalnızca sanayide dijital dönüşümün getirdiği yeniliklere ayak uydurabilecek nitelikli işgücünün yetiştirilmesi yeterli değildir. Bunun yanı sıra, mevcut işgücünün yeni devrimin gerektirdiği niteliklere sahip olabilmesi amacıyla çeşitli programlarla yeniden eğitilmesi ve özellikle yöneticilerin dijital dönüşüm anlayışı ve stratejisine sahip olmaları gerekmektedir (TÜSİAD ve BCG, 2017: 13).

KPMG (2018) tarafından, üretim sektöründe faaliyet gösteren 1300 işletmenin CEO'ları ile küresel çapta gerçekleştirilen “KPMG Küresel CEO Araştırması (Global CEO Outlook)’na göre, CEO’ların yüzde 62’si yapay zekânın, ortadan kaldırmakta olduğu mesleklerden daha fazla sayıda yeni meslek ortaya çıkaracağını düşündüklerini belirtmiştir (KPMG, 2018: 5).

Endüstri 4.0 teknolojilerinin küresel düzeyde yaygınlaşabilmesi için bunları tanıyan, kullanabilen, nitelikli işgücüne gereksinim olduğu bilinmektedir. Bunun için, eğitim müfredatlarına konuyla ilgili dersler yerleştirilerek daha çocukluk döneminde insanların dijitalleşme ile tanışması sağlanabilmektedir. Japonya, Güney Kore, ABD gibi ülkelerde ve pek çok Avrupa ülkesinde kodlama eğitimleri gitgide yaygınlaşmaktadır. Bu eğitimler, okullarda Belçika’da “bilişimsel düşünce ve programlama”, İngiltere’de “computing”, İspanya’da “programlama, algoritma ve robotik” olarak yer almaktadır. Ülkemizde ise “*Bilişim Teknolojileri ve Yazılım*” adlı ders 28 Mayıs 2013’te yayımlanan öğretim programı ile 5. ve 6. sınıflarda 2 saat zorunlu, 7. ve 8. sınıflarda seçmeli ders olarak müfredatta yer bulmuştur ancak doğrudan bilgisayar yazılım geliştirmeye ve kodlamaya yönelik değildir. Öğrencilerden “bilişim okur-yazarlığı, bilişim teknolojilerini kullanarak iletişim kurma, bilgi paylaşma ve kendini ifade etme, araştırma yapma, bilgiyi yapılandırma ve işbirlikçi çalışma, problem çözme, programlama ve özgün ürün

geliştirme” yetkinliklerinin beklendiği açıklanmıştır. Türkiye’de 2011 yılında hayata geçen FATİH Projesi de bir teknoloji entegrasyonu projesi olarak başlatılmıştır. Ayrıca 2017’de EBA’da kodlama eğitimine ilişkin bir modül oluşturulmuştur (Gürün, 2019: 78-79).

Aytekin vd.,’e (2018: 38) göre, Endüstri 4.0 sürecinde nitelikli insan kaynağı yetişmesine yönelik önemli uygulamalardan birisi de kodlama eğitimidir. Günümüzde kodlama kabiliyeti, düşünmek, üretmek gibi kavramların dijital çağdaki karşılığı olarak gündeme gelmektedir. Kodlama, insan kaynağının güçlendirilmesine de olanak sağlamaktadır. Pek çok sektörde ve alanda programlama kabiliyetine sahip insan kaynağına olan gereksinim her geçen gün daha da artmaktadır. Böylece, kodlama öğrenmenin önemi de aynı düzeyde artış göstermektedir. Bu yaklaşım ile dünyada birçok ülke, eğitim müfredatlarında değişiklikler yaparak okullarda kodlama eğitimi vermeye başlamıştır. Code.org, Scratch gibi kodlama uygulamalarının, bu alanda yapılmış araştırmaların pek çok ülkede politika yapımcılar tarafından desteklendiği görülmektedir.

TÜSİAD ve BCG’nin “Türkiye’nin Sanayide Dijital Dönüşüm Yetkinliği” adlı raporunda, Türkiye’de nitelikli işgücü yetersizliğinin Endüstri 4.0 teknolojilerinin uygulanmasının önündeki kritik engellerden biri olduğu tespit edilmiştir. Bu engeller sırasıyla şunlardır (TÜSİAD ve BCG, 2017: 53):

- Yatırım maliyetlerinin yüksek olması
- Yatırımın geri dönüşünün belirsiz olması
- Nitelikli işgücü eksikliği
- Teknolojik altyapı eksikliği
- Yerel tedarikçi sayısının yetersizliği

Bu süreçte, beyin göçüne engel olunması da nitelikli iş gücü arzını yeterli seviyede tutabilmek için oldukça önemlidir (TÜSİAD ve BCG, 2017: 26). Ayrıca, iş hayatına hızla katılmaya başlayan Z kuşağı etkeni de göz önünde bulundurulmalıdır. Bu kuşak; el, kulak, göz gibi motor beceri senkronizasyonu açısından tarihin en kabiliyetli kuşağı olarak kabul edilmektedir. Bunlar, teknolojiye bağımlı, acelecî, internete oldukça hâkim, yenilikçi, çoklu dikkat ve çoklu karar alma yeteneğine sahip, çevik, hızlı tüketen, hırslı, kolay yoldan para kazanmayı isteyen, vatandaş olarak haklarını oldukça iyi bilen ve sahip çıkan, iletişim

yeteneği ve özgüveni gelişmiş bir profil çizmektedir. Analitik düşünme yetenekleri çok iyi düzeydedir. Ancak takım çalışmasına yatkın değillerdir. Bireyselliği ön planda tutarlar. Ayrıca, kurallardan hoşlanmıyor olmaları, başta aileleri, arkadaşları ve sosyal çevreleri olmak üzere, birçok kişiyle çatışma yaşamalarına yol açabilir. Z Kuşağını, diğer kuşaklardan ayıran en önemli farklılık, değişimin çok hızlı ve kırılmalar şeklinde yaşandığı bir döneme doğmaları ve sonrasında da bunlara şahitlik etmeleridir (Yücebalkan ve Aksu, 2018: 475-476).

İnsan kaynakları 4.0 sürecinde, bireylerin kas gücü gerektiren işler yerine bilgi, tasarlama, karar verme, yönetme ve sürekli olarak uygulama-geliştirme yapacakları alanlarda çalışacakları öngörülmektedir. Bu yönden, insanların aslında işlerini kaybetmeyecekleri, ancak iş tanımlarının değişeceği, beklenen yetkinliklerinin değişeceği yeni mesleklerin ortaya çıkacağı söylenebilir. Bunun yanı sıra, bu süreçte birtakım işlerin robotlar ve makineler tarafından yapılabilir hale gelmesiyle birlikte, istihdam açısından olumsuz yönde etkilenen mesleklerin de olacağı düşünülmektedir. Bu olası tehditleri fırsata dönüştürmek için uzun dönemli istihdamı artırmaya yönelik politikaların uygulanması oldukça önemlidir. Bu süreç, birçok analitik ve teknolojik becerinin bir arada olmasını gerektirmektedir. İş modellerinin ve üretim şekillerinin farklılaşması emeğin niteliğinin artırılmasını zorunlu hâle getirmektedir. Gelecekte iş yaşamında iki sorunun ortaya çıkması beklenmektedir. İlk sorun işsizlik, diğer sorun ise nitelikli işgücü eksikliğidir. Dolayısıyla bu dönüşümün gerisinde kalmamak için gerekli politik ve ekonomik önlemlerin alınması gerekmektedir. Aksi takdirde bu sürece ve teknolojiye kendini adapte edemeyen ülkelerde işsizliğin de artması kaçınılmaz olacaktır. Bunun için özellikle gelişmekte olan ülkelerde, gerekli eksiklikler tespit edilerek hem teknolojik altyapının geliştirilmesine hem de beşeri sermayenin geliştirilmesine yönelik ulusal stratejilerin oluşturulması gerekmektedir (Özışık ve Şahin, 2022: 94).

1.6.6. Örgüt Kültüründe Akıllı Dönüşüm (Örgüt Kültürü 4.0)

Kültür, bir işletme örgütünün örtülü sosyal düzenidir. Kültür, tutumları ve davranışları, geniş kapsamlı ve kalıcı yollarla şekillendirmektedir. Kültürel normlar, örgüt içerisinde neyin teşvik edildiğini, neyin istenmediğini, neyin kabul edildiğini veya neyin reddedildiğini tanımlamaktadır. Kişisel değerlerle, dürtülerle ve gereksinimlerle

uyumlulaştırıldığında kültür, ortak amaç ve örgütün gelişme kapasitesini teşvik etme açısından muazzam düzeyde sinerji ortaya çıkarabilmektedir (Groysberg vd., 2019: 134).

Örgüt kültürünün, uzun bir zaman diliminde oluşturulmasından dolayı değişmesi ve yeniliğe uyum sağlayabilmesinin de bir süreç gerektirmesi son derece doğaldır. Bu nedenle, Endüstri 4.0 uygulamalarının örgüt kültürlerine etkilerinin bir süreç boyunca gelişeceği değerlendirilebilir.

Bir işletmenin kültürü ile kendine özgü yapısı arasında iki yönlü bir ilişki görülmektedir. Çoğu durumda, yapı ve sistemler kültürü takip etmektedir. Örneğin ekip çalışmasına ve işbirliğine öncelik veren işletmeler, paylaşılan ekip ve işletme hedeflerini içeren, kolektif çabayı takdir eden ödüller ile teşvik sistemleri tasarlamalıdır. Ancak uzun süredir devam eden bir örgütsel tasarım seçimi, işletmelerde bir kültürün oluşmasına sebep olabilmektedir. Bu, daha zor ve uzun bir süreçtir. Bu nedenle, genellikle örgütsel değişimin arzu edilen örgüt kültürüne uygun şekilde yapılması önerilmektedir (Groysberg vd., 2019: 163).

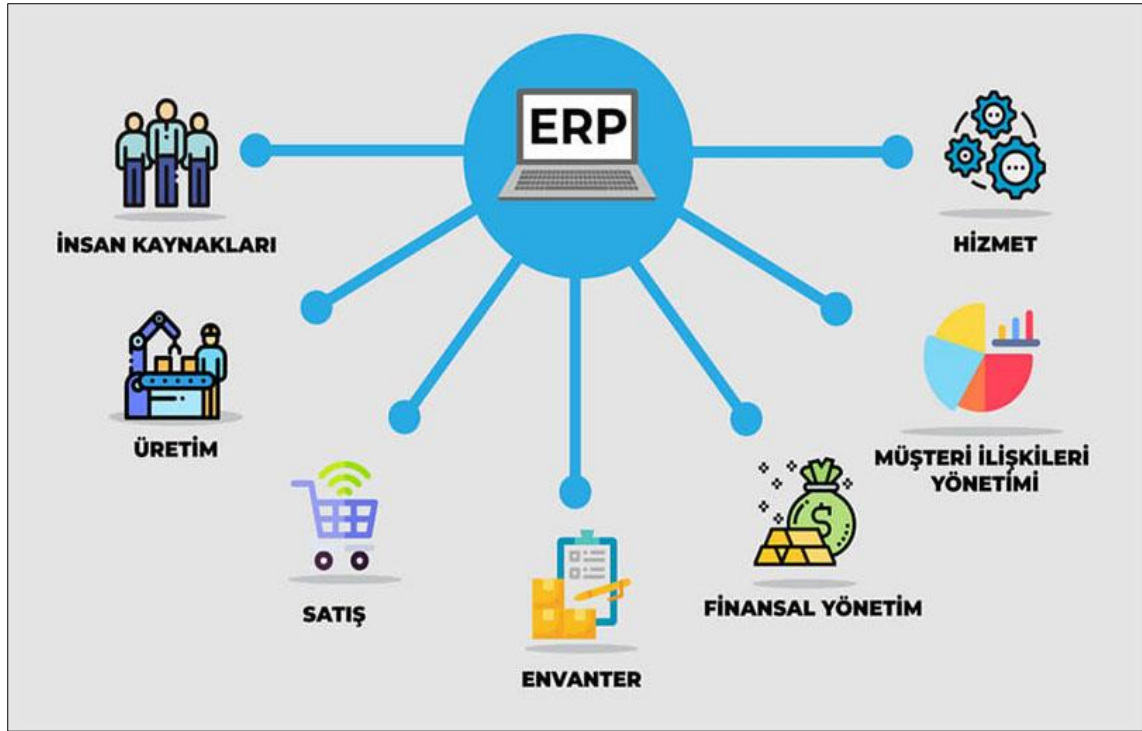
Örgütlerin Endüstri 4.0 Devrimi'nin gerektirdiği olgunluğa ulaşabilmeleri için gerek ekonomik gerekse sosyal ve teknolojik hususlarda inovasyona önem veren bir yapıya sahip olmaları oldukça önemlidir. Bu sürecin örgüt içerisinde tüm kademelerde benimsenebilmesi için buna uygun bir örgüt kültürü oluşturulması gerekmektedir. Bu noktada, yöneticilere önemli görevler düşmektedir (Çetinkaya, 2021: 592).

Günümüzde dijitalleşme ile birlikte pazar müşteri tarafından şekillendirilmektedir. Bu nedenle örgüt yapıları, müşteri odaklı, sonuç odaklı, çevik, hızlı kararlar verebilen, hızlı aksiyon alabilen bir yapıya doğru değişim göstermektedir. Örgüt kültüründe bulunan çalışma şekilleri ise inovatif, müşteri odaklı, çevik bir yapıya bürünmektedir. Örgütlerin çevikleşmesi ve böylece dijitalleşmeye ayak uydurması sürecinde örgüt kültürü de bu değişime uymaya başlayacaktır. Küresel pandemi süreci de değerlendirildiğinde, çalışma şekilleri artık daha fazla değişmektedir. Bu durum, örgüt kültürü üzerinde etkili olmaktadır. İlerleyen süreçlerde dijital dönüşümün örgütlerin kimliklerinde ve kültürlerinde daha sarsıcı değişimler ortaya çıkaracağı düşünülmektedir (Nalbantoğlu, 2021: 205).

1.6.7. Kurumsal Kaynak Planlama (Enterprise Resource Planning-ERP)

Endüstri 4.0 sürecinde, hızına yetişilmeye çalışılan bilgi ve iletişim teknolojileri nedeniyle müşteri eksenli faaliyetler, bilgi, iletişim ve teknoloji tabanlı stratejiler geliştirilmesi, kaynakların daha etkin ve verimli kullanımı, Endüstri 4.0 sürecinde daha da karmaşıklaşan iş süreçlerinin düzenlenmesi, veri akışı etkinliğinin gerçek zamanlı olarak sağlanması amacıyla Kurumsal Kaynak Planlama (ERP) yazılımlarından yararlanılması adeta bir gereksinime dönüşmüştür (Perçin ve Gök, 2013: 93-94).

Kurumsal Kaynak Planlama (ERP), kurumların en iyi performansa ulaşmak amacıyla temel iş süreçlerini otomatikleştirmesine ve yönetmesine yardımcı olan yazılım sistemi türüdür. Geçmişte, ERP sistemleri, diğer sistemlerle iletişim kurmayan, ayrı olarak çalışan paketlerdi. Her sistem, ayrı iş gereksinimlerini karşılamak için pahalı, karmaşık ve özel kodlar gerektirmekteydi. Ancak Endüstri 4.0 süreci ile birlikte, tüm bu süreçler bir araya getirilerek tek bir akıcı sistemde birleştirilmektedir. Bunun yanında, veri bağlantıları yalnızca ERP sisteminizle sınırlı kalmayıp üretkenlik araçlarınız, e-ticaret ve hatta müşteri etkileşimi çözümlerinde bile sunulmaktadır. Günümüzde modern bir ERP sistemi; esnek dağıtım seçenekleri, gelişmiş güvenlik ve gizlilik, az kod yoluyla özelleştirme ve sürdürülebilirlik imkânı sağlamaktadır. ERP yazılımı, işletme genelinde tek bir kaynak sağlayarak iş süreçleri arasındaki veri akışını düzenlemektedir (Microsoft Dynamics 365, 2023).



Şekil 1.10: ERP yazılımı ve veri akışı (Timeout Erp & Bilişim Teknoloji Hizmetleri, 2023)

Şekil 1.10'a göre ERP yazılımı, üretim, finans, insan kaynakları yönetimi, tedarik zinciri yönetimi, lojistik, operasyon, ticaret, raporlama, proje yönetimi gibi işletme faaliyetlerini tek bir platformda entegre edebilme özelliğine sahiptir.

1.7. Dünyada ve Türkiye’de Endüstri 4.0

Hem dünyada hem de Türkiye’de Endüstri 4.0’a yönelik çeşitli adımlar atılmaktadır. Ülkelerin bu önemli yarışta rekabet edebilir durumda olmak için bir Endüstri 4.0 seferberliği başlattıkları söylenebilir.

1.7.1. Dünyada Endüstri 4.0

Endüstri 4.0 sürecinde, ülkelerde sosyo-politik bariyerler, toplumsal direnç, istihdamın niteliği, büyük verinin yönetimi, veri güvenliği, insan kaynağı becerisi, yeni sektör ve mesleklerin ortaya çıkması, Kamu-vatandaş ilişkilerinin yeniden tanımlanması, hukuksal yapı, düzenlemeler, akıllı topluma geçişin yönetilebilmesi, yeni sürece uygun stratejik yönetim kapasitesinin edinilmesi, Kamu-özel sektör-üniversite işbirlikleri, koordinasyon ve bu yeni döneme entegrasyon ile ilgili önemli sorunlarla karşı karşıya kalınacağı

öngörülmektedir. Bu sürecin etkin bir şekilde yönetilmesi, tüm ülkeler açısından büyük bir öneme sahiptir (Körpe, 2021: 112).

Önceki endüstri devrimlerinde yakaladıkları rekabet avantajını kaybetmemek için çabalayan gelişmiş ülkeler, kurulu güç dengelerini kendi lehine değiştirmeyi amaçlayan gelişmekte olan ülkeler, teknoloji devi konumunda bulunan küresel işletmeler, yaptıkları yatırımlar ve bunun yanı sıra yürüttükleri çeşitli programlar ile teknolojik gelişmeleri etkilemektedir. Apple, Google, Microsoft gibi büyük teknoloji örgütleri, Amerikan sanayisindeki teknolojik gelişmeleri yönlendirmektedir. Bunların yanı sıra, Amerikan Massachusetts Teknoloji Enstitüsü (MIT), 1 milyar ABD doları bütçe ayırarak yapay zekâ temelli “The MIT Stephen A. Schwarzman College of Computing” okulunu 2019 yılında açmıştır. MIT bu okulda, temel uzmanlıklar üzerine yapay zekâ uzmanlığının ekleneceği çift yetenek programını yürütmektedir. Burada amaç, öğrencilerinin yeteneklerini üç temel alanda dönüştürerek, donanımdan yazılıma, algoritmalarından yapay zekâyâ kadar bilgi işlem çağının fırsatlarını ve zorluklarını değerlendirmektir. Bu üç temel alan şunlardır (MIT, 2023):

- Bilgi işlem alanları
- Disiplinler arası bilgi işlem
- Bilgi işlemin sosyal ve etik yönleri

Japonya, otomotiv endüstrisine ve bunun yanı sıra özellikle yapay zekâ ve ağ bağlantılı makine teknolojileri üzerine yoğunlaşmaktadır. Japon teknoloji devi Softbank’ın yüksek profilli işletmelerin yıkıcı teknolojileri geliştirmelerine destek vermek amacıyla kurduğu yatırım fonu 12 yıl içerisinde 100 milyar ABD dolarına ulaşmıştır (URL-1).

Çin, “Made in China 2025” programı çerçevesinde on temel sektörde kullanılacak ana teknolojilerin geliştirilmesine odaklanmaktadır. Çin’in belirlediği teknoloji politikasının en önemli yönlerinden biri, sivil ve ticari alandaki yenilikleri ve yetenekleri, savunma sanayisi gibi askeri alanlarla entegre etmeye teşvik etmesidir. İkili kullanımlı teknolojilere yatırıma ağırlık veren Çin, uzay ve uydu sistemleri, siber güvenlik, kuantum teknolojisi, yapay zekâ, otomasyon sistemleri, robotik, hipersonik silahlar gibi stratejik alanlara yatırım yapmaktadır. “Internet Plus” politikasıyla, bulut bilişim, büyük veri, yerel mobil internet ağları alanlarına ağırlık vermekte ve teknoloji alanında katma değeri yüksek üretim

sağlamayı hedeflemektedir. AR-GE harcamalarını yüzde 350 artıran Çin, 2014 yılından bu yana şirketlere yönelik 250,7 milyar dolarlık bir finansman desteği sağlamıştır. Çin, 2030 yılına kadar yapay zekâ teknolojilerinde 1 trilyon yuanlık (150 milyar ABD doları) ve tamamlayıcı teknolojilerde 10 trilyon yuanlık (1,5 trilyon ABD doları) sektör büyüklüğü ile dünya lideri olmayı hedeflediğini açıklamıştır. Bir devlet teşekkülü olan CMG (China Merchants Group), sadece bu amaçla 15 milyar ABD doları büyüklüğünde bir teknoloji fonu kurmuştur. Özel yatırımlar ve bunun yanı sıra devletin özel sektördeki desteği ile birlikte Baidu, Tencent, Alibaba, Huawei, Vivo, Honor ve Xiaomi gibi şirketler yüksek teknoloji alanlarında çok uluslu şirketlerle rekabet edebilmektedir. Devlet kurumlarının birbirleriyle koordineli çalıştığı bu model, hem karma olması hem de parti-devlet yapısını merkeze alması yönüyle Amerika Birleşik Devletleri (ABD) ve Batılı ülkelerin modelinden farklılık göstermektedir. Bunun yanı sıra, Çin'in teşvik politikalarının yerel pazarın gelişimini önleme ve küresel rekabete açılma şeklinde sınıflandırılması da bu modelin Batılı sistemden ayrıldığı noktalardır. Teşvik politikaları kapsamında sağlanan bazı fonlar, yüksek teknoloji rekabetini güçlendirerek şirketlerin özellikle yapay zekâ gibi alanlarda küresel alanda rekabet etmeye hazırlanmasını hedeflemektedir. Örneğin, Pekin Belediyesi, özellikle otonom araçlar konusunda özel sektöre bazı destekler sağlamaktadır (URL-3; URL-4; World Bank ve The Development Research Center of the State Council, 2013: 15-24).

Çin'de yatırım, üretim ve ihracat çok kapsamlıdır ve hacmen büyüktür. Çin'in bu yapısında, literatürde “cluster” olarak tanımlanan odak bölgelerinin payının büyük olduğu göze çarpmaktadır. Kuzey Çin'de Hebei, Pekin, Tianjin(ağır sanayi, kimya, metal, enerji, demiryolu, bilişim, otomotiv); Kuzeydoğuda Dongbei (İç Moğolistan'ın doğusu, Liaoning, Jilin ve Heilongjiang) olarak nitelenen üç eyalet (ağır sanayi, otomotiv); Shandong eyaleti (petrol rafinerisi, gıda endüstrisi); Doğu Çin'de Şanghay, Jiangsu ve Zhejiang (elektrik-elektronik, kimya, petrokimya, ilaç, tekstil, deri, demir çelik, enerji, makineler ve parçaları, muhtelif imalat sanayi, metaller); güneyde Guangdong eyaleti (makine, hafif sanayi, her türlü imalat), Orta Çin'de Hunan, Hubei eyaletleri (demir-çelik, robot, makine ve metal işleme ağırlıklı olmak üzere birçok sanayi kolu) ile iç kesimlerde Sichuan Eyaleti ile Chongqing (otomotiv başta olmak üzere birçok sanayi çeşidi) önemi yüksek sınai odak noktalarıdır. Çin'de imalat sanayii, düşük maliyetlerin de ortaya çıkardığı avantaj sayesinde Çin ekonomisinin büyümesinin itici gücüdür ve son yıllarda artan maliyetlere rağmen büyük ölçüde bu konumunu hâlâ korumaktadır. İmalat sanayii, Çin GSYH'sinin

%40,7'sine tekabül etmektedir. Ülke, süreç içerisinde kaliteyi, teknoloji içeriğini ve katma değeri artırarak dünya standartlarında üst konumlara ulaşmıştır. Ayrıca, günümüzde Çin'in ihraç ettiği sanayi ürünlerinin yarısı yabancı sermayeye sahip şirketler tarafından üretilmektedir (URL-2).

Dünya Ekonomik Forumu'nun 2023 yılında yayınladığı “The Top 10 Emerging Technologies of 2023” raporuna göre, 2023 yılının en gözde teknolojileri şunlardır (WEF, 2023: 8-27):

- Esnek bataryalar
- Üretken yapay zekâ
- Sürdürülebilir havacılık yakıtı
- Tasarımcı fajları
- Zihinsel sağlık için meta veri
- Giyilebilir bitki sensörleri
- Mekansal omik teknolojileri
- Esnek sinirsel elektronikler
- Sürdürülebilir bilgisayarlaşma
- Yapay zekâ destekli sağlık hizmetleri

Endüstri 4.0'ın bünyesinde barındırdığı teknolojiler, dünyada büyük yankı uyandırmaktadır. Bu nedenle tüm devletlerin bu devrimi bir fırsata dönüştürmek için birbiriyle yarış hâlinde olduğu söylenebilir.

1.7.2. Türkiye’de Endüstri 4.0

IMF'nin Dünya Ekonomik Görünümü (World Economic Outlook) veri setine göre, 2022 yılında 905,8 milyar dolar gayri safi yurt içi hasılası (GSYH) ile 19'uncu büyük ekonomi olan Türkiye'nin, Ekim 2023 veri seti güncellemesinde 2023 yılında 1 trilyon 154,6 milyar dolarlık GSYH ile en büyük 20 ekonomi içinde 17'nci sırada yer alacağı öngörülmüştür (IMF, 2022). Ülkemizin bu sıralamadaki konumunu elde etmesinde ucuz işgücü önde gelen faktörlerden biridir. Ülkemiz genç, proaktif, dinamik, girişimci ve çalışkan nüfus yoğunluğu yüksek bir ülkedir. Üretimde bunun avantajını uzun bir süredir

değerlendirmektedir. Ancak, gerekli ve yeterli düzeyde aksiyon gerçekleştirilmediği takdirde bu avantajını Endüstri 4.0 sürecinde kaybetme tehdidiyle karşı karşıyadır. Bu yüzden, ülkemizin önceki Endüstri Devrimlerindeki fırsatları kaçırmaması sonucu küresel rekabette geride kaldığı gibi Endüstri 4.0 fırsatını da kaçırmaması, bu yarışta geriye düşmemesi için topyekûn bir teknoloji seferberliği başlatarak bu devrimde ön sıralarda yer alması oldukça önemlidir.

Türkiye'nin Endüstri 4.0 teknolojilerini üreten ve kullanan, dijital dönüşümü hızla gerçekleştiren öncü, söz sahibi ve lider bir ülke olmasını sağlayacak olan vizyonun, hazırlanan kalkınma amaçlı tüm stratejilerin merkezinde olması adeta bir zorunluluktur. Türkiye'nin, bir bütün olarak megakentlerden taşraya, şehirlerden en ücra köylere kadar bir yüksek teknoloji üretim ve kullanım merkezi haline gelmesi; hem kamu kurum ve kuruluşları, hem özel sektör kuruluşları, hem de akademik kurum ve kuruluşlar ile birlikte uçtan uca adeta tek bir teknoparkmış gibi hareket etmesi ve bilim, teknoloji, yenilikçilik, okuma, araştırma ve geliştirme kültürünün toplumumuzun ayrılmaz bir parçası hâline gelmesi bu süreçte büyük önem taşımaktadır.

Endüstri 4.0 sürecinde her ülke, kendine has gereksinimleri, alt yapısı ve planları doğrultusunda stratejiler ve politikalar üretmektedir. Türkiye de bu önemli yol ayrımında “Milli Teknoloji Hamlesi” ile kendi dinamiklerine uygun bir yol haritasının ışığında ilerlemek istemektedir (T.C. Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı, 2019). Şubat 2016’da gerçekleştirilen ve akıllı üretim sistemlerine yönelik çalışmaların yapılmasının kararlaştırıldığı Bilim ve Teknoloji Yüksek Kurulu (BTYK) 29. toplantısında teknoloji üretiminde küresel düzeyde ülkemizin rekabet gücünün artırılması için sanayiye yönelik önemli kararlar alınmıştır. Bunlar (TÜBİTAK, 2016: 7):

- Sanayinin akıllı üretim sistemlerine geçişi için yürütme, uygulama ve izleme modelinin tüm paydaşlarla birlikte koordinasyon içerisinde geliştirilmesi ve bunun ülke dinamiklerine uygun olmasına özen gösterilmesi
- Siber fiziksel sistemler, akıllı robotlar, sensör, yapay zekâ gibi kritik ve öncü alanlarda hedef odaklı Ar-Ge çalışmalarının artırılması
- Kritik ve öncü alanlardaki yeni teknolojilerin yerli firmalar tarafından geliştirilmesinin sağlanması için üretim altyapılarına yönelik gerekli teşvik ve

destek mekanizmalarının geliştirilmesi hususlarında çalışmaların gerçekleştirilmesidir.

BTYK'nın 2016/101 no.lu 'Akıllı Üretim Sistemlerine Yönelik Çalışmaların Yapılması' kararı ile bu konuda Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı (BSTB) ve TÜBİTAK görevlendirilmiştir. Endüstrinin dijital dönüşümüne yönelik BSTB tarafından belirlenen ulusal politika çerçevesinde, ilgili kurum ve kuruluşlarla görüşülerek mevcut durum ve dünyadaki gelişmeler, ülke politikaları ve stratejileri değerlendirilmiştir. Bu çalışmalar sonucunda, ilgili tarafları kapsayan "Sanayide Dijital Dönüşüm Platformu (SDDP)" adlı bir platform oluşturulmuştur. Ayrıca, Bilim ve Teknoloji Genel Müdürlüğü bünyesinde, platformun koordinatörlüğünü yapmak ve endüstride dijital dönüşümle ilgili gerekli çalışmaları yapmak üzere 28 Şubat 2017 tarihinde Dördüncü Sanayi Devrimi Dairesi Başkanlığı kurulmuştur. Sanayide Dijital Dönüşüm Platformu Çalışma Grupları onuncu kalkınma dönemi içerisinde çeşitli çalışmalar gerçekleştirmiştir. Bunun yanı sıra, BSTB Dördüncü Sanayi Devrimi Daire Başkanlığı tarafından "KOBİ'lerde Dijital Dönüşümün Sağlanmasına Yönelik Politika Değerlendirme Çalışması" projesi de yürütülmüştür. SDDP'nin çalışmaları kapsamında teknolojiler konusunda çalışmak üzere "Sanayide Dijital Teknolojiler" ile "İleri Üretim Teknolojileri" adlı iki farklı çalışma grubu oluşturulmuştur (T.C. Kalkınma Bakanlığı Sanayide Dijitalleşme Çalışma Grubu Raporu, 2018).

BTYK'nın 2016/101 no.lu 'Akıllı Üretim Sistemlerine Yönelik Çalışmaların Yapılması' kararı doğrultusunda, 2016 yılında TÜBİTAK bir araştırma gerçekleştirmiştir. Türkiye'de TÜBİTAK teşviklerinden yararlanmış, sektör ve ölçek bağımsız 1000 adet firmanın katılımıyla yapılan araştırma sonucunda, Türkiye'deki mevcut seviyenin 2,6 olduğu tespit edilmiştir. Bu seviye, Türkiye'nin Endüstri 2.0 ile Endüstri 3.0 arasında bir yerde olduğunu göstermektedir. Araştırma sonuçlarına göre, işletmelerin %19'unun Endüstri 4.0 teknolojileri ile ilgili herhangi bir bilgisi yoktur. %59'u genel bilgileri olduğunu, yalnızca %22'si ise bu konuda kapsamlı bilgiye sahip olduğunu belirtmiştir. Endüstri 4.0 teknolojileri konusunda farkındalığı en yüksek üç sektörün 'Elektronik', 'Yazılım' ve 'Malzeme' sektörleri olduğu tespit edilmiştir. %30'unun Endüstri 4.0 teknolojilerini işletmelerine entegre etme stratejilerinin bulunmadığı, %20'sinin uzun vadede entegre etmeyi düşündüğü, %50'sinin ise 3-5 yıl içerisinde kısa vadede entegre etme stratejisi bulunduğu tespit edilmiştir. %22'si akıllı otomasyon sistemlerini üretim hatlarının belirli

bir bölümünde kullandığını belirtirken üretimin tamamında akıllı otomasyon sistemlerini entegre etmiş olanların oranı ise yalnızca %2'dir. Siber fiziksel sistemleri, üretim hatlarının belirli bir bölümünde kullandığını belirtenlerin oranı %20 iken, üretimin tamamında entegre ettiğini belirten işletmelerin oranı yalnızca %5'dir. Endüstri 4.0 konusunda en yüksek olgunluk seviyesine sahip olan üç sektörün 'Malzeme', 'Elektronik' ve 'Otomotiv ve Beyaz Eşya Yan Sanayii' olduğu tespit edilmiştir (TÜBİTAK, 2016: 4). Bu araştırma sonucunda, 2016 yılında, ülkemizde üretimde dijital dönüşüme yönelik "*Yeni Sanayi Devrimi Akıllı Üretim Sistemleri Teknoloji Yol Haritası*" yayınlanmıştır. Bu yol haritasında, Türkiye'nin dünyadaki Endüstri 4.0 seviyesini yakalaması ve bu seviyenin üzerine çıkması için "10 Teknolojik Hedef" belirlenmiştir. Bu hedefler şunlardır (TÜBİTAK, 2016: 6):

- Servis Bulut Platformu, Güvenlik ve Mahremiyet
- Büyük Veri Analitiği
- Siber Güvenlik Çözümleri
- Modelleme Ve Simülasyon Çözümleri
- Endüstriyel Nesnelerin İnterneti Platformu
- M2X Yazılım Ve Donanımları
- Yenilikçi Sensörler
- Robot, Otomasyon, Ekipman, Yazılım Ve Yönetim Sistemleri
- Eklemeli İmalat Malzemeler, Ekipmanlar, Yazılımlar
- Akıllı Fabrika Sistemleri

İmalat endüstrisinde rekabet avantajının yakalanması amacıyla Endüstri 4.0 sürecinin etkin bir biçimde geliştirilmesini, planlanmasını ve gerçekleştirilmesini sağlamak hedefiyle BSTB öncülüğünde, gerek kamu, gerekse özel sektörden ilgili tüm paydaşların katılımı ile "*Türkiye'nin Sanayi Devrimi: Dijital Türkiye Yol Haritası*" adlı çalışma yayınlanmıştır. Bununla, imalat endüstrisinde akıllı dönüşüm için sonraki 10 yılı kapsayan bir yol haritası hazırlanmıştır. Yol haritasının ilk iki yılı kısa vadede gerçekleştirilmesi planlanan hedeflerden ve imalat sanayinin dijital dönüşümüne ivme kazandıracak somut ve uygulanabilir adımlardan oluşmaktadır. 3-5 yılı kapsayan orta vadeli hedefler ise Türkiye'nin dijital dönüşüme uyum sağlama hususundaki açığını kapatmasına yönelik düşünülmüştür. Bu hedefleri gerçekleştirmek için yapılacak eylemlerin ve atılacak

adımların özellikle odak sektörlerle ve seçili teknolojilere yoğunlaşması öngörülmüştür. 6-10 yılı kapsayan uzun vadede ise dijital dönüşüm sürecinde belirli sektör ve teknolojilerde bölgesel ya da küresel lider olmak amaçlanmaktadır (T.C. Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı, 2018).

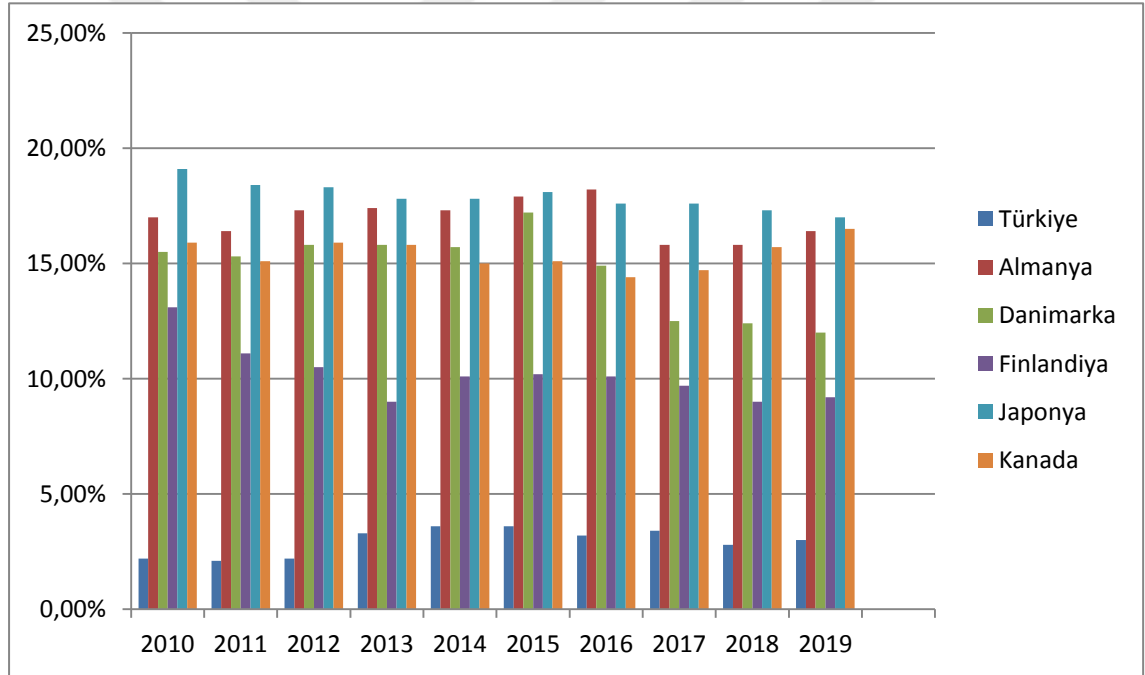
2019 yılında, dijitalleşen dünyada pazar olmak yerine, yüksek teknoloji ve katma değerli ürünler üreten öncü Türkiye için; tüm paydaşların katkılarıyla “2023 Sanayi ve Teknoloji Stratejisi” hazırlanmıştır. Burada; “Yüksek Teknoloji ve İnovasyon”, “Dijital Dönüşüm ve Sanayi Hamlesi”, “Girişimcilik”, “Beşerî Sermaye” ve “Altyapı” olmak üzere beş temel bileşenden oluşan stratejiler saptanmıştır. Çalışma, Türkiye’nin “Milli Teknoloji Güçlü Sanayi” vizyonunu gerçekleştirmede yol haritası olma özelliği taşımaktadır (T.C. Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı, 2019). Bakanlığın 2020-2024 Stratejik Planı’nda, milli teknoloji hamlesinin gerçekleştirilmesi, Ar-Ge, inovasyon ve tasarım kapasitesinin artırılması, nitelikli insan kaynağının geliştirilmesi, Endüstri 4.0 teknolojileri ile imalat sanayinin entegrasyonunun sağlanması, ülkemizin küresel ölçekte rekabetçiliğinin ve verimliliğin artırılması amacıyla sanayide dijital dönüşümün desteklenmesi yer almaktadır. Ayrıca, 2020-2024 Stratejik Planı’nın misyonu “Yüksek teknolojiye dayalı, rekabetçi, sürdürülebilir, yerli ve milli bir sanayi yapısı oluşturmak” ve vizyonu “Sanayisi güçlü, teknolojisi milli bir Türkiye” şeklinde belirtilmiştir (T.C. Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı, 2019).

Yapay zekâ eğiliminin dünyada artmasıyla birlikte bu yarışta geride kalmamak amacıyla 2021 yılında "Ulusal Yapay Zekâ Stratejisi 2021-2025" yürürlüğe girmiştir (URL-12).

2022 yılında, imalat sanayisine dair veriye dayalı analiz ve planların yapılması, bu alanda faaliyet gösteren firmaların düzenli olarak izlenmesi amacıyla oluşturulan Ulusal Sanayi Veri Master Planı yayınlanmıştır. Bu raporda, veri yönetim sistemlerinin etkin kullanımının sağlanması, süreçlerin iyileştirilmesi, veri analizi ve raporlama yöntemlerinin geliştirilmesi ve veri güvenliğinin sağlanmasında başvurulan yöntemler ve planlamalar değerlendirilmiştir. Verimlilik, üretkenlik ve güvenilir tahminler yapmada birçok olanaklar sunan büyük verinin işlenmesi ve kullanılması adına atılan bu adım oldukça önemlidir (Anahtar, 2022: 14).

Dünya Ekonomik Forumu, küresel çapta işletmelerin %87'sinin dijital dönüşümün kendi sektörlerinde büyük bir değişim ortaya çıkaracağını düşündüklerini ancak bunların sadece yarısının buna hazır durumda olduklarını ifade ettiklerini belirtmiştir. Ayrıca, dünya ekonomisine dijital dönüşüm yoluyla 2025 yılına kadar 100 trilyon dolarlık bir ek değer sağlanacağını, ağır sanayide dijital çözümlerin uygulanması ile emisyon oranlarında %20'lik bir düşüş ortaya çıkacağını öngörmektedir (WEF, 2023).

Ülkelerin, yüksek teknoloji ürün ihracatının toplam ihracat içerisindeki payı, faaliyet gösteren işletmelerin teknoloji düzeyleri, işlem maliyetleri gibi göstergeleri bu ülkelerin ve dolayısıyla toplumların dijitalleşme yolundaki avantajları ve dezavantajları hakkında fikir verebilmektedir.

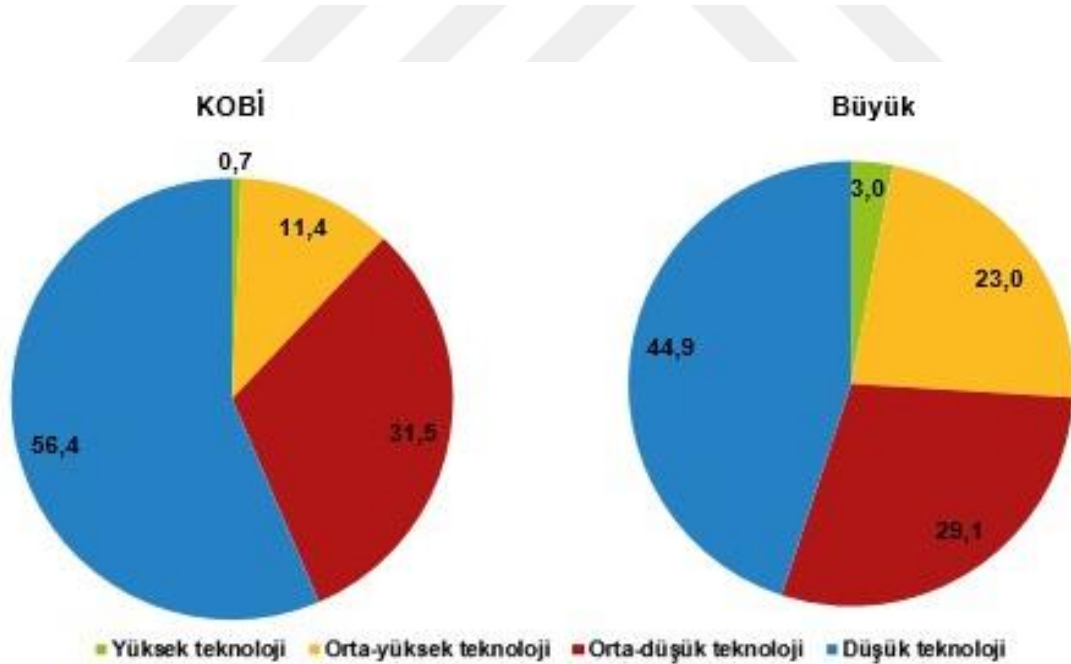


Şekil 1.11: Türkiye'nin ve diğer bazı OECD üyesi ülkelerin yüksek teknoloji ürün ihracatının toplam ihracat içerisindeki payı (World Bank, 2021)

Şekil 1.11'e göre 2010-2020 yılları arasındaki dönemde Türkiye'nin yüksek teknoloji ürün ihracatının toplam ihracat içerisindeki payı %2,1-%3,6 bandında seyretmiştir. Diğer OECD (Ekonomik Kalkınma ve İşbirliği Örgütü) ülkelerinden olan Almanya'da ise aynı dönemde bu payın %15-%19 aralığında, Danimarka'da % 12-%18 aralığında, Finlandiya'da %9-%14 aralığında, Japonya'da %17-%19 aralığında, Kanada'da %14-%17 aralığında seyrettiği görülmektedir.

Aynı dönemde, OECD üyesi olmayan Çin'in yüksek teknoloji ürün ihracatının toplam ihracat içerisindeki payı ise %29,7-%32,1 arasındadır (World Bank, 2021). Bu veriler ışığında, Türkiye'nin yüksek teknoloji ürün ihracatı açısından oldukça geride olduğu görülmektedir.

2019 yılında “Milli Teknoloji Hamlesi” yaklaşımında, ülkemizin küresel düzeyde rekabet edebilirliğini artıracak, ekonomik ve teknolojik bağımsızlığını garanti altına alacak kritik teknolojilerde atılım imkânı ortaya çıkaracak olan politikalar yapılandırılmıştır. Bu yaklaşımın ilk başarılı örneği, savunma sanayiinde hayata geçirilen teknoloji geliştirme projeleridir. Bunlar, yerli tedarikçilerin teknoloji üretme yeteneğini artırmış, maliyetleri azaltmış ve insansız hava aracı, füze, radar sistemi ve uydu gibi ileri teknolojilerde ürün geliştirme kapasitesini ortaya çıkarmıştır. Savunma sanayiinde, kritik teknolojilerin yerli üretiminde ve yerli ürün kullanım düzeyinin %20'lerden %68'lere yükselmesinde, güçlü planlamanın ve koordinasyonun payı göze çarpmaktadır (T.C. Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı, 2019).



Şekil 1.12: İmalat sanayiinde KOBİ ve büyük ölçekli girişimlerin teknoloji düzeyine göre oranları (%) (TÜİK, 2022)

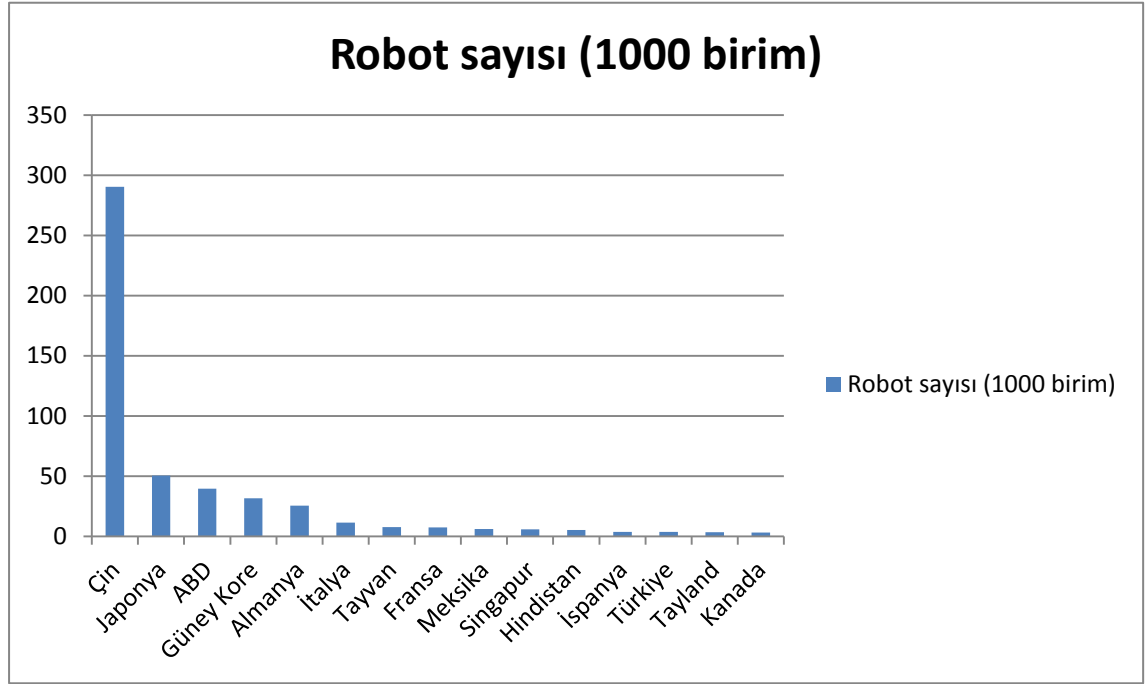
Şekil 1.12'ye göre imalat sanayiinde bulunan KOBİ'ler teknoloji düzeylerine göre sınıflandırıldığında, %56,4'ü düşük teknoloji sınıfında üretim yapmakta iken büyük ölçekli girişimlerde bu oran %44,9 olarak tespit edilmiştir.

TÜSİAD ve BCG'nin "Türkiye'nin Küresel Rekabetçiliği için Bir Gereklik Olarak Sanayi 4.0" adıyla yayınladığı raporda Endüstri 4.0 yolunda dört önemli kategoride Türkiye'nin gelişme kaydetmesinin beklendiği belirtilmiştir. Bunlar (TÜSİAD ve BCG, 2016: 14):

- **Verimlilik:** Endüstri 4.0 teknoloji bileşenleri ve uygulamalarının etkin bir biçimde imalat sektörlerine uygulanması durumunda toplam üretim maliyeti dikkate alındığında, verimlilikteki artışın %4-7 olması beklenmektedir.
- **Büyüme:** Endüstri 4.0 çevresinde oluşacak ekonomi yoluyla kazanılacak rekabet avantajının, sanayi üretiminde yıllık olarak yaklaşık %3'e varan bir artışı beraberinde getirmesi beklenmektedir. Bunun sonucunda ise Türkiye GSYİH'sinde %1 ve üzeri bir ek büyüme ve 150-200 milyar TL düzeyinde ek gelir öngörülmektedir.
- **Yatırım:** Endüstri 4.0 teknolojilerinin üretim sürecine dahil edilmesi için önümüzdeki 10 yıllık süreçte oldukça büyük miktarlarda yatırım yapılması gerektiği düşünülmektedir.
- **İstihdam:** Bu yeni devrim nitelikli insan kaynağına yönelik gereksinimi artıracaktır. Bu sayede, niteliği, teknoloji okuryazarlığı, yetkinlik düzeyi yüksek bir insan kaynağı yapısının ortaya çıkması beklenmektedir. Ayrıca, bu teknolojileri kullanabilecek, yüksek nitelikli işgücü yapısı ile gelir piramidinin ve Türkiye "know-how" altyapısının gelişmesi öngörülmektedir.

Türkiye hem makine ithalatçısı hem de makine üreticisi olan bir ülkedir. İthal edilen makinelerin çoğu akıllı (bilgisayar kontrollü olan) makinelerdir. Ama teknolojik altyapı ve bunları kullanabilecek nitelikli personel eksikliği gibi nedenlerden dolayı bunların kullanılmasında sorunlar yaşanmaktadır. Yerli üretim makinelere akıl (bilgisayar kontrolü) yüklenmesinde sorunlar meydana gelmektedir. Bunun sonucunda ise, gerek yurtdışında gerekse yurtdışında talebi olan akıllı makineler yerine, metal maliyeti yüksek, ucuz makineler üretilmektedir. Bu sorunların aşılması için ise, Ar-Ge ve yenilikçilik

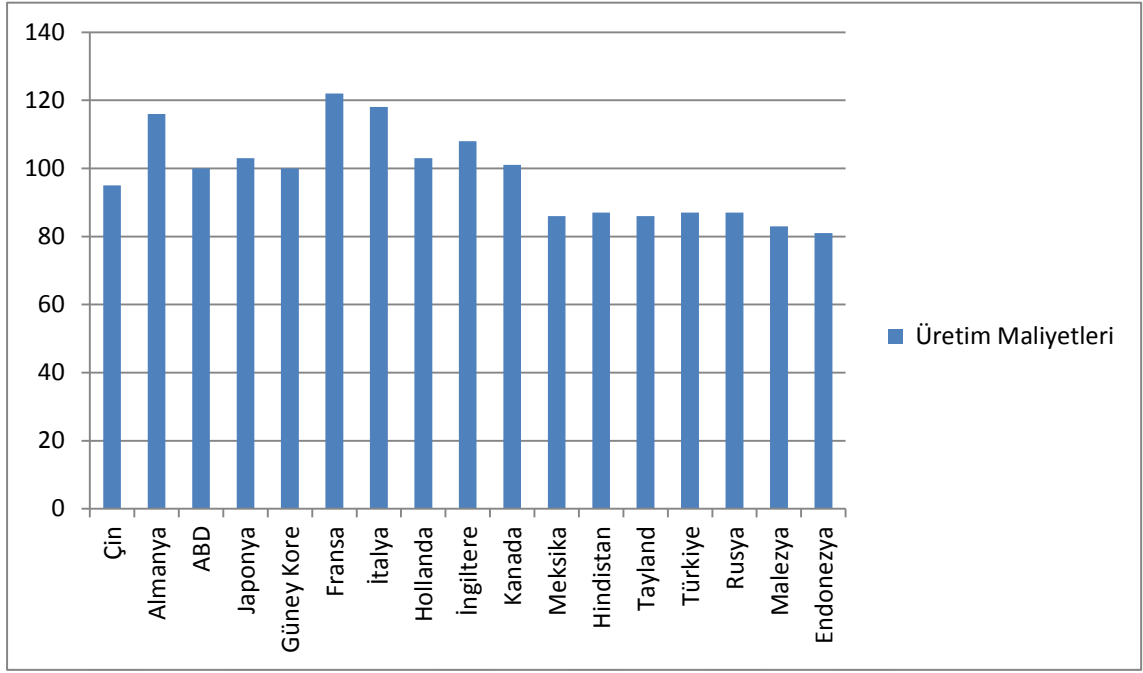
faaliyetlerine, kamu-özel sektör- üniversite işbirliklerine değer verilmesi önemlidir (Ekonomik Forum, 2016: 17-18).



Şekil 1.13: 2022 yılında endüstriyel robot kullanımında zirvedeki 15 ülke (IFR, 2023)

Şekil 1.13'e göre Uluslararası Robotik Federasyonu (IFR) 2023 yılı raporuna göre (World robotics 2023 report), 2022 yılında Türkiye'de bir önceki yıla göre yeni robot sayısında %22'lik bir artış gerçekleşmiştir. Ülkemiz, 2022 yılında ortaya çıkan 3700 yeni robot kullanımı ile dünyada 13. sırada yer almaktadır. Çin ise 290.300 yeni robot kullanımı ile zirvede yer almaktadır. 2023 yılı itibariyle dünyada 3.9 milyon robot vardır (IFR, 2023).

Üretim ücretleri, verimlilik artışı, döviz kurları ve enerji maliyetleri dikkate alınarak oluşturulan 'BCG Küresel İmalat Maliyeti Rekabetçilik Endeksi'nin 2019 tarihli güncel raporuna göre, ülkelerin üretim yaptıkları ortalama birim maliyetler aşağıda şekilde gösterildiği gibidir.



Şekil 1.14: BCG 2019 yılı küresel imalat maliyeti rekabetçilik endeksi (BCG, 2019)

Şekil 1.14'e göre ABD 100, Güney Kore 100, İtalya 118, İngiltere 108, Almanya 116, Japonya 103, Hindistan 87, İsviçre 120, İspanya 104, Çin 95, Fransa 122, Hollanda 103, Türkiye 87, Rusya 87, Tayland 86, Meksika 86, Malezya 83, Endonezya 81 ortalama birim maliyet ile üretim yapmaktadır. Bu sonuçlara göre, en rekabetçi ülkeler sırasıyla, Endonezya, Malezya Meksika, Tayland, Türkiye, Rusya ve Hindistan'dır. Ülkemizin bu endeksteeki yeri, küresel değer zincirinden pay almak ve ihracat performansını güçlendirmek için sahip olduğu rekabet avantajının yüksek olduğunu göstermektedir. Rekabetçiliğinin devamlılığı, Endüstri 4.0 Devrimi'nin önemli bir aktörü olabilmesi için Türkiye'nin bu yeni bakış açısını çok iyi analiz ederek süreci kendi yapısına ve dinamiklerine uyarlaması son derece önemlidir.

McKinsey & Company'nin Türkiye için 2020 yılında hazırladığı raporuna göre, insan kaynağı ve istihdam ile ilgili 2030 yılına kadar Endüstri 4.0 sürecinin ortaya çıkaracağı potansiyel değişim öngörülleri şunlardır (McKinsey & Company, 2020: 3):

- 3,1 milyon yeni iş ortaya çıkarma potansiyeli,
- 2030 yılına kadar 7,6 milyon iş kaybolacak, bunlardan bir kısmı başka mesleklere dönüşecek bir kısmı yeni oluşacak ve 8,9 milyon yeni iş ortaya çıkabilecektir.

- Teknoloji temelli alanlarda tümüyle yeni 1,8 milyon iş ortaya çıkabilir (Örneğin, dijital hizmet tasarımı, sürdürülebilir enerji uzmanlığı, siber güvenlik uzmanlığı, yapay zeka destekli sağlık teknisyenliği gibi).

Türkiye’de işgücü piyasasında yaşanması olası bu değişimlere yönelik atılması önerilen adımlar aynı raporda şu şekilde belirtilmiştir (McKinsey & Company, 2020: 3):

- 21,1 milyon kişinin mevcut mesleğini sürdürürken aynı zamanda teknolojiye yararlanarak yetkinliklerini geliştirilmesi,
- 7,6 milyon çalışanın dijitalleşmeden etkilenmesi beklenmektedir. Bu nedenle, bunlara yönelik teknolojiye uyum çalışmalarının gerçekleştirilmesi,
- İşgücüne katılacak 7,7 milyon çalışanın güncel yetkinlikler geliştirilmesinin desteklenmesi

Tablo 1.8: Türkiye’nin Endüstri 4.0 SWOT analizi (T.C. Kalkınma Bakanlığı Sanayi ve Dijitalleşme Çalışma Grubu Raporu, 2018: 25; Cerit, 2022)

Güçlü Yönleri	Zayıf Yönleri
• İnovasyonu kullanan ülkeler arasında girmesi konusunda motivasyonun yüksekliği • Nüfusun genç olması nedeniyle teknolojiye yakınlık • Konunun Kamu tarafından en üst seviyede sahiplenmesi • Uzmanlık beceri ve bilgisine sahip kişiler yetiştirilmesi motivasyonu • Yazılım konusunda güçlü milli çözüm sağlayıcıların varlığı • İHA ve SİHA teknolojilerinin yerli imkânlarla yapımının gerçekleşmesi ve bunun ihracatı ile öne çıkılması • Coğrafi konumu sayesinde lojistik avantajı ve düşük-esnek emek gücü avantajını elinde bulundurması • Küresel imalat maliyeti rekabetçilik endeksine göre küresel değer zincirinden pay almak ve ihracat performansını güçlendirmek için sahip olduğu rekabet avantajının yüksek olması	• Ar-Ge harcamaları payının yetersiz olması • Araştırmacı sayısı, bilimsel dergi makalesi sayısı ve niteliğinin yetersiz olması • Bu yarışa gelişmiş ülkelerin gerisinde başlamış olması • Düşük teknoloji ürün ihracatını yoğun olarak gerçekleştirmesi • Patent başvurularında ülke içi yerleşiklerden yeterince verim alamaması • Teşvik mekanizmalarının azlığı • Endüstri 4.0 farkındalık ve olgunluk düzeyinin düşük olması • Sanayi-Akademi ilişkisinin zayıflığı • Açık Veri Politikamızın olmaması • KOBİ’lerin büyük oranda düşük teknolojiyle üretim yapması • Dönüşüme hazırlık seviyemizin düşüklüğü • Eğitim müfredatının ilgili konuları tam olarak içermemesi • Dijital teknolojiler konusunda nitelikli iş gücünün azlığı

Tablo 1.8: (devam ediyor)

Fırsatları	Tehditleri
- Ar-Ge harcamasını artırmaya yönelik hedeflerin olması - Araştırmacı sayısını artırarak bilimsel makale sayısını ve yenilikçiliği de artırma olanağına sahip olması - Makine ve robotların üretim sürecine katılmasının sağlanması ile birlikte verimlilik ve yatırımların, ekonomik katkının artması - Endüstri 4.0 yatırımları sayesinde orta gelir tuzağından kurtulma fırsatına sahip olması - Endüstri 4.0 sürecinde yeni iş olanaklarının ortaya çıkması - İnsan kaynağının niteliğinin artması fırsatı - Z kuşağının yüksek teknoloji merakına sahip olması	- Düşük Ar-Ge payı nedeniyle rekabette geri planda kalma - Endüstri 4.0 teknoloji bileşenlerinin üretime entegre edilmesindeki yavaşlık nedeniyle orta gelir tuzağından kurtulmada zorluklar - Yüksek işsizlik oranı ve yatırımların durgun olması - Bu süreçte siber güvenlik açıklarının artması - Robot ve makinelerin üretime entegre edilmesiyle işsizliği daha fazla artırması - Endüstri 4.0'a geçiş yapmış yabancı yatırımcı sayısının artmasıyla birlikte Türk yatırımcıların yatırım yapmalarının zorlaşması - Yerli ve milli çözüm sağlayıcılarının ülkedeki çözümler içerisinde yer alamaması

Tablo 1.8’de ülkemizin Endüstri 4.0 SWOT Analizi görülmektedir. Bu yolda, güçlü yönlerin etkin şekilde kullanılması, zayıf yönlerin geliştirilmesi, fırsatların zamanında değerlendirilmesi, tehditlere yönelik önlemler alınması gerekmektedir.

Ülkemizde, Endüstri 4.0 uygulamalarının en iyi örneklerinden biri, Gemlik’te bulunan Türkiye’nin Otomobili Girişim Grubu (TOGG) otomobil fabrikasıdır. Burada, otomobili bir yaşam alanına dönüştürme hedefiyle akıllı cihaz tasarlanırken, diğer yandan gereksinim duyacağı iş modelleriyle birlikte o ekosistemi kurmak için çalışmalar yapılmaktadır. Toplamda 250 robot üretimde çalışmaktadır. 30 Temmuz 2022’de deneme üretimlerine başlanmıştır. 29 Ekim 2022 tarihinde ilk seri üretim araç banttandır indirilmiştir (TOGG, 2023).

Ülkemizdeki, Endüstri 4.0 uygulamalarının başarılı örneklerinden bir diğeri ise, Brisa'nın Aksaray'da bulunan lastik fabrikasıdır. Fabrikada, robotik, büyük veri ve dijitalleşme gibi yeni nesil teknolojilerden yararlanılarak süreçler kısmen otonom duruma getirilmiştir. Lastik sektöründe ilk olan otomatik lastik transfer sistemleri, fabrikanın sanal ortamda dijital ikizi sayesinde üretimin eş zamanlı olarak takibi, çevreye duyarlı kapalı sistemler, yeşil bina uygulamaları, artırılmış gerçeklik uygulamaları ve ileri veri analizleri ile üretim gerçekleştirilmektedir. İleri veri analitiği, akıllı makineler ve akıllı araçlarla Aksaray'daki Brisa fabrikasında her gün 800 milyon veri akışı gerçekleşmektedir. Bu veriler analiz edilerek, lastiğin üretim makinalarındaki ideal koşulları, hatta üretim açıları bile belirlenebilmektedir. Fabrikanın sanal ortamda oluşturulan dijital ikizi sayesinde uzaktan teknolojiyle üretim takip edilmektedir. Bu sayede, herhangi bir sorun meydana geldiğinde maksimum 2 dakika içinde müdahale edilmektedir. Bu sistem, hatayı ortadan kaldırmakta ve kaliteyi, verimliliği artırmaktadır. Çalışanlar, artırılmış sanal gerçeklik uygulamaları ile sanal ortamda birbirleri ile bağlanabilmekte ve akıllı gözlükler ile anında haberleşip, birbirlerine uzaktan destek verebilmektedir. Akıllı teknolojilerle gerçekleştirilen üretim ile her 2,5 sn'de bir lastik üretilmektedir (Brisa, 2023).

2013 yılında ilgili bakanlık tarafından Türkiye'nin en iyi üç teknolojik girişim firmasından biri olarak gösterilen Büyütech, Türkiye'nin ilk yerli akıllı kamerasını geliştirmiştir. Bu akıllı kamera sistemleri, araçların dünyayı insanların algıladığı gibi algılamasını sağlama özelliğine sahiptir. Büyütech, savunma sanayiinde millileştirme ve yüksek teknoloji ürünlerinin geliştirilmesinden, endüstriyel görüntü işlemeye; otomotiv sektöründe ise sürücü yorgunluk algılama, şerit değiştirme, ayna ve geri görüş kamera sistemleri gibi birçok alanda yazılım ve donanım çözümlerini kendi bünyesinde geliştirmektedir. TOGG'un araç kamerasını da bu işletme üretmektedir (Buyutech, 2023).

Endüstri 4.0 teknolojilerinin entegrasyonunun kaçınılmaz ve vazgeçilemez bir olgu olduğu ve Türkiye'de mutlaka bu dönüşümün gerçekleştirilmesi gerektiği, aksi hâlde yeni yüzyılın kaçırılacağı, Endüstri 4.0 Devrimi'nin gerek zamanlama gerekse içerik yönünden ülkemiz açısından çok önemli bir fırsat olduğu değerlendirilmektedir. Endüstri 4.0 Devrimi'nin gerekleri yerine getirilmez ise Türkiye olarak dünya pazarında rekabetçi bir ülke olmaktan uzaklaşılacağı, pazar payımızın düşeceği ve ekonomik göstergeler açısından da zor bir döneme girilebileceği görülmektedir. Bu süreçte unutulmaması gereken en önemli hususlar, dijital dönüşümün toplumsal uzlaşma, ortak vizyon, işbirliği, çaba ve sabır

gerektiren, uzun soluklu, kollektif bir süreç olduğu, başarıların yıllar içerisinde kazanılacağı ve sürekliliğin çok önemli olduğudur (T.C. Kalkınma Bakanlığı Sanayide Dijitalleşme Çalışma Grubu Raporu, 2018).

1.8. Endüstri 4.0 Olgunluk Modelleri

Endüstri 4.0 sürecinde işletmelerin hazırlık ve olgunluk düzeylerini tespit etmek üzere gerek literatürde gerekse uygulamada çeşitli modeller geliştirilmiştir. Bunlardan makro modeller uluslararası düzeyde devletlerin, işletmelerin ve sektörlerin kıyaslanmasına imkân sağlarken mikro modeller ise işletme düzeyinde hazırlık ve olgunluğu belirlemekte kullanılmaktadır. Literatürde yaygın olarak değerlendirilen ve öne çıkan mikro modeller şunlardır (IMPULS, 2015; URL-13; Schumacher vd., 2016; Gökalp ve Sener, 2017; Akdil vd., 2018; Timurcanday Özmen vd., 2019; ATSO, 2017; University of Warwick, 2017; acatech, 2017; Rockwell Automation, 2015; Pacchini vd., 2019; Ganzarain ve Errasti, 2016; Pirola vd., 2019; Wagire vd., 2020):

- **IMPULS Vakfı (2015) tarafından geliştirilen ‘Industry 4.0 Readiness Model’ (Endüstri 4.0 Hazırlık Modeli) :** IMPULS Vakfı, RWTH Aachen Üniversitesi Endüstri Mühendisliği Enstitüsü, Almanya Mühendislik Federasyonu, IW Danışmanlık işbirliği sayesinde geliştirilmiştir. Modelde, Endüstri 4.0’ın “strateji ve örgüt”, “akıllı fabrikalar”, “akıllı operasyonlar”, “akıllı ürünler”, “veri temelli hizmet” ve “işgücü” boyutları yer almaktadır. İşletmeler boyutlardan toplanan puanları baz alınarak “yeni gelenler”, “öğrenenler” ve “liderler” olarak üç sınıfta değerlendirilmektedir.
- **Schumacher vd., (2016) tarafından geliştirilen ‘A Maturity Model For Assessing Industry 4.0 Readiness And Maturity Of Manufacturing Enterprises’ (İmalat İşletmelerinin Endüstri 4.0 Hazırlık ve Olgunluğunun Değerlendirilmesinde Bir Olgunluk Modeli):** Modelin bilimsel amacı, imalat işletmelerinin mevcut durumu ve potansiyel başarı faktörlerini ortaya çıkarmak için Endüstri 4.0 stratejileri konusunda kesin veri elde etmek; uygulamaya dönük amacı ise işletmenin kendi Endüstri 4.0 olgunluğunu titizlikle değerlendirmesini sağlamaktır. Model, “strateji”, “liderlik”, “müşteri”, “ürün”, “faaliyetler”, “kültür”, “çalışanlar”, “yönetişim” ve “teknoloji” boyutlarından oluşmaktadır.

- **Warwick Üniversitesi (2017) tarafından geliştirilen ‘An Industry 4.0 Readiness Assessment Tool’ (Bir Endüstri 4.0 Hazırlık Değerlendirme Aracı):** Bir değerlendirme aracı olarak karşımıza çıkan bu model tedarik zinciri sürecinde uzmanlığı bulunan Carimson&Co ve yasal hususlar konusunda hukuki danışmanlık hizmeti veren Pinsent Masons şirketlerinin iş birliği ile Warwick Üniversitesi akademisyenleri tarafından firmaların Endüstri 4.0 hazırlığını ölçmek için oluşturulmuştur. Modelin amacı Endüstri 4.0 hazırlığını değerlendirmek ve gelecekteki gerekliliklerin anlaşılmasını hedeflemektedir. Model, ürün ve hizmetler, üretim ve süreçler, strateji ve organizasyon, tedarik zinciri, iş modeli, yasal hususlar olmak üzere altı boyuttan oluşmaktadır.
- **acatech-Alman Ulusal Bilim ve Mühendislik Akademisi (2017) tarafından geliştirilen ‘Industrie 4.0 Maturity Index’ (Endüstri 4.0 Olgunluk Endeksi):** İşletmelerin Endüstri 4.0 konusunda kendi durumlarını tespit etmelerine yönelik dört ana boyuttan oluşmaktadır. Bu boyutlar; “bilgi sistemleri”, “kaynaklar”, “organizasyon yapısı” ve “kültürdür”. Bu boyutlar altında incelenmesi gerekli 33 ana başlık ifade edilmiştir. İmalat sektöründe faaliyet gösteren işletmelerde uygulanması önerilmektedir. Çalışmada, Endüstri 4.0’ın “Ar-Ge”, “Üretim”, “Lojistik”, “Servisler” ve “Satış” süreçlerine olan dağılımı hakkında bir yol haritası da gösterilmiştir. Bu tez çalışmasında, bu olgunluk endeksi temel alınarak hazırlanan ölçek kullanılmıştır.
- **Wagire vd. (2020) tarafından geliştirilen ‘Industry 4.0 Maturity Assessment Tool’ (Endüstri 4.0 Olgunluk Değerlendirme Aracı):** "İnsan ve Kültür", "Endüstri 4.0 Farkındalığı", "Organizasyonel Strateji", "Değer Zinciri ve Süreçler", "Akıllı İmalat Sistemleri", "Ürün ve Hizmet Odaklı Teknoloji" ve "Endüstri 4.0 Tabanlı Teknolojiler" olmak üzere yedi boyuttan ve toplamda 38 ifadeden oluşmaktadır. Gelişmekte olan ülkelerdeki işletmelerde uygulanması önerilmektedir.
- **Rockwell Automation (2015) tarafından geliştirilen ‘The Connected Enterprise Maturity Model’ (Bağlantılı Kurumsal Olgunluk Modeli):** Dört boyuttan oluşmaktadır. İçerdiği ifade sayısı belirli değildir. İmalat işletmelerine uygulanması önerilmektedir.

- **Ganzarain ve Errasti, (2016) tarafından geliştirilen ‘Three Stage Maturity Model in SME’s Toward Industry 4.0’ (KOBİ’lerde Üç Aşamalı Endüstri 4.0 Olgunluk Modeli):** KOBİ’lere yönelik geliştirilmiştir. Herhangi bir boyut ve ifade sınırlaması yapılmamıştır. Vizyon geliştirme ile başlayan, strateji ve eylem oluşturma ile devam eden ve bunu örgütün kendi kültürüyle entegre etmesiyle tamamlanan aşamalardan oluşan bir modeldir.
- **Pacchini vd. (2019) tarafından geliştirilen ‘Industry 4.0 Readiness Assessment Model’ (Endüstri 4.0 Hazırlığı Değerlendirme Modeli):** Sekiz ifadeden oluşmaktadır. İmalat sektöründe uygulanması önerilmektedir.
- **Gökalp ve Sener (2017) tarafından geliştirilen ‘SPICE-based Industry 4.0-MM’ (SPICE temelli Endüstri 4.0 Olgunluk Modeli):** Beş boyuttan oluşmaktadır. İmalat işletmeleri için önerilmektedir.
- **Pirola vd. (2019) tarafından geliştirilen ‘Digital Readiness Level 4.0 Model’ (Dijital Hazırlık Seviye 4 Modeli):** Beş boyuttan oluşmaktadır. Strateji, insan, süreçler, teknoloji ve entegrasyondur. KOBİ’lere önerilmektedir.
- **Akdil vd. (2018) tarafından geliştirilen ‘Industry 4.0 Maturity Model’ (Endüstri 4.0 Olgunluk Modeli):** Üç boyut ve 13 ifadeden oluşmaktadır.
- **Alçın (2017) tarafından geliştirilen ‘test4ware – Sanayi 4.0 için Durum Analizi’:** Endüstri 4.0 sürecinin gerektirdiği dört temel yetkinlik alanının (Hardware, Software, Netware ve Wetware) işletmenin durumunu ortaya koymaktadır. Hardware; işletmelerin Endüstri 4.0 sürecinde sahip olmaları gereken üretim sistemleri bütününe işaret eder. Örneğin, CNC tezgahları, yapay zekalı robotlar hardware kapsamındadır. Software; her aşamada uygun dijital yazılımların kullanılmasıdır. Netware; Endüstri 4.0’ın niteliğini oluşturan ilişkisellik ve bağlantılılık unsurlarını içerir. Wetware; insan gücü ve duygusal edimlerini içermektedir.

Literatürdeki Endüstri 4.0 hazırlık ve olgunluk modelleri değerlendirildiğinde, genel olarak standart, kalıplaşmış, tek bir yapıdan ziyade, araştırmacıların konuya yaklaşımı ve modelin geliştirildiği ülkede gözlemlenen ihtiyaçlara göre şekillenen birbirinden farklı yapılar dikkat çekmektedir. Literatürdeki modeller içerdiği konular ve boyutlar bakımından değerlendirildiğinde ise, sadece Endüstri 4.0’ın yenilikçi teknolojilerine odaklanan

(Pacchini vd., 2019) veya bilgi teknolojileri/operasyonel teknolojiler alt yapılarına odaklanan (Rockwell Automation, 2015) modellerin yanı sıra, sürecin teknolojik yönlerinin yanı sıra operasyonel ve örgütsel yönlerini ele alan modeller (acatech, 2017; Gökalp ve Sener., 2017; Akdil vd., 2018; Pirola vd., 2019) de bulunmaktadır. Sektör açısından incelendiğinde ise, sadece imalat işletmelerine yönelik modeller (Schumacher vd., 2016; Wagire vd., 2020; Gökalp ve Sener, 2017; Pacchini vd., 2019), sadece KOBİ'lere yönelik modeller (Ganzarain ve Errasti, 2016; Pirola vd., 2019) veya sektör ayrımı yapmaksızın tüm sektörlerle yönelik modeller (University of Warwick, 2017; Akdil vd., 2018) tespit edilmiştir.



2. LİTERATÜR ÖZETİ

Ülkemizde ve dünyada özellikle son 10 yılda Endüstri 4.0 ile ilgili yapılan birçok çalışma bulunmaktadır. Ancak, bu çalışmaların birçoğu mühendislik, yazılım ve bilişim alanlarında yapılmıştır. Oysa Endüstri 4.0 konusu pek çok yeni nesil makine, dijital alt yapı teknolojileri veya erişim kolaylıklarının çok ötesinde kurumsal tasarımların evrilmesi konusudur. Endüstri 4.0'ın işletmelerin stratejilerinde ne kadar ve nasıl yer aldığı ve bunun yanı sıra işletmelerin bu konuda ve genel olarak strateji belirleme reflekslerinin olup olmadığı Endüstri 4.0 sürecinde hem işletme düzeyinde hem de ülke düzeyinde başarının önemli bir bileşenidir. Endüstri 4.0'ı teknoloji, ürünler, sistemler, yapı, strateji, insan, örgüt kültürü bağlamında bütüncül bir bakış açısıyla, kurumsal tasarım yönüyle ele alan çalışma sayısı çok azdır. Ayrıca, literatürde çalışmaların büyük çoğunluğunun kavramsal, teorik düzeyde olduğu, uygulama gerçekleştirilen çalışmaların sayısının oldukça düşük olduğu görülmektedir. Bu çalışma kapsamında Endüstri 4.0 kavramı işletmecilik bakış açısı ile değerlendirildiği için literatür araştırmasında da işletmecilik bakış açısıyla gerçekleştirilen çalışmalara yoğunlaşılmıştır. Literatürde Endüstri 4.0 konusunda yapılmış olan çalışmalardan bazıları aşağıda özetlenmektedir.

Accenture (2016) tarafından gerçekleştirilen çalışmada, Türkiye’de imalat, ticaret, bankacılık, sigortacılık, sağlık hizmetleri, inşaat gibi pek çok sektörde faaliyet gösteren ve çoğunluğu büyük ölçekli olan 106 işletme; strateji, hizmet ve operasyonel yetkinlikleri dijital kabiliyetleri bağlamında incelenmiştir. Çalışma sonucunda, “Finansal Hizmetler” 100 üzerinden 81 puan ile dijitalleşme performansı en yüksek sektör olurken, onu sırasıyla “Hizmet Faaliyetleri”, “Perakende Ticaret” ve “Motorlu Kara Taşıtlarının Ticareti ve Onarımı” sektörlerinin izlediği tespit edilmiştir. Ayrıca, bunların işletme içi operasyonlarını dijitalleştirmeye, müşteriye dokunan hizmetlerini dijitalleştirmeye oranla daha fazla ağırlık verdikleri görülmüştür. Bunun yanı sıra Endeks’te “Bilgilendirme/Cezbetme”, “Satış/Sevkiyat”, “Kullanım” ve “Satış Sonrası Servis” olmak üzere dört evrede incelenen müşteri yaşam döngüsüne göre “Satış/Sevkiyat” evresinin, katılımcı işletmelerin dijitalleşme alanında en düşük performansı gösterdiği evre olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca, 100 üzerinden 81 ve üzeri puan alan 23 işletme “Dijitalleşme Öncüleri” olarak nitelendirilmiştir. Türkiye’nin ortalama dijitalleşme endeks puanı ise 100 üzerinden 61 olarak tespit edilmiştir.

TÜBİTAK (2016) tarafından gerçekleştirilen çalışmada, TÜBİTAK teşviklerinden yararlanmış, sektör ve ölçek bağımsız 1000 adet işletmede anket uygulaması yapılarak Türkiye’deki mevcut Endüstri 4.0 olgunluk seviyesi ve öncelikli sektörler araştırılmıştır. Çalışma sonucunda, Türkiye’deki mevcut seviyenin 2,6 olduğu tespit edilmiştir. Bu seviye, Türkiye’nin Endüstri 2.0 ile Endüstri 3.0 aralığında bir yerde olduğunu göstermektedir. Araştırma sonuçlarına göre, firmaların %19’unun Endüstri 4.0 teknolojileri ile ilgili herhangi bir bilgisi yoktur. Firmaların %59’u genel bilgileri olduğunu, yalnızca %22’si ise bu konuda kapsamlı bilgiye sahip olduğunu belirtmiştir. Endüstri 4.0 teknolojileri konusunda farkındalığı en yüksek üç sektörün ‘Elektronik’, ‘Yazılım’ ve ‘Malzeme’ sektörleri olduğu tespit edilmiştir. Firmaların % 30’unun Endüstri 4.0 teknolojilerini firmalarına entegre etme stratejilerinin bulunmadığı, % 20’sinin uzun vadede entegre etmeyi düşündüğü, % 50’sinin ise 3-5 yıl içerisinde kısa vadede entegre etme stratejisi bulunduğu tespit edilmiştir. Firmaların %22’si akıllı otomasyon sistemlerini üretim hatlarının belirli bir bölümünde kullandığını belirtirken üretimin tamamında akıllı otomasyon sistemlerini entegre etmiş olan firmaların oranı ise yalnızca % 2’dir. Siber fiziksel sistemleri, üretim hatlarının belirli bir bölümünde kullandığını belirten firmaların oranı %20 iken, üretimin tamamında entegre ettiğini belirten firmaların oranı yalnızca % 5’dir. Endüstri 4.0 konusunda olgunluk seviyesi en yüksek üç sektörün ‘Malzeme’, ‘Elektronik’ ve ‘Otomotiv ve Beyaz Eşya Yan Sanayii’ olduğu tespit edilmiştir.

Henriette vd. (2016) tarafından gerçekleştirilen çalışmada, dijital dönüşümün iş hayatında uygulamaları ve riskleri araştırılmıştır. Bu kapsamda, Fransa’da bilgisayar donanımı, yazılımı ve Bilgi Teknolojileri alanında faaliyet gösteren çok uluslu bir işletmede çalışan üç danışman ile yarı yapılandırılmış mülakat gerçekleştirilmiştir. Çalışma sonucunda, dijital dönüşümün, işletmenin iş modelinde (süreçlerde, kaynaklarda, operasyonel metotlarda, kültürde) meydana gelebilecek köklü değişiklikleri az veya çok kapsadığı tespit edilmiştir.

Hofmann ve Rüsch (2017) tarafından gerçekleştirilen çalışmada, Endüstri 4.0 teknoloji bileşenlerinin lojistik sektörüne günümüzdeki etkileri ve geleceğe yönelik öngörülleri araştırılmıştır. Çalışma sonucunda, Endüstri 4.0 teknolojileri sayesinde lojistik sektöründeki karmaşık işlemlerin kolayca halledilebilir hâle geldiği ve bu ivmenin gelecekte de artarak süreceği tespit edilmiştir.

Bittighofer vd. (2018) tarafından gerçekleştirilen çalışmada, Almanya’da çeşitli büyüklüklerde 24 işletme ile anket ve mülakat gerçekleştirilerek Endüstri 4.0 olgunluk düzeyleri araştırılmıştır. Çalışma sonucunda, işletmelerin çoğunluğunun (0-6 aralığında) ikinci seviyede olduğu belirlenmiştir. Ayrıca, olgunluk açısından en yüksek puanı alan Endüstri 4.0 teknolojisinin ise büyük veri kullanımı olduğu tespit edilmiştir.

Berksun (2018) tarafından gerçekleştirilen çalışmada, Çorum Organize Sanayi Bölgesi’nde faaliyet gösteren bir vitrifiye üretim tesisinde, manuel sırlama sistemleri ile robotlu sırlama sistemlerinin çıktıları araştırılmıştır. Manuel sırlama yapan kabinlerde görev alan bir çalışanın, sekiz saatlik mesaisi süresince yaklaşık 150 – 160 civarı ürün sırladığı, robotlu sırlama sistemlerinde ise sırlanan ürün sayısının ortalama 200 – 220 civarında olduğu ve verimliliğin %98 olduğu tespit edilmiştir.

Lin vd. (2019) tarafından gerçekleştirilen çalışmada, Çin’de imalat sektöründeki 460 işletmenin Endüstri 4.0 teknoloji bileşenlerini kullanmalarının etkileri araştırılmıştır. Çalışma sonucunda, Endüstri 4.0 teknoloji bileşenlerinin işletmelerin finansal performansını, inovasyon faaliyetlerini ve hisse senedi getirilerini büyük ölçüde iyileştirdiği belirlenmiştir. Ancak bunların tedarik zinciri verimliliği üzerinde önemli bir etkisinin olmadığı tespit edilmiştir.

Metin (2019) tarafından gerçekleştirilen çalışmada, Elazığ Organize Sanayi Bölgesi’nde faaliyet gösteren işletmelerin, Endüstri 4.0 olgunluğunu tespit etmek amacıyla dokuz farklı sektörden 82 işletmeye anket uygulaması gerçekleştirilmiştir. Çalışma sonucunda, işletme yetkililerinin Endüstri 4.0 konusunda yetersiz bilgiye sahip oldukları ve Endüstri 4.0’a yönelik herhangi bir hedef ve amaçlarının bulunmadığı saptanmıştır.

Bosman vd. (2019) tarafından gerçekleştirilen çalışmada, ABD’de faaliyet gösteren 138 imalat işletmesinde Endüstri 4.0 teknolojilerine yatırım yapma kararını etkileyen işletme karakteristikleri araştırılmıştır. Çalışma sonucunda, çalışan sayısı 20 ve daha fazla olan işletmelerin operasyonel teknolojilere öncelik verdiği, çalışan sayısı 20’den daha az olan işletmelerin ise üretim süreçlerinin üretkenliğini, kalitesini ve güvenliğini doğrudan etkileyen teknoloji yatırımlarına öncelik verdiği saptanmıştır.

Saçak vd. (2020) tarafından gerçekleştirilen çalışmada, bakanlığın “Dijital Türkiye Yol Haritası” raporunda yer alan stratejilerin önceliklendirilmesi TOPSIS yöntemi ile gerçekleştirilmiştir. Çalışmada toplam yedi kriter, 18 strateji bulunmaktadır. Çalışma sonucunda, en önemli stratejinin “Eğitimcilere dijital yetkinliklerin kazandırılması” olduğu tespit edilmiştir.

Türk (2020) tarafından gerçekleştirilen çalışmada, Türkiye’de İnsansız Hava Aracı (İHA) endüstrisinin sorunlarını, gelecek için yapılması gerekenleri değerlendirmek, teknolojik olgunluk kriterlerini tanımlamak ve bir teknoloji yol haritası hazırlamak amacıyla, İHA endüstrisinde faaliyet gösteren kurum/kuruluşlardan yetkililerle mülakatlar gerçekleştirilmiştir. Çalışma sonucunda, Türk İHA endüstrisine ilişkin çıkarımlarda bulunulmuş ve bulgulara yönelik öneriler geliştirilmiştir. Teknoloji hedeflerini belirlemek amacıyla hazırlanan 20 adet ifade, iki turda Delfi tekniğiyle değerlendirilmiştir ve olumsuz koşullara dayanıklı İHA sürülerinin zeki uçuş yönetimi üzerine bir teknoloji yol haritası önerilmiştir.

Masood ve Sonntag (2020) tarafından gerçekleştirilen çalışmada, KOBİ’lerde Endüstri 4.0 teknolojilerinin uygulanmasını kolaylaştıran ve zorlaştıran etkenler İngiltere’de araştırılmıştır. Çalışma sonucunda, Endüstri 4.0 teknolojilerinin operasyonel esneklik, maliyet avantajı, operasyonel verimlilik, üretimde kalite artışı ve rekabet avantajı sağlaması Endüstri 4.0 teknolojilerinin uygulanmasını kolaylaştıran etkenler olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca, uygulama maliyeti, uygulama süresi ve bilgi yetersizliğinin Endüstri 4.0’ın işletmelerde uygulanmasını zorlaştıran etkenler olduğu belirlenmiştir.

Amet (2020) tarafından yapılan çalışmada, teknoloji yatırımları yaptığına dair veriler bulunan, BIST’te işlem görmekte olan 30 işletmenin Endüstri 4.0 yatırımlarının cirolarına yansıyor yansımadığı 10 yıllık bilançolarındaki verileri kullanılarak araştırılmıştır. Çalışma sonucunda, cirolarının Endüstri 4.0 yatırımlarından olumlu etkilendiği tespit edilmiştir.

Ergün vd. (2020) tarafından gerçekleştirilen çalışmada, İstanbul ve Kocaeli Bölgesi’nde, otomotiv sektöründe faaliyet gösteren, Endüstri 4.0 kriterlerine uygun niteliklerde olan dört farklı işletmede, Endüstri 4.0 çerçevesinde firmaların organizasyon yapılarının insan kaynakları rollerine etkisi araştırılmıştır. Bu kapsamda, 147 çalışana anket uygulaması gerçekleştirilmiştir. Çalışma sonucunda Endüstri 4.0 teknolojilerini uygulayan işletmelerde

organik örgüt yapılarının yanı sıra merkezileşmiş yapıların da insan kaynakları rollerine pozitif etkilerinin olduğu saptanmıştır. Ayrıca, merkezi yapıya sahip örgütlerde, insan kaynakları rollerinden, stratejik ortak rolü, idari uzman rolüne pozitif ve çalışan şampiyonu rolüne negatif anlamlı etkisi olduğu ve mekanik/bürokratik yapıya sahip örgütlerde, insan kaynakları rollerinden çalışan şampiyonu rolünün negatif anlamlı etkisi saptanmıştır.

Michna ve Kmeciak (2020) tarafından gerçekleştirilen çalışmada, Polonya’da KOBİ’lerde açık fikirlilik kültürü, bilgi paylaşımı ve finansal performans ile Endüstri 4.0’a yönelik isteklilik arasındaki ilişkiler araştırılmıştır. Çalışma sonucunda, küçük ölçekli işletmelerde açık fikirlilik kültürünün büyük işletmelere nispeten daha önemli olduğu ancak bilgi paylaşımının büyük işletmelere nazaran daha az önemli olduğu belirlenmiştir. Ayrıca, işletme büyüklüğünden bağımsız olarak finansal performans ile Endüstri 4.0’a yönelik isteklilik arasında pozitif bir ilişki olduğu saptanmıştır.

Demirbağ (2020) tarafından gerçekleştirilen çalışmada, Endüstri 4.0 dönüşümünün Türkiye beyaz eşya sektöründeki mevcut durumu ve mühendislik mesleğine etkisi araştırılmıştır. Çalışmada, mülakat ve anket tekniği birlikte kullanılmıştır. Mülakatlar beyaz eşya sektörünün öncü iki ana sanayi ve bir yan sanayi işletmesi olmak üzere toplam üç işletmenin dört yöneticisi ve beş mühendisi ile yapılmıştır. Analiz sonucunda, üç işletmenin de Endüstri 4.0’a yönelik farkındalık seviyesinin oldukça yüksek çıktığı ve son iki yılda Endüstri 4.0’a yönelik yatırım ve pratiklerini arttırdığı görülmüştür. İşletmelerin özellikle veri toplama ve analizine odaklandıkları ve bunun yanı sıra üretim süreçlerinde Endüstri 4.0 teknolojilerinin büyük çoğunluğunu kullandıkları tespit edilmiştir. Ayrıca, Endüstri 4.0’ın getirdiği avantajların rekabetçilik, müşteri memnuniyeti, düşük maliyet, kârlılık, kalite, verimlilik, esnek üretim, ergonomi, iş sağlığı ve güvenliği ve enerji tasarrufu olduğu ifade edilirken Endüstri 4.0 sürecindeki zorlukların yetkin ve eğitimli olmayan çalışanlar, yetkin olmayan tedarikçiler, KOBİ olmanın getirdiği finansal zorluklar, rol karmaşası, otokratik yönetim stili, bebek patlaması kuşağından olan karar vericiler, geleneksel bilgi teknolojileri altyapısı, değişime karşı direnç, taraflar arasındaki bilgi asimetrisi olduğu ifade edilmiştir. Bunun yanı sıra, mühendislerden beklenen eğitim ve teknik bilgi seviyesinin artacağı ve mühendislik işinin değerinin katlanacağına düşünüldüğü tespit edilmiştir. Çalışmanın anket ayağında ise yöneticiler ve mühendisler için iki ayrı anket formu uygulanmıştır. Türkiye beyaz eşya sanayisinden 55 işletmenin yöneticisi ve 64 işletmenin mühendisi katılım göstermiştir. Yönetici anketinde yer alan

Endüstri 4.0 hazırlık/olgunluk modeli dört farklı seviyeden (0: yokluk, 1: varoluş, 2: hayatta kalma, 3: olgunluk) oluşmaktadır. Türkiye'nin dijital olgunluk seviyesi en yüksek sektörlerinden biri olduğu kabul edilen beyaz eşya sektöründe yapılan bu uygulama sonucunda bu işletmelerin Endüstri 4.0 olgunluk seviyeleri hesaplandığında, 55 katılımcı işletmenin arasında Seviye 3'e ulaşabilmiş bir işletme bulunmadığı tespit edilmiştir. Bunların %7'sinin Seviye 2'de ve %44'ünün Seviye 1'de bulunduğu görülmüştür. %49'unun ise Seviye 0'da olduğu belirlenmiştir.

Çalış Duman (2020) tarafından gerçekleştirilen çalışmada, Endüstri 4.0 teknoloji bileşenlerinin örgütsel performans üzerine etkileri araştırılmıştır. Kayseri Organize Sanayi Bölgesi'nde Endüstri 4.0 teknolojilerini benimsemiş 79 işletmede mülakat, anket ve ikinci elden veriler yöntemi ile veriler toplanmıştır. Çalışma sonucunda, Endüstri 4.0 teknolojilerinin, özellikle; kârlılığı, üretim miktarını, kişi başına üretim miktarını, kapasite kullanım oranını, üretim hızını, ürün kalitesini ve satışları arttırdığı ve üretim maliyetlerini azalttığı tespit edilmiştir.

Cater vd. (2021) tarafından gerçekleştirilen çalışmada, işletmeleri Endüstri 4.0 teknolojilerini kullanmaları için motive eden etmenler araştırılmıştır. Bu kapsamda, Slovenya'da imalat sektöründe faaliyet gösteren ve 10 çalışandan daha fazla çalışana sahip olan 124 işletmeye anket uygulaması gerçekleştirilmiştir. Çalışma sonucunda, işletmelerin Endüstri 4.0'a proaktif bir bakış açısıyla yaklaşıtları tespit edilmiştir. Verimlilik güdüsü ve rekabet avantajı beklentisinin Endüstri 4.0 teknolojilerini kullanma niyeti üzerinde olumlu bir etkisi olduğu tespit edilmiştir.

Kumaş (2021) tarafından gerçekleştirilen çalışmada, bir olgunluk modeli kurulmuş ardından yapısal eşitlik modellemesi ve analitik hiyerarşi prosesi yöntemleri kullanılarak Endüstri 4.0 olgunluk endeksi hesaplanmıştır. Uygulama aşaması çeşitli sektörlerde faaliyet gösteren 149 imalat işletmesinde anket uygulaması ile gerçekleştirilmiştir. Çalışma sonucunda, Endüstri 4.0 seviyesi en yüksek olan iki sektörün 3,18 endeks değeri ile otomotiv ve 3,16 endeks değeri ile elektrik-elektronik sektörü olduğu tespit edilmiştir. 2,36 endeks değeri ile tekstil ve 2,13 endeks değeri ile metal sektörünün ise en düşük endeks değerlerine sahip sektörler olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca, çalışan sayısı arttıkça Endüstri 4.0 olgunluk endeksinin de arttığı tespit edilmiştir. Benzer şekilde firmaların

faaliyet gösterdiği yıl sayısı arttıkça Endüstri 4.0 olgunluk endeks değerlerinin de arttığı belirlenmiştir.

Doğan (2022) tarafından gerçekleştirilen çalışmada, Endüstri 4.0 uygulamalarının iş sağlığı ve güvenliğine etkisi araştırılmıştır. Gümüşhane il sınırları içinde bulunan bir yeraltı metal madeninde çalışan anket uygulaması gerçekleştirilmiştir. Çalışma sonucunda, katılımcıların %60'ının Endüstri 4.0 teknolojileri konusunda nitelikli çalışan olmadığını, %53'ünün Endüstri 4.0 hakkında bilgi sahibi olmadığını, %60,6'sının Endüstri 4.0 nedeniyle işsizlikte artış yaşanacağını, %68,8'inin ise Endüstri 4.0 teknolojilerinin iş sağlığı ve güvenliğini olumlu yönde etkileyeceğini düşündükleri tespit edilmiştir.

TÜBİSAD (2022) tarafından gerçekleştirilen çalışmada, Türkiye'nin dijital dönüşüme uyum sağlayabilmesi için gerekli olan, doğru, zamanında ve hedefe dönük adımlar atılmasına katkıda bulunmak amacıyla “Türkiye'nin Dijital Dönüşüm Endeksi” hesaplanmıştır. 64 alt göstergeden oluşan endeks, 2019-2021 yılları için beş üzerinden sırasıyla 2,94, 3,06, 3,21 olarak hesaplanmıştır. 2019'dan 2021'e kadar sürekli artış gösteren endeks, 2022 yılında düşüş göstermiş ve 3,12 olarak hesaplanmıştır. Genel endeks değerini oluşturan 64 alt göstergenin 35'i 2022 yılında gerilemiştir. Aynı dönemde değişmeyen altı gösterge bulunurken, 23 göstergenin endeks değeri artmıştır. 2022 yılında Türkiye'de dijital dönüşüm bakımından, 2019 yılından beri kaydedilen ilerlemenin duraksadığı, diğer ülkelere göre göreceli olarak hesaplanılan dijital dönüşüm endeksinin gerilediği tespit edilmiştir.

Aksoy (2022) tarafından gerçekleştirilen çalışmada, Endüstri 4.0 teknoloji bileşenleri ve uygulamalarının doğrudan yabancı sermaye yatırımları üzerindeki etkileri araştırılmıştır. İkisi ampirik inceleme olmak üzere üç ayaktan oluşan bir model izlenmiştir. Birincisi dünyadaki reshoring (üretim yerinin yeniden konumlandırılması) olaylarına ait bulguların toplanması ve analizinden, İkincisi, Türkiye'nin de yer aldığı seçilmiş ülkelerin Endüstri 4.0 olgunluk düzeylerinin ölçüldüğü indeks çalışmasından, üçüncüsü ise doğrudan yabancı sermaye yatırımlarının (DYSY) belirleyicilerinin analizinden oluşmaktadır. Çalışma sonucunda, Türkiye'de Endüstri 4.0'ın yeterli olgunluk seviyesine ulaşmadığı, yabancı yatırımcı işletmelerin yatırım yeri tercihini belirlerken ilgili ülkede bir taraftan teknolojik boyut olarak Endüstri 4.0'a uygun şartların varlığını dikkate alırken, diğer taraftan ülke

içindeki kurumsal yapının durumunu ve iş yapma kolaylığını, ülke dışında ise dünya ekonomisiyle entegrasyon düzeyini dikkate aldıkları tespit edilmiştir.

Kagermann ve Wahlster (2022) tarafından gerçekleştirilen çalışmada, 2011 yılında resmi olarak dile getirilen Endüstri 4.0'ın o tarihten bu yana geçen 10 yılı değerlendirilmiştir. Çalışmada, endüstriyel yapay zekâ trendlerinin, uç bilgi işlem den uç buluta, 5G'ye kadar ekip robotiği, otonom intralojistik sistemler ve güvenilir veri altyapılarının dayanıklılığı, anlamsal işbirliğini ve sürdürülebilirliği güçlendirmek için kullanılması gerektiğini, bunun, değişken bir ekonomik ve jeopolitik çevrede uzun vadeli uyum sağlamayı gerçekleştirmeye olanak sağlayan dijital inovasyon ekosistemleri oluşturulmasına zemin hazırlayacağını belirtmişlerdir. Ayrıca, Endüstri 4.0'ın bundan sonraki süreçleri için de endüstriyel yapay zekâya (Industrial Artificial Intelligent-IAI) daha büyük miktarlarda yatırım yapılması gerektiğini, endüstrinin hemen hemen tüm sektörlerinde en üst düzeyde öneme sahip olan Dijital İkiz kavramının rolünün daha da belirleyici hâle geleceğini öngörmektedirler.

Kasnak ve Özkara (2022) tarafından gerçekleştirilen çalışmada, ISO 500/1000 listesinde yer alan ve Endüstri 4.0 araç ve süreçlerini uygulayan 208 büyük ölçekli imalat firmasında Endüstri 4.0 olgunluk düzeyleri araştırılmıştır. Anket uygulamasının gerçekleştirildiği çalışma sonucunda, genel olarak işletmelerin Endüstri 4.0 olgunluk düzeyi (3,92/5,00) bakımından "deneyimli" seviyesini tamamlamak üzere olduğu tespit edilmiştir.

Asar (2022) tarafından gerçekleştirilen çalışmada, enerji sektöründe faaliyet gösteren ve Endüstri 4.0 uygulamalarını benimseyen beş firmanın 2013-2020 yıllarındaki finansal verilerinden hareketle finansal performansları araştırılmıştır. Çalışma sonucunda, Endüstri 4.0'a geçiş yaptıktan sonra iki işletmenin finansal performanslarının arttığı, üç işletmenin ise finansal performanslarının düştüğü tespit edilmiştir.

Hajoary (2023) tarafından gerçekleştirilen çalışmada, 100'den fazla ülkede faaliyet gösteren, 200'den fazla yöneticisi olan, dünyanın en büyük çelik üreticilerinden birinde Endüstri 4.0 olgunluğu ve hazırlığı, "IMPULS Endüstri 4.0 Hazırlık Modeli" ile araştırılmıştır. Bu kapsamda, 53 yöneticiye anket uygulaması gerçekleştirilmiştir. Çalışma sonucunda, strateji, yönetici becerileri ve çalışan becerileri açısından işletmenin yetersiz olduğu, bu boyutlarda Endüstri 4.0 olgunluğu ve hazırlığı açısından en düşük düzeyler olan 1-2 düzeyinde bulunduğu tespit edilmiştir. Ürün tasarımında dijital modelleme

tekniklerinin kullanılması açısından da düşük bir olgunluk düzeyine sahip olduğu belirlenmiştir. Tedarik zinciri bakımından uçtan-uca entegrasyondan yoksun olduğu, işletmenin genel Endüstri 4.0 olgunluğu ve hazırlığı açısından 2-3 düzeyi arasında olduğu tespit edilmiştir.

Bianco vd. (2023) tarafından gerçekleştirilen çalışmada, Uygulamaya Dayalı Rekabet Stratejisi (Practice-Based View-PBV) teorisine dayanan bir teorik çerçeve oluşturularak, COVID-19 pandemisi sırasında Endüstri 4.0 uygulamalarının işletmelerin direncini ve performansını iyileştirip iyileştirmediği araştırılmıştır. Bu kapsamda, 207 üretim işletmesine anket uygulaması yapılmıştır. Sonuçlar yapısal eşitlik modeliyle analiz edilmiştir. Çalışma sonucunda, işletmelerin Endüstri 4.0, akıllı üretim uygulamaları ve akıllı yeteneklere dayanan operasyonel tepkilerinin, küresel kriz zamanlarında üreticilerin esneklik oluşturmaya ve performans kaybını hızla azaltmasına olanak tanıdığı tespit edilmiştir. Böylece, Endüstri 4.0 teknolojilerinin işletmelere, esneklik, güvenilirlik, direnç ve yanıt verme yeteneği sağladığı görülmüştür.

Abat (2023) tarafından gerçekleştirilen çalışmada, Malatya 1. ve 2. Organize Sanayi Bölgesi'nde yer alan işletmelerin Endüstri 4.0 hakkındaki bilgi düzeylerini tespit etmek amacıyla yönelik olarak anket uygulaması yapılmıştır. 11 farklı sektörde faaliyet gösteren 102 üretim işletmesi ile gerçekleştirilen uygulama sonucunda, Endüstri 4.0'a yönelik bilgi düzeylerinin sektörel olarak dağılım göstermediği, ihracat yapan işletmelerin Endüstri 4.0 bilgi düzeyinin yüksek olduğu, yalın üretim hakkında bilgi sahibi olan işletmelerin Endüstri 4.0 bilgi düzeyinin yüksek olduğu ve işletme büyüklüğü arttıkça Endüstri 4.0'a yönelik bilgi düzeyinin arttığı tespit edilmiştir.

Tosun (2023) tarafından gerçekleştirilen çalışmada, Endüstri 4.0 teknolojilerinin çalışma hayatına olası etkileri nitel araştırma yöntemlerinden mülakat yöntemi ile araştırılmıştır. Çalışma, bir otomotiv firması paydaşları ile gerçekleştirilmiştir. Çalışma sonucunda, Endüstri 4.0'ın çalışma hayatına getireceği avantajlar paydaşlar tarafından; üretimde insan kaynaklı hata payının azalması, maliyetlerin azalması, kalite ve verimliliğin artması; fiziksel olarak çalışanları zorlayan işlerin kolaylaşması ve meslek hastalıklarının azalması; iş sağlığı ve güvenliğinin artması ve iş kazaları riskinin azalması; yeni iş alanlarının ortaya çıkması; yönetim ve karar alma süreçlerinin kolaylaşması ve hızlanması konuları arasında farklı şekillerde dile getirilmiştir.

Küçük (2023) tarafından gerçekleştirilen çalışmada, İstanbul'da bulunan OSB'lerde Endüstri 4.0'ın uygulama ve süreçlerini anlamaya yönelik SWOT analizi gerçekleştirilmiştir. SWOT analizi için birincil ve ikincil verilerden yararlanılmıştır. Birincil veri olarak İstanbul ilinde faaliyette bulunan sekiz adet OSB'nin yöneticileriyle mülakat yapılmıştır. Bunun yanı sıra, OSB'deki dış paydaş statüsündeki kurumların müdürleri ve konunun uzmanlarıyla görüşmeler yapılmıştır. Mülakat sonuçları NVivo programıyla sınıflandırılmıştır. İkincil veri olarak da literatür taraması ve raporlardan yararlanılmıştır. Yapılan SWOT analizi sonucunda İstanbul ilinde faaliyette bulunan OSB'lerin Endüstri 4.0'a uyumlanma sürecinin yetersiz olduğu ancak Endüstri 4.0 projelerinin üretilmekte olduğu ve bu projelere ulusal ve uluslararası kuruluşlardan kaynak sağlandığı tespit edilmiştir.

Kol Tetik (2023) tarafından gerçekleştirilen çalışmada, Türkiye otomotiv sektöründe Endüstri 4.0 uygulamalarının benimsenmesinin, tedarik zinciri iş birliği üzerinden döngüsel tedarik zincirine etkileri ampirik olarak araştırılmıştır. Kısmi En Küçük Yapısal Eşitlik Modellemesi ile bulgular değerlendirilmiştir. Faaliyet alanları otomotiv sektörünün ana ve yan sanayisi olan 136 işletmede anket uygulaması yapılmıştır. Endüstri 4.0 teknolojilerinin mevcut yeterliliklerinin tedarik zincirinde iş birliğine ve tedarik zincirinde iş birliğinin ise döngüsel ekonomiye birincil düzeyde etki ettiği ortaya konmuştur. Fakat Endüstri 4.0'ın döngüsel ekonomi ilkelerini odağına alan tedarik süreçlerini ise ikincil düzeyde yönlendirdiği tespit edilmiştir.

Akçoru (2023) tarafından gerçekleştirilen çalışmada, Endüstri 4.0'ın tüketici satın alma davranışlarına etkisinin klasik ve dijital boyutta karşılaştırmalı analizi yapılmıştır. Bu kapsamda, 390 katılımcıya anket uygulaması gerçekleştirilmiş ve çalışma sonucunda, satın alma davranışının bir lineerlik göstermediği, kişilerin karar verme süreçlerinde klasik ve dijital yöntemler arasında geçişler gerçekleştirdikleri ancak genel olarak klasik yöntemlerin halâ dijital yöntemlere göre öncelik olarak görüldüğü tespit edilmiştir.

Yılmaz Gezgini (2023) tarafından gerçekleştirilen çalışmada, Yönetim 4.0 öngörüsü çerçevesinde çevresel, kültürel ve teknolojik değişimlerin yönetim fonksiyonları üzerine etkisi araştırılmıştır. Uygulamanın nicel kısmında 401 katılımcı, nitel kısmında 10 katılımcı ile uygulama aşaması gerçekleştirilmiştir. Çalışma sonucunda, Endüstri 4.0 sürecinde yeni bir yönetim anlayışının olması gerektiği ve yönetsel paradigma değişimleri

yaşandığının düşünöldüğü tespit edilmiştir. Ayrıca, ölkemizde Endüstri 4.0 teknolojileri kullanım alanının yaygınlaşmadığı fakat yöneticilerin bu teknolojileri kullanma gereksiniminin farkında oldukları ortaya konmuştur.



3. ARAŞTIRMA METODOLOJİSİ

Çalışmanın bu bölümünde, daha önceki bölümlerde ayrıntılı olarak anlatılan üretimde ve lojistikte akıllı dönüşüm kapsamında işletmelerin Endüstri 4.0 olgunluk düzeylerine ilişkin olarak gerçekleştirilen uygulamalı araştırma üzerinde durulmaktadır. Bu çerçevede çalışmanın amacı ve katkısına, kapsamına, araştırma modeline, ana kütlesine ve örneklemine, veri toplama yöntemine, sınırlılıklarına ve analiz yöntemine ilişkin bilgiler verilmektedir.

3.1. Çalışmanın Amacı ve Katkısı

Çalışmanın amacı, TR81 Bölgesi'nde bulunan Çaycuma, Ereğli, Alaplı, Karabük ve Bartın OSB'lerinde çeşitli sektörlerde faaliyet gösteren imalat işletmelerinin üretimde ve lojistikte akıllı dönüşüm hazırlıklarını tespit edebilmek; Endüstri 4.0'a uyum sürecinde mevcut durumlarını ve Endüstri 4.0 olgunluk düzeylerini ortaya koyabilmek ve Endüstri 4.0'a uyum sağlamaya ne kadar önem verdiklerini belirleyebilmektir. Bu amaç kapsamında, Endüstri 4.0'ın misyon ve vizyon ifadelerinde, işletme stratejilerinde nasıl yer aldığı, Ar-Ge faaliyetlerinin varlığı, Endüstri 4.0 alanında çalışan/çalışabilecek mühendis varlığı, kullandıkları altyapı teknolojileri, Endüstri 4.0'a uyum sürecinde mevcut durumlarının, Endüstri 4.0 olgunluk düzeylerinin ve Endüstri 4.0'a uyum sağlamaya verdikleri önemin çalışanların eğitim durumu, işletme büyüklükleri, sektörleri, toplam ciroları, kârlılık trendi, hedef pazar türleri ile olan ilişkisi, işletmelerin Endüstri 4.0'ın işletmelerde kullanılmasının önünde hangi faktörleri ne düzeyde engel olarak gördükleri de belirlenecektir.

Gerçekleştirilecek olan çalışmanın çeşitli açılardan fayda sağlayacağı düşünülmektedir. Öncelikle çalışma TR81 Bölgesi OSB'lerinde çeşitli sektörlerde faaliyet gösteren imalat işletmelerinin üretimde ve lojistikte akıllı dönüşüm hazırlıklarını tespit edebilmek; Endüstri 4.0'a uyum sürecinde mevcut durumlarını ve Endüstri 4.0 olgunluk düzeylerini ortaya koyabilmek ve Endüstri 4.0'a uyum sağlamaya ne kadar önem verdiklerini belirleyebilmek için yapılmış ilk çalışma olma özelliği taşımaktadır. Bu bölgedeki imalat işletmelerinin Endüstri 4.0 sürecini yönetebilmeleri, sürecin hangi aşamasında olduklarını öğrenip gerekli çalışmaları yapıp eksikliklerini tamamlayarak kendilerini bu dijital dönüşüme entegre edebilmeleri, elde edecekleri fırsatları iyi değerlendirebilmeleri, ülke

ekonomisi için katma değerli üretim gerçekleştirebilmeleri için durum tespiti ve yol haritası geliştirme olanağı sağlanacağı değerlendirilmektedir.

İkinci olarak, literatürde Endüstri 4.0'ı bütüncül bir bakış açısıyla, kurumsal tasarım yönüyle ele alan çalışma sayısının çok az olduğu belirlenmiştir. Scopus veritabanı üzerinde bulunan ve 2011-2019 yılları arasında yayımlanmış olan 786 akademik makalenin tematik analizi sonucu makalelerin yarısından çoğunun Endüstri 4.0 araç ve teknolojileri (%34) ile akıllı üretim ve üretim yönetimi (%19,8) temalarına yönelik olduğu görülmektedir. Bu makalelerin yalnızca %7,6'sı Endüstri 4.0 konsepti ve ilgili kavramların tanımlarına, Endüstri 4.0'ın belirli örgüt, sektör, bölge veya ülkelerdeki mevcut durumuna, olgunlaşma düzeyine, hazırlık düzeyine, teknoloji ve uygulama eğilimlerine, Endüstri 4.0 dönüşümünün önündeki engellere veya ortaya çıkardığı fırsatlara ve çözüm önerilerine odaklanmaktadır (Demirbağ, 2020). Ayrıca, literatürde bulunan çalışmaların birçoğu mühendislik, yazılım ve bilişim alanlarında gerçekleştirilmiştir. Ancak Endüstri 4.0, yeni nesil otonom makineler, dijital alt yapı teknolojileri, robotlar veya veriye erişim kolaylıklarının çok daha ötesinde kurumsal tasarımların evrilmesi konusudur. Endüstri 4.0'ın işletmelerin stratejilerinde ne kadar ve nasıl yer aldığı ve bunun yanı sıra işletmelerin bu konuda ve genel olarak strateji belirleme reflekslerinin olup olmadığı Endüstri 4.0 sürecinde hem işletme düzeyinde hem de ülke düzeyinde başarının anahtar bileşenidir. Endüstri 4.0'ı teknoloji, ürünler, sistemler, yapı, strateji, insan, örgüt kültürü bağlamında bütüncül bir bakış açısıyla, kurumsal tasarım yönüyle ele alan çalışma sayısı çok azdır. Çalışmada kullanılan model, Endüstri 4.0 'ı "strateji", "organizasyon yapısı", "bilgi sistemleri", "kaynaklar", "kültür", "Endüstri 4.0'a genel bakış ve engeller" boyutlarıyla ele almaktadır. Bu yönüyle, çalışmada Endüstri 4.0 hem ürünler, teknolojiler, sistemler, makineler, stratejiler yönüyle ele alınırken hem de insan kaynakları, örgüt kültürü yönüyle de ele alınacaktır. Yani Endüstri 4.0 sadece yeni nesil otonom makineler, robotlar, dijital altyapı teknolojileri yönüyle değil insan ve örgüt faktörü de göz önüne alınarak değerlendirilecektir. Böylelikle, çalışmada Endüstri 4.0 dijitale doğru bir kurumsal evrilme olarak değerlendirilmektedir. Bu yönüyle çalışma, Endüstri 4.0'ı yalnızca makineler ve teknolojiler olarak ele alan çalışmalardan ayrılmaktadır.

Üçüncü olarak, literatürde çalışmaların büyük çoğunluğunun kavramsal, teorik düzeyde olduğu, uygulama içeren çalışmaların sayısının oldukça az olduğu, uygulama yapılan çalışmalarda ise genellikle küçük örneklemeler üzerinde çalışıldığı tespit edilmiştir.

Literatürde imalat işletmelerine yönelik yapılan mülakat uygulamalarında genellikle az sayıda (50'den daha az) işletme ile görüşüldüğü tespit edilmiştir. Çalışma kapsamında, çalışmada nitel ve nicel yöntemlerin birlikte kullanılması, verilerin 125 adet imalat işletmesinden hem anket hem de mülakat yoluyla toplanması ve verilerin doğrudan birincil veriler olarak elde edilmiş olması oldukça önemlidir.

Dördüncü olarak, ziyaret edilen işletmelerde üretim tesislerinin gezilip üretimle ve işletmeyle ilgili bilgi edinilmesi, gözlemler yapılması çalışmanın derinliğini artırmaktadır.

Beşinci olarak, Türkiye'de hangi işletmelerin hangi Endüstri 4.0 teknolojilerini kullandığı veya kaç işletmenin Endüstri 4.0 teknoloji ve uygulamalarına geçiş yaptığına dair kapsamlı bir istatistiksel rapor henüz açıklanmamıştır. TÜBİTAK (2016) tarafından gerçekleştirilen çalışmada, TÜBİTAK teşviklerinden yararlanmış, sektör ve ölçek bağımsız 1000 adet işletmede anket uygulaması yapılarak Türkiye'deki mevcut Endüstri 4.0 olgunluk seviyesi ve öncelikli sektörler araştırıldığında Türkiye'deki mevcut seviyenin 2,6 olduğu tespit edilmiştir. Bu seviye, Türkiye'nin Endüstri 2.0 ile Endüstri 3.0 arasında bir noktada olduğunu göstermektedir. TÜBİTAK'ın bu çalışmasının üzerinden geçen sekiz yılda ülkemizin Endüstri 4.0 yolculuğunda dünya ile olan rekabetinde şu anda hangi noktada bulunduğu tespiti, bundan sonraki süreç için yol gösterici olacaktır. Bu nedenle, farkındalık ve mevcut durum tespiti, hazırlık tespiti, olgunluk tespiti ve yol haritası çalışmaları oldukça önemlidir. İl, bölge, ülke genelinde yapılacak bu tür çalışmalar Endüstri 4.0'ın derinlemesine anlaşılmasına, değerlendirilmesine ve uygulanmasına yol gösterebilme özelliği taşımaktadır.

Son olarak ise, çalışmada Endüstri 4.0 Devrimi'nin getirdiği fırsatların kaçırılmaması adına Endüstri 4.0'ın kavramsal olarak tartışılmasının ötesine geçilerek TR81 Bölgesi için ekonomik bir perspektifin de açıklıkla ortaya konmasının hedeflenmiş olması çalışmanın önemini artırmaktadır.

3.2. Çalışmanın Kapsamı

Avrupa Topluluğu İstatistik Ofisi (EUROSTAT) tarafından geliştirilen ve 1988'den itibaren Avrupa Birliği (AB) mevzuatında yer almaya başlayan, bir istatistiki sınıflandırma yöntemi olan İstatistiki Bölge Birimleri Sınıflandırması (İBBS) (The Nomenclature of

Territorial Units for Statistics-NUTS), Avrupa Birliği'nde, bölgesel istatistiklerin tek bir mekânsal sınıflandırmaya göre üretilmesini sağlamak için uzun yıllardır kullanılagelmıştır. Türkiye'de İstatistiki Bölge Birimleri 2001 yılında gerçekleştirilmeye başlanan çalışma ile tanımlanmış ve bu sınıflandırma 28 Ağustos 2002 tarihli Bakanlar Kurulu Kararı ile yürürlüğe girmiştir. Bunun temelinde, Kalkınma Ajanslarının kurulması zorunluluğu yatmaktadır. AB ile imzalanan katılım ortaklığı anlaşması ve sonrasında hazırlanan ulusal programın, Kalkınma Ajanslarının kurulabilmesi için İBBS bölgelerinin tanımlanmasını bir ön koşul olarak görmesinden dolayı İBBS bölgelerinin kurulmasını adeta zorunlu hâle getirmiştir. Nüfus, coğrafya, bölgesel kalkınma planları, temel istatistiki göstergeler, illerin sosyoekonomik gelişmişlik sıralaması kriterleri göz önüne alınarak Türkiye'de 12 tane Düzey 1, 26 tane Düzey 2 ve 81 tane Düzey 3 NUTS bölgesi tanımlanmıştır. Bu birimler oluşturulurken; “ortak sorunlara sahip olan, sosyoekonomik ve kültürel olarak birbirine yakın ve coğrafi olarak birbiriyle benzer özellikler gösteren iller” birlikte gruplandırılmıştır. Düzey 2 bölgeleri Avrupa Birliğinden en fazla yardım alacak birimler olarak açıklanmıştır. Ayrıca, ülkelerin ve Avrupa Birliği'nin tamamına yönelik hazırlanacak gelişme ve kalkınma planları Düzey 2 bölgeleri baz alınarak yapılmaktadır. Türkiye'de bölgesel politikalar bağlamında temel kalkınma planlaması birimi olarak Düzey 2 bölgeleri belirlenmiştir. Zonguldak, Karabük ve Bartın illeri İBBS'de TR81 koduyla Düzey 2 bölgesinde yer almaktadır (Taş, 2006: 187-189; Kalkınma Ajansları, 2023).

Endüstri 4.0 sürecinde, imalat sanayisinin üretim yapısındaki değişim ve dönüşümlerde OSB'lerin öncü bir rol üstleneceği değerlendirilmektedir. Türkiye'de OSB'ler ile ilgili olarak mevzuat oluşturma kapsamında yürürlüğe giren 4562 sayılı Kanunda OSB'ler; “Sanayinin uygun görülen alanlarda yapılanmasını sağlamak, çarpık sanayileşme ve çevre sorunlarını önlemek, kentleşmeyi yönlendirmek, kaynakları rasyonel kullanmak, bilgi ve bilişim teknolojilerinden yararlanmak, sanayi türlerinin belirli bir plan dâhilinde yerleştirilmesi ve geliştirilmesi amacıyla, sınırları tasdik edilmiş arazi parçalarının imar planlarındaki oranlar dâhilinde gerekli ortak kullanım alanları, hizmet ve destek alanları ve teknoloji geliştirme bölgeleri ile donatılıp planlı bir şekilde ve belirli sistemler dâhilinde sanayi için tahsis edilmesiyle oluşturulan ve bu Kanun hükümlerine göre kurulan, planlanan ve işletilen, kaynak kullanımında verimliliği hedefleyen mal ve hizmet üretim bölgeleri” şeklinde tanımlanmıştır (T.C. Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı, 2023).

Dünyada OSB uygulamasına ilk kez, 19. Yüzyılın ilk yarısında ABD' de kendiliğinden ortaya çıkan bir uygulama ile rastlanılmıştır. Tekstil imalathaneleri fiziksel yerleşmelerle bir araya toplanmıştır. 1885 yılında hazırlanan bir raporda ise sanayinin geliştirilmesi için "Sanayi Bölgesi" fikri öne sürülmüştür (Onat, 1969: 9-12). OSB'lere yönelik ilk bilinçli uygulama ise; 1896 yılında İngiltere' nin Manchester kenti yakınlarında kurulan "Trafford Park" uygulaması sayesinde gerçekleştirilmiştir. ABD' de başarılı sonuçlar elde edilmiştir. 1905 ve 1909 yıllarında özel girişimciler Chicago kentinde "Central Manufacturing" ve "Clearing" ismini verdikleri iki sanayi bölgesini kurmuşlardır. Bunlar aynı zamanda, modern bağlamda sanayi bölgelerinin ilk örnekleridir. ABD' deki ilk OSB uygulamaları, özel sektör tarafından kâr elde etmek amacıyla gerçekleştirilmiştir. Bunların amacı, sanayicilerin altyapıya sahip sanayi arsası ihtiyaçlarını karşılamaya yönelik bu bölgeleri inşa eden özel firmaların kâr etmesidir. Organize sanayi bölgelerinin İngiltere' deki uygulamalarında güdülen en önemli amaç; geri kalmış bölgelerde işsizlikle mücadele etmek olarak belirlenmiştir. İngiltere' de ilk uygulamaların, Birinci Dünya Savaşı sonrasında yaygınlaştığı görülmektedir (OSBÜK, 2023).

Türkiye'de sanayileşmeye yönelik girişimler, Cumhuriyet ile birlikte yoğunluk kazanarak ekonomik kalkınmanın ve siyasi bağımsızlığın temeli olarak kabul edilmiştir. 1931 yılında uygulamaya geçen “I. Beş Yıllık Sanayi Planı” kapsamında sanayi alt yapısının oluşturulması için girişimler başlatılmıştır. Bu süreçte, tamamen kamu girişimciliği ön planda tutulmuş Sümerbank, Etibank, Denizcilik Bankası gibi kuruluşlar faaliyete geçmiştir. Ülkemizde OSB uygulamalarına, ilk kez 1962 yılında Bursa'da bir OSB kurulmasıyla başlanmıştır. Bugün, T.C. Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı'nca sicil verilerek tüzel kişilik kazanan OSB sayısı 353'tür (T.C. Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı, 2023). TR81 Bölgesi'nde faaliyet gösteren OSB'ler şunlardır:

- **Zonguldak Çaycuma Organize Sanayi Bölgesi:** Zonguldak, Bartın ve Karabük illerinin tam ortasında bulunan, ulaşım yollarına yakın, Ereğli ve Karabük Demir Çelik Fabrikalarına 80 km uzaklıktadır ve Filyos Limanının yaklaşık 10 km yakınında kurulmuştur. Sanayi parsellerinin tamamının tahsisi yapılmış hâldedir, boş sanayi parseli bulunmamaktadır. Düz bir arazi üzerinde kurulması, bölge içinde her parsel sınırında su, elektrik, doğalgaz, pis su hattı, drenaj ve telefon ile destek hizmetlerinin bulunması bölgeyi yeni yatırımlar çekmektedir (URL-14).

- **Zonguldak Ereğli Organize Sanayi Bölgesi:** 1995 yılında kurulmuştur. İstanbul ve Ankara'ya hemen hemen aynı uzaklıktadır. Her iki şehre de duble yol ağı ile bağlanmaktadır. En yakın karayolu olan Ereğli-Düzce karayoluna 3,6 km mesafededir. En yakın liman olan Erdemir Limanına 12 km, en yakın demir yoluna (Zonguldak) 54 km, en yakın havalimanı olan Saltukova – Çaycuma havalimanına 80 km mesafededir (URL-15).
- **Alaplı Organize Sanayi Bölgesi:** 2005 yılında kurulmuştur. Zonguldak'ın batıya açılan penceresi konumunda olup Düzce ili Akçakoca ilçesine, doğuda ise Kdz. Ereğli ilçesine sınırdır. Ancak OSB'nin altyapı çalışmaları hâlâ devam etmektedir. Bu nedenle, faaliyette olan sadece dört işletme vardır. Altı işletme ise inşaat aşamasındadır (URL-16).
- **Karabük Organize Sanayi Bölgesi (Karorsan):** Türkiye'nin en önemli sanayi şehirlerinden biri olan Karabük'te 1995 yılında kurulmuştur. Karorsan işletmeleri ve yatırımcıları, Bartın, Zonguldak ve Karadeniz Ereğli limanlarından yararlanabilmektedir. Ayrıca, bu üç limana da kara ve demiryolu ile bağlantı sağlanabilmektedir (URL-17).
- **Bartın Organize Sanayi Bölgesi:** 1995 yılında Bartın'da kurulmuştur. Bartın limanı, Zonguldak ve Karadeniz Ereğli limanlarından yararlanma olanağı vardır. Kara ve demiryolu bağlantısı da vardır (URL-18).

TR81 Bölgesi OSB'lerinde tekstil, ayakkabı, mobilya ve orman ürünleri, demirçelik, plastik sanayi, gıda, otomotiv, inşaat, pişmiş kil ve çimento, dokuma, demirçelik, çelik mamulleri, haddecilik, ortopedik ayak bakım ürünleri, giyim, cam mozaik, döküm sanayii, soğuk çekme sanayii, yapı malzemeleri, süt ürünleri, hayvancılık, beton kiremit, cam ve doğrama, mensucat, mobilya imalatı, ambalaj, selüloz ve kâğıt sanayii, demir doğrama, cam alüminyum doğrama, çelik konstrüksiyon, makine sanayii, saç sanayii, seramik, metalurji makineleri üretimi, asansör, makine dişlisi üretimi, gemi sanayii, denizcilik, geri kazanım (çelik vb. ağır metal atıklarından çinko oksit, kurşun oksit gibi maddelerin üretimi) gibi 40 farklı sektörde faaliyet gösteren toplamda 139 işletme bulunmaktadır.

Anlatılanlar çerçevesinde bu çalışma, TR81 Bölgesinde bulunan Çaycuma, Ereğli, Alaplı, Karabük ve Bartın OSB'lerinde çeşitli sektörlerde faaliyet gösteren imalat işletmelerinde gerçekleştirilmektedir. Dolayısıyla çalışmanın kapsamını, TR81 Bölgesi OSB'lerinde

faaliyet gösteren imalat işletmeleri oluşturmaktadır. Bu kapsamda, bu işletmelerin yöneticileri, şirket sahipleri, mühendisleri, konuyla ilgili yeterli bilgi ve donanıma sahip yetkili personeline anket ve mülakat uygulaması yapılacaktır.

3.3. Araştırmanın Modeli

Çalışmanın amacına yönelik literatürde çeşitli modeller bulunmaktadır. Ancak her modelin, kendine özgü avantajları ve dezavantajları bulunmaktadır. Üretimde ve lojistikte akıllı dönüşüm hazırlıklarını tespit edebilmek; Endüstri 4.0'a uyum sürecinde mevcut durumlarını ve Endüstri 4.0 olgunluk düzeylerini ortaya koyabilmek ve Endüstri 4.0'a uyum sağlamaya ne kadar önem verdiklerini belirleyebilmek için tek bir model yeterli olmayacaktır. Bu nedenle, kapsamlı bir literatür taraması yapılarak, TR81 Bölgesi'ndeki OSB'lerde bulunan işletmelerin internet sitelerinden faaliyetleri hakkında bilgi toplanarak hangi modellerin örneklem için en faydalı, en uygun olacağı incelenmiştir. İmalat işletmelerinde uygulanmaya oldukça elverişli olması, anket ve mülakat uygulaması yapılacak örnekleme uygun olduğunun tespit edilmesi sonucunda Alman Bilim ve Mühendislik Akademisi (Deutsche Akademie der Technikwissenschaften) olarak kurulan acatech tarafından 2017 yılında bir yıllık bir proje sonucunda geliştirilen "Industrie 4.0 Maturity Index (Endüstri 4.0 Olgunluk Endeksi)" çalışmanın modeli olarak belirlenmiş ve bu modelin çalışmanın örnekleme üzerinde çalışıp çalışmadığı sahada pilot uygulama yapılarak kontrol edilmiştir.

acatech tarafından 2017 yılında "Industrie 4.0 Maturity Index" adlı çalışma yayınlanmıştır (acatech, 2017). Çalışmada şirketlerin örgütsel ve kültürel olarak Endüstri 4.0 dönüşümünü gerçekleştirebilmeleri için yol göstermek amacıyla altı aşamalı bir olgunluk modeli önerilmiştir. Bu altı aşama şunlardır (acatech, 2017):

- **Bilgisayarlaşma:** İşletmelerde, üretim süreçlerinin en iyi hâle getirilmesi için farklı bilgi ve iletişim teknolojilerinin kullanılmasını ve bilgisayarlı otomasyonun sağlanmasını ifade etmektedir. Makineler tarafından üretilen verilerin toplanması bu sürecin kritik unsurudur.
- **Bağlanabilirlik:** İşletme içindeki farklı birimlerin birbirine bağlanmasını, buralarda üretilen verilerin birbiriyle ilişkilendirilmesini ifade etmektedir. Verilerin aktarılması ve paylaşılması bu sürecin kritik unsurudur.

- **Görünürlük:** İşletmenin farklı birimlerinde üretilen verilerin gerçek zamanlı olarak izlenebilmesini ifade etmektedir. Örneğin; ERP gibi yazılımların ürettiği verilerin çeşitli birimlerde sensörler vasıtasıyla elde edilen verilerle entegre edilmesidir.
- **Şeffaflık:** Elde edilen verilerle dijital ikizin oluşturulmasını, elde edilen verilerin ve bu verilerde oluşan hataların neden kaynaklandığının araştırılmasını ve yorumlanmasını ifade etmektedir.
- **Kestirimci kapasite:** Çeşitli birimlerden toplanan verilerin gerçek zamanlı olarak izlenmesi ve yorumlanması ile kazanılan bilgi birikiminin geleceğe yönelik uygulamaları şekillendirmek amacıyla kullanılmasını ifade etmektedir. Akıllı cihazlar ve dijital altyapı teknolojileri sayesinde toplanan verileri baz alarak karar alma mekanizmalarının işletilmesidir.
- **Uyum yeteneği:** Değişen koşullara otomatik olarak uyum sağlanabilmesini, karar mekanizmalarının bilgi sistemlerinden gelen yönlendirmeleri dikkate alarak hareket etmesini ifade etmektedir.

Model; bilgi sistemleri, kaynaklar, organizasyon ve kültür olmak üzere dört boyuttan oluşmaktadır. Çalışmada, olgunluk modeli geliştirildikten sonra doğrulanması amacıyla Harting AG & Co. Adli şirkette uygulama yapıldığı belirtilmiştir. Ancak bu uygulamaya dair detaylar ve verilerin analiz yöntemine ilişkin bilgiler paylaşılmamıştır (acatech, 2017).

Çalışmada 1989 yılında Davis tarafından ortaya atılan Teknoloji Kabul Modelinden de yararlanılmıştır. Teknoloji Kabul Modeli, bilişim teknolojilerinin nihai tüketici tarafından kullanılmasını, kişisel tutumlar ve davranışlarla açıklayan bir modeldir. Modeli şekillendiren iki temel değişken algılanan fayda ve algılanan kullanım kolaylığıdır. Algılanan fayda, kişinin bilişim teknolojilerini kullanarak performansını ne kadar arttırabileceğini, işini yaparken ne kadar daha fazla katma değer ortaya çıkarabileceğini ifade ederken, algılanan kullanım kolaylığı ise kişinin bilişim teknolojisi araçlarını kullanırken zorlanma derecesini ve bu araçları öğrenebilme hızını ifade etmektedir (Davis, 1989: 333-335). Teknoloji Kabul Modeli'nin teknolojik ürün kullanımını başarılı bir şekilde açıkladığı düşünülmüş ve bu nedenle birçok kaynağa referans olmuştur (Marangunić ve Granić, 2015). Teknoloji Kabul Modeli kullanılan çalışmalar incelendiğinde, çoğunlukla bilişim teknolojilerinin ve yeni bir ürünün, yeni bir sistemin

kabullenilmesinin ele alındığı görülmüştür (Pijpers, 2001; Averweg, 2008; Akça ve Özer, 2012; Serçemeli ve Kurnaz, 2016; Yıldırım ve Kaplan, 2019). Endüstri 4.0 sürecinin de ortaya çıkan pek çok teknolojik değişiklikten meydana geldiği düşünüldüğünde işletmelerin Endüstri 4.0'a bakışının ve onun getirdiği teknolojileri kabullenmelerinin incelenmesinde Teknoloji Kabul Modeli'nin faydalı olacağı değerlendirilmiştir.

3.4. Çalışmanın Ana Kütlesi ve Örneklemi

Çalışmanın ana kütlesini, TR81 Bölgesindeki Çaycuma, Ereğli, Alaplı, Karabük ve Bartın OSB'lerinde çeşitli sektörlerde faaliyet gösteren imalat işletmeleri oluşturmaktadır. Araştırmanın amacına ve kapsamına en uygun işletmeler, imalat işletmeleridir. İmalat işletmelerinin büyük çoğunluğu ise, OSB'lerde toplanmaktadır. Bu nedenle, araştırmanın ana kütlesi için OSB'lerdeki imalat işletmeleri tercih edilmiştir. Çalışma kapsamında tam sayım yapılarak TR81 Bölgesindeki Çaycuma, Ereğli, Alaplı, Karabük ve Bartın OSB'lerinde faaliyet gösteren işletmelerin sayısı tespit edilmiştir.

OSB'lerin web sitelerinden elde edilen verilere göre; tekstil, ayakkabı, mobilya ve orman ürünleri, demir-çelik, plastik sanayi, gıda, otomotiv, inşaat, pişmiş kil ve çimento, dokuma, demir-çelik, çelik mamulleri, haddecilik, ortopedik ayak bakım ürünleri, giyim, cam mozaik, döküm sanayii, soğuk çekme sanayii, yapı malzemeleri, süt ürünleri, hayvancılık, beton kiremit, cam ve doğrama, mensucat, mobilya imalatı, ambalaj, selüloz ve kâğıt sanayii, demir doğrama, cam alüminyum doğrama, çelik konstrik, makine sanayii, saç sanayii, seramik, metalürji makineleri üretimi, asansör, makine dişlisi üretimi, gemi sanayii, denizcilik, geri kazanım (çelik vb. ağır metal atıklarından çinko oksit, kurşun oksit gibi maddelerin üretimi) gibi 40 farklı sektörde faaliyet gösteren, aktif bir şekilde üretim yapmakta olan toplamda 144 adet işletme bulunduğu tespit edilmiştir. Bu işletmelerin tamamına ulaşılması hedefiyle yola çıkılmıştır. Ancak anket ve mülakat süreci 15 ay sürmüştür. Anket çalışmasına başlamadan önce beş firmanın üretimi durdurduğu tespit edildiğinden araştırmanın ana kütlesini 139 işletme oluşturmaktadır. Bunlardan, 125 tanesi anket ve mülakat uygulamasına katılmayı kabul etmiştir. Çalışmanın örneklemini bu 125 işletme oluşturmaktadır.

3.5. Araştırmanın Sınırlılıkları

Anket ve mülakat uygulaması, Kasım 2021-Şubat 2023 tarihleri arasında, beş farklı OSB’de 125 işletme ile gerçekleştirilmiştir. 15 ay süren uygulama aşaması sürecinde piyasa koşulları, döviz kurundaki artış, hammadde ve malzeme fiyatlarındaki değişiklikler gibi çeşitli etmenlerden dolayı o dönemin şartları ile şu dönemin şartlarının aynı olduğu söylenemez. Bu nedenle, anket uygulaması şu anda gerçekleştirilmiş olsa belki de ekonomik, finansal açıdan verilen yanıtlarda değişiklikler gözlemlenebilirdi. Bu çalışmanın bir sınırlılığıdır.

Araştırmanın diğer sınırlılıkları zaman ve maliyetten kaynaklanmaktadır. Bu nedenle tüm Türkiye’deki imalat işletmelerine ulaşmak mümkün görülmemektedir. Böylece alan sınırlandırılmasına gidilmiştir. Türkiye’de 12 tane Düzey 1, 26 tane Düzey 2 ve 81 tane Düzey 3 NUTS bölgesi tanımlanmıştır. Düzey 2 bölgeleri Avrupa Birliğinden en fazla yardım alacak birimler olarak açıklanmıştır. Ayrıca ülkelerin ve Avrupa Birliği’nin tamamına yönelik hazırlanacak gelişme ve kalkınma planları Düzey 2 bölgeleri baz alınarak yapılmaktadır (Taş, 2006: 187-189; Kalkınma Ajansları, 2023). Endüstri 4.0 teknolojilerinin ve uygulamalarının pahalı, finansman gerektirebilecek, teşvik gerektirebilecek nitelikte olmaları sebebiyle orada faaliyet gösteren işletmelerin yardım ve teşvik alma potansiyellerinin yüksek olduğu bölgelerin seçilmesinin faydalı olacağı düşünülmüştür. Bu sebeplerden dolayı kapsam olarak Düzey 2 bölgelerinden birinin tercih edilmesinin uygun olacağı değerlendirilmiştir. Zonguldak, Karabük ve Bartın illeri İBBS’de TR81 koduyla Düzey 2 bölgesinde yer almaktadır. Araştırmacının ikamet ettiği şehrin ve ayrıca öğrenim görmekte olduğu üniversitenin de burada yer alması dikkate alınarak TR81 Bölgesi OSB’leri kapsam olarak belirlenmiştir. Bu bağlamda çalışma bulgularının Türkiye’deki tüm imalat işletmelerini temsil ettiği iddia edilmemiştir.

Çalışma sonucunda elde edilen bulgular yalnızca TR81 Bölgesi’ndeki Çaycuma, Ereğli, Alaplı, Karabük ve Bartın OSB’lerinde çeşitli sektörlerde faaliyet gösteren 125 imalat işletmesi için geçerlidir. Örneklem rassal yapılmadığı için analizlerden elde edilen çıkarsamalar 125 işletmenin özelliklerini temsil etmektedir. Bu bağlamda çalışma bulgularının Türkiye’deki tüm imalat işletmelerini temsil ettiği iddia edilmemiştir. Ayrıca, Endüstri 4.0 ile uyumlu makine, teçhizat, altyapı vb. kullandığını belirten işletmelerin nispeten az olması Endüstri 4.0 ile uyumlu olan/olmayan işletme yapılarına yönelik bazı

bulgulara temkinli yaklaşılmamasını gerekli kılabilir. Farklı gelişmişlik düzeyine sahip, farklı imalat işletmelerinde, farklı OSB’lerde yapılacak başka çalışmalarda farklı sonuçlar elde edilebilir. Çalışma, işletme ölçeği, Endüstri 4.0 teknolojileri kullanımı gibi kriterler fark etmeksizin yukarıda belirtilen OSB’lerdeki imalat işletmelerinde gerçekleştirilmiştir. Büyük ölçekli, teknoloji yoğun işletmelerde (otomotiv, robotik, elektronik sektörleri gibi) gerçekleştirildiği takdirde daha farklı bulgular ortaya çıkabilir. Bunlar, çalışmanın sınırlılıklarıdır.

3.6. Veri Toplama Yöntemi

Çalışmada, veriler anket yoluyla ve yarı yapılandırılmış mülakat yoluyla toplanmıştır. Böylece, bütünleşik, karma bir desen tercih edilerek daha sağlıklı ve derinlikli veriler toplanması, nicel ve nitel yöntemlerin her ikisinin de avantajlarından yararlanılması, dezavantajlarının ortadan kaldırılması hedeflenmiştir.

Veri toplama sürecinde, Organize Sanayi Bölge Müdürlükleri ve Ticaret ve Sanayi Odaları ile iletişime geçilerek konuyla ilgili görüşülmüştür. Sonrasında, işletmeler teker teker aranarak randevu alınmış ve ziyaret takvimi oluşturulmuştur. Anket ve mülakat uygulaması, Kasım 2021-Şubat 2023 tarihleri arasında gerçekleştirilmiştir. Veri toplama sürecinde, işletmelerde işletme sahibi, yönetici, mühendis vb. konuyla ilgili yeterli bilgi ve donanıma sahip olan personel ile görüşülmüştür. Her işletmede bir anket ve mülakat uygulanmış ve büyük çoğunlukla üst düzey yöneticilerden biriyle ve azınlık olarak mühendislerle görüşülerek, formlardaki her soru birebir araştırmacı tarafından açıklanarak, gerektiğinde örneklendirilerek soru cevap şeklinde doldurulmuştur. İşletmelerin büyük çoğunluğunda üretim fabrikaları gezilmiştir. Endüstri 4.0 teknolojilerini ciddi anlamda kullanmaya başlayan az sayıdaki işletmenin üretim süreçlerinin önceden nasıl olduğuna, şimdi nasıl değişim gösterdiğine dair bilgi alınarak değişimler yerinde gözlemlenmiştir.

İmalat işletmelerinde uygulanmaya oldukça elverişli olması, anket ve mülakat uygulaması yapılacak örnekleme uygun olduğunun tespit edilmesi sonucunda Alman Bilim ve Mühendislik Akademisi (Deutsche Akademie der Technikwissenschaften) olarak kurulan acatech tarafından 2017 yılında bir yıllık bir proje sonucunda geliştirilen “Industrie 4.0 Maturity Index (Endüstri 4.0 Olgunluk Endeksi)” çalışmanın modeli olarak belirlenmiştir. Çalışmada, olgunluk modeli geliştirildikten sonra doğrulanması amacıyla Harting AG &

Co. Adlı şirkette uygulama yapıldığı belirtilmiştir. Ancak bu uygulamaya dair detaylar ve verilerin analiz yöntemine ilişkin bilgiler paylaşılmamıştır (acatech, 2017). Bu nedenle, literatürde bu model temel alınarak geliştirilen ölçekler araştırılmıştır. Çalışmada, Antalya Ticaret ve Sanayi Odası (ATSO), Akdeniz Üniversitesi Akişmer Teknoloji Transfer Merkezi ve Antalya Bilim Üniversitesi Teknoloji Transfer Ofisi işbirliği ile geliştirilen ve Alman Ulusal Bilim ve Mühendislik Akademisi (acatech, 2017) tarafından geliştirilen “Industrie 4.0 Maturity Index (Endüstri 4.0 Olgunluk Endeksi)” bileşenlerini temel alan ölçek kullanılmıştır. Ayrıca, çalışmada T.C. Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı (2018) öncülüğünde hazırlanan “Dijital Türkiye Yol Haritası” kapsamında TÜBİTAK tarafından geliştirilen sanayide dijitalleşme ölçeğinde bulunan dokuz madde de ölçeğe lojistik alt yapı alt boyutunda dahil edilerek kullanılmıştır. Bu iki ölçekte bulunan ifadelerin yanı sıra Davis (1989) tarafından geliştirilen “Teknoloji Kabul Modeli”nden de beş ifade çalışmanın amaç ve kapsamına göre araştırmacılar tarafından uyarlanarak veri toplama aracına dahil edilmiştir. Böylece, çalışmada kullanılan ölçek, altı ana boyut altında 96 ifade içermektedir. Ölçek veri toplama yöntemi bakımından “tanımlayıcı”, “açık uçlu” ve “5’li Likert” olmak üzere üç ana kategoriye ayrılmıştır. Bunlar:

- Tanımlayıcı sorular, işletme yetkinliklerinin, Endüstri 4.0 potansiyeli ile olan ilişkisinin belirlenmesi amacıyla işletme hakkında genel bilgilerin alınması,
- Açık uçlu sorular, durum tespitine yönelik varlık-yokluk ve her boyut için genel değerlendirmenin yapılması,
- 5’li Likert soruları ise mevcut durumun sıklık düzeyini ayrıca soruda yer alan aktivitenin potansiyel önem derecesini ölçmeye yöneliktir.

Ölçeğin boyutları şunlardır (Davis, 1989; TÜBİTAK, 2016; ATSO, 2017):

- Strateji
- Organizasyon Yapısı
- Bilgi Sistemleri
- Kaynaklar
- Kültür
- Endüstri 4.0’a Genel Bakış ve Engeller

Çalışma kapsamında kullanılan uygulama ölçeği, 11 tanımlayıcı ifade, 30 nitel ifade, 55 nicel ifadeden oluşmaktadır. Modelin ve ölçeğin içerik geçerliliğini test etmek amacıyla öncelikle 15 işletme ile pilot uygulama gerçekleştirilmiştir. Pilot uygulama sonuçları gözden geçirilerek anket ve mülakat uygulaması gerçekleştirilmiştir. Uygulama, Kasım 2021-Şubat 2023 tarihleri arasında, TR81 Bölgesi OSB’lerinde bulunan imalat işletmelerinde gerçekleştirilmiştir.

Araştırmada kullanılan anket formunda ilk bölümde işletmelere ait tanımlayıcı ifadeler yer almaktadır. Özellikle çalışanların eğitim durumu, işletmelerin çalışan sayısına bağlı olarak büyüklüğü, sektörleri, ciroları, kârlılık trendleri, hedef pazarları ve amaç ve kapsam çerçevesinde bizi en çok ilgilendiren sorular olarak, işletmelerde Ar-Ge departmanının, Ar-Ge çalışanının varlığı, çalışan mühendis sayısı, Endüstri 4.0 alanında çalışan/çalışabilecek mühendis/çalışan varlığı gibi sorulardan oluşmaktadır.

Ölçeğin strateji boyutunu oluşturan soruların tamamı nitel sorulardan oluşmaktadır. Burada, çalışmanın diğer boyutlarını (Bilgi Sistemleri, Kaynaklar, Organizasyon Yapısı, Kültür, Endüstri 4.0’a Genel Bakış Ve Engeller) kapsayacak biçimde işletmenin genel Ar-Ge, İnovasyon ve Endüstri 4.0 konularındaki stratejilerinin tespit edilmesi hedeflenmiştir. Organizasyon yapısı boyutunda, çalışmaya katılan işletmelerin iki ana alandaki faaliyetleri; organizasyon (yapısal ve operasyonel süreçler) yapısı ve değer zincirinde yer aldığı konum nitel ve nicel sorular ile incelenmiştir. Kaynaklar boyutu altında, firmanın sahip olduğu tüm fiziksel ve somut altyapıların (İnsan kaynağı, makine donanım, alet-teçhizat, malzeme, nihai ürünler, lojistik altyapılar, stok yönetimi, sevkiyat yönetimi gibi) ürettiği verilerin ve çalışma performanslarının dijital araçlar vasıtası ile kayıt altına alınması ve izlenmesi sorgulanmıştır. Ölçeğin bilgi sistemleri boyutu, nitel ve nicel ifadelerden oluşmaktadır. Burada, “tekno-ekonomik” bir yaklaşımla insan kaynakları ve diğer dijital araçlardan sağlanan verilerin karar alma mekanizmalarındaki etkinliğinin sorgulanması hedeflenmiştir. Kültür boyutunda, işletmelerde kullanılan ve/veya kullanılması planlanan dijital teknolojilerin çalışanlar tarafından benimsenmesi ve yeni yöntem ve uygulamaların tanıtılmasında ve uygulamaya alınmasında hangi yaklaşımlardan yararlanıldığı sorgulanmıştır. Endüstri 4.0’a genel bakış ve engeller boyutu, nitel ve nicel ifadelerden oluşmaktadır. Burada, işletmelerin Endüstri 4.0’a yönelik bakış açıları, tutum ve davranışları, bekledikleri faydalar, rakiplerinin bu konudaki tutum ve davranışlarından

etkilenip etkilenmedikleri, Endüstri 4.0'a geçişte hangi faktörleri hangi düzeyde engel olarak gördükleri sorgulanmıştır.

Çalışmada kullanılan ölçekteki nicel sorular katılımcıları 5'li Likert ile iki açıdan sorgulamaktadır. Birincisi, işletmelerindeki mevcut durumun ne olduğu, ikincisi ise her ifadeye ne kadar önem verdikleridir. Bu sayede, hem Endüstri 4.0'a uyum sürecinde işletmelerin mevcut durumlarını ve Endüstri 4.0 olgunluk düzeylerini ortaya koyabilmek hem de Endüstri 4.0'a uyum sağlamaya ne kadar önem verdiklerini belirleyebilmek amaçlanmıştır.

Modelin ve ölçeğin çalışmasını test etmek amacıyla öncelikle 15 işletme ile pilot uygulama gerçekleştirilmiştir. Pilot uygulama ile soruların anlaşılabilirliği, içerik geçerliliği test edilmiş ve gerekli revizyonlar yapıldıktan sonra uygulama aşaması gerçekleştirilmiştir. Çalışmada kullanılan anket formu EK 1'de sunulmuştur.

3.7. Analiz Yöntemi

Anket yoluyla toplanan veriler SPSS istatistiksel paket programına girilmiştir. Araştırmaya katılan işletmelerin tanımlayıcı özelliklerinin belirlenmesinde frekans ve yüzde analizlerinden, ölçeğin incelenmesinde ortalama ve standart sapma istatistiklerinden faydalanılmıştır. Araştırma değişkenlerinin normal dağılım gösterip göstermediğini belirlemek üzere Kurtosis (Basıklık) ve Skewness (Çarpıklık) değerleri incelenmiştir.

Tablo 3.1: Normal dağılım

	Basıklık	Çarpıklık
Organizasyon Yapısı Mevcut Durum	-0,613	0,147
Kaynaklar Genel Mevcut Durum	-0,549	0,076
İnsan Kaynakları Mevcut Durum	0,452	-1,960
Fiziksel Altyapı Mevcut Durum	0,333	-0,038
Lojistik Altyapı Mevcut Durum	-0,896	0,029

Tablo 3.1: (devam ediyor)

Bilgi Sistemleri Genel Mevcut Durum	-0,453	-0,250
Veri Entegrasyonu Mevcut Durum	-0,808	-0,151
Karar Alma Süreçlerinde Veri Kullanımı Mevcut Durum	-0,907	-0,383
Kültür Mevcut Durum	-0,600	0,390
Organizasyon Yapısı Önem	-0,777	-0,023
Kaynaklar Önem	0,478	-1,224
İnsan Kaynakları Önem	0,369	-0,254
Fiziksel Altyapı Önem	1,124	-1,013
Lojistik Altyapı Önem	1,025	-1,412
Bilgi Sistemleri Önem	0,513	-0,876
Veri Entegrasyonu Önem	-0,059	-0,795
Karar Alma Süreçlerinde Veri Kullanımı Önem	1,176	-1,127
Kültür Önem	0,745	-1,245
Endüstri 4.0'a Genel Bakış ve Engeller	-0,959	-0,206

İlgili literatürde, değişkenlerin basıklık çarpıklık değerlerine ilişkin sonuçların +1.5 ile -1.5 (Tabachnick ve Fidell, 2013), +2.0 ile -2.0 (George ve Mallery, 2010) arasında olması normal dağılım olarak kabul edilmektedir. Tablo 3.1'e göre değişkenlerin normal dağılım şartını sağladığı belirlenmiştir. Verilerin analizinde parametrik yöntemler kullanılmıştır.

Tablo 3.2: Ölçeğin güvenirlik katsayıları

Boyutlar/Alt Boyutlar	Cronbach Alpha
Organizasyon Yapısı	0,789
Kaynaklar	0,812
İnsan Kaynakları	0,835
Fiziksel Altyapı	0,844
Lojistik Altyapı	0,842
Bilgi Sistemleri	0,819
Veri Entegrasyonu	0,828
Karar Alma Süreçlerinde Veri Kullanımı	0,796

Tablo 3.2: (devam ediyor)

Kültür	0,743
Endüstri 4.0'a Genel Bakış ve Engeller	0,769

Tablo 3.2’de ölçeği oluşturan boyutların (organizasyon yapısı, kaynaklar, bilgi sistemleri, kültür, Endüstri 4.0’a genel bakış ve engeller) ve alt boyutların (insan kaynakları, fiziksel altyapı, lojistik altyapı, veri entegrasyonu, karar alma süreçlerinde veri kullanımı) Cronbach’s Alpha katsayıları görülmektedir. Literatürde güvenilirlik (iç tutarlılık) yaygın olarak Cronbach’s Alpha katsayısı ile belirlenmektedir. Cronbach’s Alpha Katsayısının değerlendirilmesinde kullanılan değerlendirme kriteri şunlardır (Özdamar, 2004):

- $0,00 \leq \alpha < 0,40$ ise ölçek güvenilir değildir.
- $0,40 \leq \alpha < 0,60$ ise ölçek düşük güvenilirliktedir.
- $0,60 \leq \alpha < 0,80$ ise ölçek oldukça güvenilirdir.
- $0,80 \leq \alpha < 1,00$ ise ölçek yüksek derecede güvenilir bir ölçektir.

Ölçeği oluşturan tüm boyutlarda Cronbach’s Alpha $> 0,70$ olduğu için ölçeğin güvenilirliğinin kabul edilebilir düzeyde olduğu belirlenmiştir. İşletmelerin ölçek düzeylerini belirleyen boyutlar arasındaki ilişkiler pearson korelasyon analizleri aracılığıyla incelenmiştir. Korelasyon katsayıları (r) 0,00-0,25 çok zayıf; 0,26-0,49 zayıf; 0,50-0,69 orta; 0,70-0,89 yüksek; 0,90-1,00 çok yüksek olarak değerlendirilmiştir (Kalaycı, 2006: 116). İşletmelerin tanımlayıcı özelliklerine göre ölçek düzeylerindeki farklılaşmaların incelenmesinde bağımsız gruplar t-testi, tek yönlü varyans analizi (Anova) ve post hoc (Tukey, LSD) analizlerinden faydalanılmıştır. Önem belirten ifadelerin toplam madde puanları hesaplanarak öne çıkan maddeler sıralanmıştır.

İşletmelerin Endüstri 4.0 kullanımının önünde engel olarak gördükleri faktörlerin öneme göre sıralanmasında, toplam madde puanlarının hesaplanmasının yanı sıra ters reciprocal yönteminden de faydalanılmıştır. Kriter/faktör önem derecelerinin belirlenmesinde, her kriter için aralık ölçeğinde alınmış firma tutum puanlarının Çok Kriterli Karar Verme (ÇKKV) yaklaşımlarından ters (reciprocal) Method (Roszkowska, 2013) kullanılmıştır. Bu yöntem, ÇKKV’de önem derecesi belirlemede, objektif yöntem olarak da kullanılabilmektedir (Aytekin, 2019: 65).

Mülakat yoluyla toplanan veriler içerik analizine tabi tutulmuştur. İçerik analizi, iletilerin açık olan içeriğinin nesnel ölçülebilir ve doğrulanabilir bir açıklamasını yapabilmek amacıyla kullanılmaktadır (Fiske, 1996: 176). İçerik analizi, sosyal gerçekliği araştıran nesnel, sistematik, tümdengelim dayalı okuma aracı olarak önceden belirlenen ölçütlere göre kavramlardan, metinlerden, sözlü veya yazılı materyallerden anlamlar çıkarmayı, yazılı metinden hareketle yazılı olmayan mesajlara ulaşabilmeyi sağlayan metodolojik araç ve teknikler bütünüdür (Tavşancıl ve Aslan, 2001: 21-22).

İçerik analizi yapılarak ortak temalar çıkarılmış ve maddeler hâlinde açıklanmıştır. Araştırma kapsamında kalan içeriklerin frekansları tespit edilerek raporlanmıştır.



4. ARAŞTIRMANIN BULGULARI

Çalışmanın bu bölümünde üretim ve lojistikte akıllı dönüşüm kapsamında TR81 Bölgesi'nde bulunan Çaycuma, Ereğli, Alaplı, Karabük ve Bartın OSB'lerinde çeşitli sektörlerde faaliyet gösteren imalat işletmelerinin Endüstri 4.0 olgunluğunu belirlemeye yönelik toplanan verilerin analizi sonucu elde edilen bulgulara değinilmektedir. Bu amaçla, işletmelerin tanımlayıcı özelliklerine ilişkin bulgulara ve değerlendirmelere, Endüstri 4.0'a uyum sürecinde mevcut durumlarına ve olgunluk düzeylerine, Endüstri 4.0'a uyum sağlamaya ne kadar önem verdiklerine, Endüstri 4.0'ın işletmelerde kullanılmasının önünde hangi faktörleri ne düzeyde engel olarak gördüklerine ilişkin nicel ve nitel analiz değerlendirme sonuçlarına yer verilmektedir. Öncelikle nicel analiz değerlendirme sonuçları ele alınacak, ardından nitel analiz değerlendirme sonuçları ortaya konacaktır.

4.1. İşletmelerin Tanımlayıcı Özelliklerine İlişkin Bulgular

125 imalat işletmesinin tanımlayıcı özelliklerine ilişkin bulgular aşağıda Tablo 4.1'de yer almaktadır.

Tablo 4.1: İşletmelerin tanımlayıcı özelliklerine göre dağılımı

Gruplar	Frekans(n)	Yüzde (%)
Toplam Çalışan Sayısı		
100'den Az Çalışan	81	64,8
100-199 Çalışan	25	20
200-299 Çalışan	9	7,2
300 ve Üzeri Çalışan	10	8
Doktora Mezunu Çalışan Sayısı		
Yok	116	92,8
1-2	6	4,8
3 Ve Üzeri	3	2,4

Tablo 4.1: (devam ediyor)

Yüksek Lisans Mezunu Çalışan Sayısı		
Yok	95	76
10'dan Az	26	20,8
10 Ve Üzeri	4	3,2
Lisans Mezunu Çalışan Sayısı		
Yok	9	7,2
20'den Az	93	74,4
20-49	21	16,8
50 ve Üzeri	2	1,6
Ön Lisans Mezunu Çalışan Sayısı		
Yok	20	16
20'den Az	83	66,4
20-49	18	14,4
50 ve Üzeri	4	3,2
Lise Mezunu Çalışan Sayısı		
100'den Az	117	93,6
100-499	7	5,6
500 ve Üzeri	1	0,8
Meslek Lisesi Mezunu Çalışan Sayısı		
Yok	10	8
100'den Az	112	89,6
100 Ve Üzeri	3	2,4
İlköğretim Mezunu Çalışan Sayısı		
Yok	2	1,6
100'den Az	111	88,8
100-199	8	6,4
200 Ve Üzeri	4	3,2

Tablo 4.1: (devam ediyor)

Çalışan Mühendis Sayısı		
Yok	27	21,6
1-2	52	41,6
3 Ve Üzeri	46	36,8
Ar-Ge Departmanı Varlığı		
Evet	29	23,2
Hayır	96	76,8
Ar-Ge Çalışanı Varlığı		
Evet	35	28,0
Hayır	90	72,0
Ar-Ge Çalışanı Sayısı		
0	90	72
10'dan Az	32	25,6
10 Ve Üzeri	3	2,4
Endüstri 4.0 Alanında Çalışan Mühendis Varlığı		
Evet	25	20,0
Hayır	100	80,0
Sektör		
Demir-çelik	44	35,2
Orman Ürünleri	17	13,6
Plastik Makine Metal	23	18,4
Tekstil	14	11,2
Diğer	27	21,6
Son 3 Yıl İçerisindeki Ortalama Ciro		
0-8000000	22	17,6
8000001-20000000	22	17,6
20000001-30000000	12	9,6
30000001-40000000	15	12,0
40000001 Ve Üzeri	54	43,2

Tablo 4.1: (devam ediyor)

Son 5 Yıldaki Kârlılık Trendi		
Artışta	91	72,8
Azalışta	14	11,2
Sabit	20	16,0
Faaliyet Kapsamı		
Ulusal Ve Yerel Bölgesel Ölçekte	43	34,4
Uluslararası Ölçekte	82	65,6
İş Tanımları Varlığı		
Evet	124	99,2
Hayır	1	0,8
Yeni Teknolojiler İle İlgili Eğitimler Verilmesi		
Evet	73	58,4
Hayır	52	41,6
Geri Bildirim Mekanizmaları Varlığı		
Evet	122	97,6
Hayır	3	2,4
Hızlı Veya Esnek Üretim Metodolojileri İçin Uygunluk		
Hızlı Üretim	24	19,2
Esnek Üretim	44	35,2
Hızlı Ve Esnek Üretim	57	45,6
Yenilikçiliği Geliştirebileceği Uygun Ortam Varlığı		
Evet	55	44,0
Hayır	70	56,0
Özgüven Motivasyon Sistemleri Varlığı		
Evet	78	62,4
Hayır	47	37,6

Tablo 4.1: (devam ediyor)

	Ort	Ss
Toplam Çalışan Sayısı	118,720	171,133
Doktora	0,190	0,820
Yüksek Lisans	1,270	4,606
Lisans	11,120	15,674
Ön Lisans	10,390	14,729
Lise	43,060	83,077
Meslek Lisesi	21,010	38,821
İlköğretim	35,390	60,587
Çalışan Mühendis Sayısı	3,720	5,679
Ar-Ge Çalışanı Sayısı	3,740	3,193

Tablo 4.1'e göre işletmeler toplam çalışan sayısına göre 81'i (%64,8) 100'den az çalışan, 25'i (%20) 100-199 çalışan, 9'u (%7,2) 200-299 çalışan, 10'u (%8) 300 ve üzeri çalışan olarak dağılmaktadır.

İşletmeler doktora mezunu çalışan sayısına göre 116'sı (%92,8) yok, 6'sı (%4,8) 1-2, 3'ü (%2,4) 3 ve üzeri olarak dağılmaktadır. Anket uygulaması yapılan 125 adet işletmenin 9 tanesinde doktoralı çalışan istihdam edilmektedir. Bu işletmelerde toplam 24 çalışanın doktora mezunu olduğu tespit edilmiştir.

İşletmeler yüksek lisans mezunu çalışan sayısına göre 95'i (%76) yok, 26'sı (%20,8) 10'dan az, 4'ü (%3,2) 10 ve üzeri olarak dağılmaktadır. İşletmelerde toplam 159 çalışanın yüksek lisans mezunu olduğu tespit edilmiştir.

İşletmeler lisans mezunu çalışan sayısına göre 9'u (%7,2) yok, 93'ü (%74,4) 20'den az, 21'i (%16,8) 20-49 arası, 2'si (%1,6) 50 ve üzeri olarak dağılmaktadır. İşletmelerde toplam 1390 çalışanın lisans mezunu olduğu tespit edilmiştir.

İşletmeler ön lisans mezunu çalışan sayısına göre 20'si (%16) yok, 83'ü (%66,4) 20'den az, 18'i (%14,4) 20-49 arası, 4'ü (%3,2) 50 ve üzeri olarak dağılmaktadır. İşletmelerde toplam 1289 çalışanın ön lisans mezunu olduğu tespit edilmiştir.

İşletmeler lise mezunu çalışan sayısına göre 117'si (%93,6) 100'den az, 7'si (%5,6) 100-499, 1'i (%0,8) 500 ve üzeri olarak dağılmaktadır. İşletmelerde toplam 5383 çalışanın lise mezunu olduğu tespit edilmiştir.

İşletmeler meslek lisesi mezunu çalışan sayısına göre 10'u (%8) yok, 112'si (%89,6) 100'den az, 3'ü (%2,4) 100 ve üzeri olarak dağılmaktadır. İşletmelerde toplam 2626 çalışanın meslek lisesi mezunu olduğu tespit edilmiştir.

İşletmeler ilköğretim mezunu çalışan sayısına göre 2'si (%1,6) yok, 111'si (%88,8) 100'den az, 8'i (%6,4) 100-199, 4'ü (%3,2) 200 ve üzeri olarak dağılmaktadır. İşletmelerde toplam 4525 çalışanın ilköğretim mezunu olduğu tespit edilmiştir.

İşletmeler çalışan mühendis sayısına göre 27'si (%21,6) yok, 52'si (%41,6) 1-2, 46'sı (%36,8) 3 ve üzeri olarak dağılmaktadır. İşletmelerde toplam 98 mühendisin çalışmakta olduğu tespit edilmiştir.

İşletmeler Ar-Ge departmanı varlığına göre 29'u (%23,2) evet, 96'sı (%76,8) hayır olarak dağılmaktadır.

İşletmeler Ar-Ge çalışanı varlığına göre 35'i (%28,0) evet, 90'ı (%72,0) hayır olarak dağılmaktadır.

İşletmeler Ar-Ge çalışanı sayısına göre 90'ı (%72) 0, 32'si (%25,6) 10'dan az, 3'ü (%2,4) 10 ve üzeri olarak dağılmaktadır. Ar-Ge çalışanı varlığını belirten 35 işletmede toplam 131 Ar-Ge çalışanı bulunduğu tespit edilmiştir.

İşletmeler Endüstri 4.0 alanında çalışan mühendis varlığına göre 25'i (%20,0) evet, 100'ü (%80,0) hayır olarak dağılmaktadır.

İşletmeler sektöre göre 44'ü (%35,2) demir-çelik, 17'si (%13,6) orman ürünleri, 23'ü (%18,4) plastik makine metal, 14'ü (%11,2) tekstil, 27'si (%21,6) diğer olarak dağılmaktadır.

İşletmeler son 3 yıl içerisindeki ortalama ciroya göre 22'si (%17,6) 0 8000000, 22'si (%17,6) 8000001 20000000, 12'si (%9,6) 20000001 30000000, 15'i (%12,0) 30000001 40000000, 54'ü (%43,2) 40000001 ve üzeri olarak dağılmaktadır.

İşletmeler son 5 yıldaki kârlılık trendine göre 91'i (%72,8) artışta, 14'ü (%11,2) azalışta, 20'si (%16,0) sabit olarak dağılmaktadır.

İşletmeler faaliyet kapsamına göre 43'ü (%34,4) ulusal ve yerel bölgesel ölçekte, 82'si (%65,6) uluslararası ölçekte olarak dağılmaktadır.

İşletmeler iş tanımları varlığına göre 124'ü (%99,2) evet, 1'i (%0,8) hayır olarak dağılmaktadır.

İşletmeler yeni teknolojiler ile ilgili eğitimler verilmesine göre 73'ü (%58,4) evet, 52'si (%41,6) hayır olarak dağılmaktadır.

İşletmeler geri bildirim mekanizmaları varlığına göre 122'si (%97,6) evet, 3'ü (%2,4) hayır olarak dağılmaktadır.

İşletmeler hızlı veya esnek üretim metodolojileri için uygunluğa göre 24'ü (%19,2) hızlı üretim, 44'ü (%35,2) esnek üretim, 57'si (%45,6) hızlı ve esnek üretim olarak dağılmaktadır.

İşletmeler yenilikçiliği geliştirebileceği uygun ortam varlığına göre 55'i (%44,0) evet, 70'i (%56,0) hayır olarak dağılmaktadır.

İşletmeler özgüven motivasyon sistemleri varlığına göre 78'i (%62,4) evet, 47'si (%37,6) hayır olarak dağılmaktadır.

İşletmelerin “toplam çalışan sayısı” ortalaması $118,720 \pm 171,133$ (Min=5; Maks=1100), “doktora” ortalaması $0,190 \pm 0,820$ (Min=0; Maks=6), “yüksek lisans” ortalaması $1,270 \pm 4,606$ (Min=0; Maks=40), “lisans” ortalaması $11,120 \pm 15,674$ (Min=0; Maks=141), “ön lisans” ortalaması $10,390 \pm 14,729$ (Min=0; Maks=83), “lise” ortalaması $43,060 \pm 83,077$ (Min=1; Maks=600), “meslek lisesi” ortalaması $21,010 \pm 38,821$ (Min=0; Maks=272),

“ilköğretim” ortalaması $35,390 \pm 60,587$ (Min=0; Maks=415), “çalışan mühendis sayısı” ortalaması $3,720 \pm 5,679$ (Min=0; Maks=36), “Ar-Ge çalışanı sayısı” ortalaması $3,740 \pm 3,193$ (Min=1; Maks=17) olarak saptanmıştır.

4.2. İşletmelerin Mevcut Durum Puan Ortalamaları

İşletmelerin Endüstri 4.0 uyumuna yönelik mevcut durumlarına ait; aritmetik ortalama, standart sapma ve minimum-maksimum düzeyleri aşağıda tabloda yer almaktadır. Uygulama ölçeğini oluşturan boyutlar; organizasyon yapısı, kaynaklar, bilgi sistemleri, kültür, Endüstri 4.0’a genel bakış ve engeller, alt boyutlar ise insan kaynakları, fiziksel altyapı, lojistik altyapı, veri entegrasyonu, karar alma süreçlerinde veri kullanımıdır. Tabloda alt boyutlar italik yazı stili ile gösterilmektedir.

Tablo 4.2: Mevcut durum puan ortalamaları

	N	Ort	Ss	Min.	Maks.	Alpha
Organizasyon Yapısı Mevcut Durum	125	3,514	0,635	2,200	5,000	0,789
Kaynaklar Genel Mevcut Durum	125	3,194	0,630	1,810	4,880	0,812
İnsan Kaynakları Mevcut Durum	125	4,780	0,451	3,000	5,000	0,835
Fiziksel Altyapı Mevcut Durum	125	3,346	0,740	1,200	5,000	0,844
Lojistik Altyapı Mevcut Durum	125	2,756	0,849	1,000	5,000	0,842
Bilgi Sistemleri Genel Mevcut Durum	125	3,699	0,666	2,080	4,920	0,819
Veri Entegrasyonu Mevcut Durum	125	3,729	0,743	2,000	5,000	0,828
Karar Alma Süreçlerinde Veri Kullanımı Mevcut Durum	125	3,669	0,825	1,500	5,000	0,796
Kültür Mevcut Durum	125	3,524	0,611	2,380	4,880	0,743

Tablo 4.2’ye göre işletmelerin “organizasyon yapısı mevcut durum” ortalaması yüksek $3,514 \pm 0,635$ (Min=2,2; Maks=5), “kaynaklar genel mevcut durum” ortalaması yüksek $3,194 \pm 0,630$ (Min=1,81; Maks=4.88), “bilgi sistemleri genel mevcut durum” ortalaması yüksek $3,699 \pm 0,666$ (Min=2,08; Maks=4.92), “kültür mevcut durum” ortalaması yüksek $3,524 \pm 0,611$ (Min=2,38; Maks=4.88) olarak tespit edilmiştir. Alt boyutlar olan “insan kaynakları mevcut durum” ortalaması çok yüksek $4,780 \pm 0,451$ (Min=3; Maks=5), “fiziksel

altyapı mevcut durum” ortalaması yüksek $3,346 \pm 0,740$ (Min=1,2; Maks=5), “lojistik altyapı mevcut durum” ortalaması düşük $2,756 \pm 0,849$ (Min=1; Maks=5), “veri entegrasyonu mevcut durum” ortalaması yüksek $3,729 \pm 0,743$ (Min=2; Maks=5), “karar alma süreçlerinde veri kullanımı mevcut durum” ortalaması yüksek $3,669 \pm 0,825$ (Min=1,5; Maks=5) olarak belirlenmiştir.

4.3. İşletmelerin Önem Puan Ortalamaları

İşletmelerin ankette yer alan Endüstri 4.0’a uyumu belirten ifadelere ne kadar önem verdiklerine yönelik; aritmetik ortalama, standart sapma ve minimum-maksimum düzeyleri aşağıda yer almaktadır.

Tablo 4.3: Önem puan ortalamaları

	N	Ort	Ss	Min.	Maks.
Organizasyon Yapısı Önem	125	3,775	0,649	2,300	5,000
Kaynaklar Genel Önem	125	4,271	0,565	2,310	5,000
İnsan Kaynakları Önem	125	4,836	0,405	3,000	5,000
Fiziksel Altyapı Önem	125	4,147	0,760	1,400	5,000
Lojistik Altyapı Önem	125	4,214	0,727	1,000	5,000
Bilgi Sistemleri Genel Önem	125	4,198	0,565	2,500	5,000
Veri Entegrasyonu Önem	125	4,253	0,630	2,670	5,000
Karar Alma Süreçlerinde Veri Kullanımı Önem	125	4,143	0,649	2,000	5,000
Kültür Önem	125	4,586	0,442	2,880	5,000
Endüstri 4.0’a Genel Bakış ve Engeller Önem	125	3,512	0,933	1,220	5,000

Tablo 4.3’e göre işletmelerin “organizasyon yapısı önem” ortalaması yüksek $3,775 \pm 0,649$ (Min=2,3; Maks=5), “kaynaklar önem” ortalaması çok yüksek $4,271 \pm 0,565$ (Min=2,31; Maks=5), “bilgi sistemleri önem” ortalaması çok yüksek $4,198 \pm 0,565$ (Min=2,5; Maks=5), “kültür önem” ortalaması çok yüksek $4,586 \pm 0,442$ (Min=2,88; Maks=5), “Endüstri 4.0’a genel bakış ve engeller önem” ortalaması yüksek $3,512 \pm 0,933$ (Min=1,22; Maks=5) olarak tespit edilmiştir. Alt boyutlar olan “insan kaynakları önem” ortalaması çok yüksek $4,836 \pm 0,405$ (Min=3; Maks=5), “fiziksel altyapı önem” ortalaması çok yüksek

4,147±0,760 (Min=1,4; Maks=5), “lojistik altyapı önem” ortalaması çok yüksek 4,214±0,727 (Min=1; Maks=5), “veri entegrasyonu önem” ortalaması çok yüksek 4,253±0,630 (Min=2,67; Maks=5), “karar alma süreçlerinde veri kullanımı önem” ortalaması çok yüksek 4,143±0,649 (Min=2; Maks=5) olarak belirlenmiştir.

Ankette yer alan ifadelere işletmelerin verdiklerini belirttikleri önemin ifadeler bazında toplam puanlarının hesaplanması sonucunda ise; “Organizasyon yapısı önem” boyutunda en yüksek puanı “İşletmenizden müşterilerden geri bildirim alınması ne derece önemlidir?” önem ifadesi almıştır. Bu durum, işletmelerin müşterilerinden geri bildirim almaya çok önem verdiklerini göstermektedir. İkinci en yüksek puanı alan ise “Değişen pazar koşullarına uyum sağlama yetkinlik düzeyiniz ne derece önemlidir” önem ifadesidir. Bu durum, işletmelerin değişen pazar koşullarına uyum sağlamaya oldukça yüksek düzeyde önem verdiklerini göstermektedir. Zaten mülakat esnasında da bunu belirterek pazar koşullarının değişkenliğine uyum sağlamaya mecbur olduklarını, varlıklarını sürdürmenin buna bağlı olduğunu vurgulamışlardır. Üçüncü en yüksek puanı “Çalışanlarınızın hatalarının işletme operasyonlarına etki düzeyi ne derece önemlidir?” önem ifadesi almıştır. Bu durum, işletmelerde çalışanların hatalarının işletme operasyonlarına etkisi açısından oldukça önemli olduğunu göstermektedir. Çalışan hatalarını en aza indirebilen/ortadan kaldıracı Endüstri 4.0 teknolojilerinin bu işletmelerde kullanılmasının, çalışanlardan kaynaklanan hataların en aza indirilmesi/ortadan kaldırılması açısından faydalı olabileceği söylenebilir. Dördüncü en yüksek puanı “Müşterilerden alınan geri bildirimlerin ürün geliştirme süreçlerinde kullanılması ne derece önemlidir?” önem ifadesi almıştır. Bu durum, müşterilerden alınan geri bildirimlerin ürün geliştirme süreçlerinde kullanılmasına işletmelerin oldukça yüksek düzeyde önem verdiklerini göstermektedir. Beşinci en yüksek puanı “Akıllı fabrika/ürün/üretim gibi kavramlar konusunda firma yöneticilerinin bilgi düzeyi ne derece önemlidir? önem ifadesi almıştır. Bu durum, firma yöneticilerinin akıllı fabrika, akıllı ürün, akıllı üretim kavramları hakkında bilgi sahibi olmasının işletmeler açısından önemli olarak değerlendirildiğini göstermektedir. Altıncı en yüksek puanı “Müşterilerinizin (B2B veya B2C) taleplerini/problemleri belirli teknolojiler ve yöntemler kullanmak suretiyle yerine getirebilmek/çözüm bulabilmek ne derece önemlidir?” önem ifadesi almıştır. Bu durum, müşteri taleplerine belirli teknolojiler ve yöntemler kullanarak çözüm bulmanın işletmeler açısından önemli olduğunu göstermektedir. Yedinci en yüksek puanı “Çalışanların operasyonel süreçlerde aldıkları kararların merkezi yönetim kararlarına etki düzeyi ne

derece önemlidir? önem ifadesi almıştır. Bu durum, çalışanların operasyonel süreçlerde aldıkları kararların merkezi yönetim kararlarına etkisine işletmelerin önem verdiğini göstermektedir. Sekizinci en yüksek puanı “Çalışanlarınızın proje bazlı disiplinler arası çalışmalarda bulunması ne derece önemlidir?” önem ifadesi almıştır. “Çalışanlarınızın farklı departmanlarda çalışması ve yetkinlik geliştirmesi ne derece önemlidir?” ve “Çalışanlarınızın operasyonel süreçlerde karar/inisiyatif alması ne derece önemlidir?” önem ifadeleri ise eşit puan alarak “organizasyon yapısı önem” boyutunda en düşük puan alan ifadeler olmuştur.

“Kaynaklar önem” boyutunda en yüksek puanı “Çalışanlarınız arasındaki dikey formal iletişim kanalları ne derece önemlidir?” önem ifadesi almıştır. Bu durum, işletmelerin çalışanları arasındaki dikey formal iletişime çok önem verdiklerini göstermektedir. İkinci en yüksek puanı alan ise “Çalışanlarınız arasındaki yatay formal iletişim kanalları ne derece önemlidir?” önem ifadesidir. Bu durum, işletmelerin çalışanları arasındaki dikey formal iletişime oldukça yüksek düzeyde önem verdiklerini göstermektedir. Üçüncü en yüksek puanı “Makinelerinizle mevcut durumlarıyla veya sensör entegre edilmiş halleriyle veri toplanması konusundaki bilgi düzeyiniz ne derece önemlidir?” önem ifadesi almıştır. Bu durum, makinelerin mevcut durumlarıyla veya sensör entegre edilmiş halleriyle veri toplanması konusundaki bilgi düzeyine işletmelerin oldukça yüksek düzeyde önem verdiklerini göstermektedir. Dördüncü en yüksek puanı ise eşit puan ile “Üretim ve teslimat planlamasında eşgüdüm ne derece önemlidir?”, “Saha/depodaki malların yönetiminde otomasyon düzeyi ne derece önemlidir?” ve “Giriş-çıkışların, stok seviyelerinin gerçek zamanlı takibinin yapılması ne derece önemlidir? önem ifadeleri almıştır. Beşinci en yüksek puanı “Sevkiyat yönetimi ve takibinde otomasyon düzeyi ne derece önemlidir? önem ifadesi almıştır. Altıncı en yüksek puanı “Gerçek zamanlı sipariş takibi yapmak ne derece önemlidir?” önem ifadesi almıştır. Yedinci en yüksek puanı “Sevkiyatlarda yük, rota, maliyet optimizasyonunda gelişmiş yöntemler kullanmak ne derece önemlidir?” önem ifadesi almıştır. Sekizinci en yüksek puanı “Çalışanlarınızın dijital araçlar (sensör vb.) tarafından üretilen verileri stratejik karar almada kullanabilmeleri ne derece önemlidir?” önem ifadesi almıştır. Dokuzuncu en yüksek puanı “Paketlemenin tam otomatik makinelerle yapılması ne derece önemlidir?” önem ifadesi almıştır. Onuncu en yüksek puanı “Üretim süreçlerinin akıllı sensörler/RFID ile takip edilip toplanan verinin otomatik olarak karar destek sistemlerini besleyecek şekilde dönüştürülmesi ne derece önemlidir?” önem ifadesi almıştır. On birinci en yüksek puanı

“Stok/ürün transferlerinde otonom robot kullanmak ne derece önemlidir?” önem ifadesi almıştır. On ikinci en yüksek puanı “Cihazlarınızın haberleşme portlarını kullanmanız ne derece önemlidir?” önem ifadesi almıştır. On üçüncü en yüksek puanı “Üretim öncesi ve üretim süreçlerinde makinalar tarafından, bağımsız ve otomatik olarak, hata tespit ve kalibrasyon yapılması ne derece önemlidir?” önem ifadesi almıştır. “Kaynaklar önem” boyutunda en düşük puanı alan önem ifadesi ise “Tedarikçilerle entegre sistemler kullanmak ne derece önemlidir?” ifadesidir. Bu durum, işletmelerin tedarikçileriyle entegre sistemler kullanılmasına diğer ifadelerden daha az önem verdiklerini göstermektedir.

“Bilgi sistemleri önem” boyutunda en yüksek puanı “Üretilen verileri görev bazlı kullanmak ne derece önemlidir?” önem ifadesi almıştır. Bu durum, işletmelerde üretilen verilerin görev bazlı kullanılmasına çok önem verildiğini göstermektedir. İkinci en yüksek puanı alan ise “Üretilen verileri anlamlı hâle getirip, planlamada kullanmak ne derece önemlidir?” önem ifadesidir. Üçüncü en yüksek puanı “Farklı birimlerde üretilen verilerin entegrasyonu ne derece önemlidir?” önem ifadesi almıştır. Dördüncü en yüksek puanı “Bilgi kaynaklarından üretilen verilerin standartlaşması ne derece önemlidir?” önem ifadesi almıştır. Beşinci en yüksek puanı “Kurumunuzda siber güvenlik için alınan tedbir ne derece önemlidir?” önem ifadesi almıştır. Altıncı en yüksek puanı “Bilişim sistemlerini etkin olarak kullanmak ne derece önemlidir?” önem ifadesi almıştır. Yedinci en yüksek puanı “İşletme operasyonlarından çekilen anlık verilerin gerçek zamanlı olarak izlenebilmesi ne derece önemlidir?” önem ifadesi almıştır. Sekizinci en yüksek puanı “İşletme fonksiyonlarından (üretim, lojistik, servis, Ar-Ge ve pazarlama) operasyonlarından anlık veri çekebilmek ne derece önemlidir?” önem ifadesi almıştır. Dokuzuncu en yüksek puanı “İşletme verilerine uzaktan erişebilmek ne derece önemlidir?” önem ifadesi almıştır. Onuncu en yüksek puanı “Bilgi teknolojilerinin kullanıldığı süreçlerde kullanıcı tanımlama, yönetici-kullanıcı ayrımı ve veri akışı sağlanması (IEC62443 standardı vb.) ne derece önemlidir?” önem ifadesi almıştır. On birinci en yüksek puanı “Firma faaliyetleri kapsamında yürütülen operasyonların sorumlularına operasyonun işleyişi ve kritik süreçleri hakkında yazılım uygulamaları vasıtasıyla otomatik bilgilendirme yapılması ne derece önemlidir?” önem ifadesi almıştır. “Bilgi sistemleri önem” boyutunda en düşük puanı alan önem ifadesi ise “Çalışanlarınızın veri girişi yapması adına kişiselleştirilmiş (işaret, sesli komut vb.) yöntemlerin kullanılması ne derece önemlidir?” ifadesidir. Bu durum, işletmelerin

alışanlarının veri girişi yapmasında kişiselleştirilmiş yöntemlerin kullanılmasına diğeri ifadelerden daha az önem verdiklerini göstermektedir.

“Kültür önem” boyutunda en yüksek puanı “alışanlarınızın bilgi sistemlerinin aldığı kararlara olan güveni ne derece önemlidir?” önem ifadesi almıştır. Bu durum, işletmelerin çalışanlarının bilgi sistemlerinin aldığı kararlara olan güvenine çok önem verdiklerini göstermektedir. İkinci en yüksek puanı alan ise “alışanlarınızın yeni bir uygulamaya/yönteme adapte olması ne derece önemlidir?” önem ifadesidir. Bu durum, işletmelerin çalışanlarının yeni uygulama ve yöntemlere adapte olmasına yüksek düzeyde önem verdiklerini göstermektedir. nc en yüksek puanı “alışanlarınızın geri bildirimlerine göre şirket stratejisi ve işleyişine yönelik acil/hızlı kararlardan alınması ne derece önemlidir?” önem ifadesi almıştır. Dördüncü en yüksek puanı “Firma operasyonlarında yaşanan problemlerin sebeplerinin firma içerisinde yayılma düzeyi ne derece önemlidir?” önem ifadesi almıştır. Beşinci en yüksek puanı “şirket fonksiyonlarının işletilmesinde çalışan hatalarını telafi etmeye yönelik mekanizmaların firma içi yayılması ne derece önemlidir? nem ifadesi almıştır. Altıncı en yüksek puanı “alışanlarınızdan işletmenin sektörü ile alakalı küresel yenilikler konusunda işletme yapısının/aksiyonlarının değiştirilmesine yönelik teklifler gelmesi ne derece önemlidir?” önem ifadesi almıştır. Yedinci en yüksek puanı “alışanlarınızın yeni yetkinlikler geliştirilmesine yönelik yönetime eğitim talepleri iletmesi ne derece önemlidir?” önem ifadesi almıştır. “Kültür önem” boyutunda en düşük puanı alan önem ifadesi ise “alışanlarınızın bilişim teknolojilerine (veri kaydı, transferi, manipülasyonu, kullanımı ve yorumlaması için geliştirilmiş teknolojiler) yönelik yetkinliği ne derece önemlidir?” ifadesidir. Bu durum, işletmelerin çalışanlarının bilgi teknolojilerine yönelik yetkinliğine diğeri ifadelerden daha az önem verdiklerini göstermektedir.

“Endüstri 4.0’a genel bakış ve engeller önem” boyutunda en yüksek puanı “Yatırım maliyetinin yüksek olması ne derece önemlidir?” önem ifadesi almıştır. Bu durum, işletmelerin Endüstri 4.0 teknolojilerinin kullanılmasının önündeki en önemli engelin yatırım maliyeti olduğunu düşündüklerini göstermektedir. İkinci en yüksek puanı alan engel ise “Gerekli finansmanı sağlamanın zor olması ne derece önemlidir?” önem ifadesidir. nc en yüksek puanı alan engel “Dijital teknolojiler hakkında bilgi eksikliği ne derece önemlidir?” önem ifadesidir. Dördüncü en yüksek puanı alan engel “Nitelikli insan kaynağının yetersizliği ne derece önemlidir?” önem ifadesidir. Beşinci en

yüksek puanı alan engel “Yerel tedarikçi eksikliği ne derece önemlidir? önem ifadesidir. Altıncı en yüksek puanı alan engel “Yatırımın geri dönüşünün belirsizliği ne derece önemlidir?” önem ifadesidir. Yedinci en yüksek puanı alan engel “Teknoloji altyapısının yetersizliği ne derece önemlidir?” önem ifadesidir. Sekizinci en yüksek puanı alan engel “Üst yönetimin Endüstri 4.0 teknolojilerini öncelik olarak görmemesi ne derece önemlidir?” önem ifadesidir. “Endüstri 4.0’a genel bakış ve engeller önem” boyutunda en düşük puanı alan engel “Veri güvenliği riski ne derece önemlidir?” önem ifadesidir. Bu durum, işletmelerin, veri güvenliği riskini, Endüstri 4.0 teknolojilerinin kullanılmasının önündeki engeller açısından diğer engellerden daha az önemli bir engel olarak değerlendirdiklerini göstermektedir.

4.4. İşletmelerin Finansman Kredi İmkânı, Alan Dışı Sektörlere Yatırım Düşüncesi, Fiziksel Altyapı Durumları

İşletmelerin finansman kredi imkânı, alan dışı sektörler yatırım yapma düşüncesinin tespitine yönelik bulgular Tablo 4.4’te yer almaktadır.

Tablo 4.4: Finansman kredi imkânı, alan dışı sektörler yatırım düşüncesi

Gruplar	Frekans(n)	Yüzde (%)
Finansman Kredi İmkânı Varlığı		
Evet	99	79,2
Hayır	26	20,8
Alan Dışındaki Sektörlere Yatırım Yapmayı Düşünme		
Evet	28	22,4
Hayır	97	77,6

Tablo 4.4’e göre işletmeler finansman kredi imkânı varlığına göre 99’u (%79,2) evet, 26’sı (%20,8) hayır olarak dağılmaktadır.

İşletmeler alan dışındaki sektörler yatırım yapmayı düşünmeye göre 28’i (%22,4) evet, 97’si (%77,6) hayır olarak dağılmaktadır.

4.5. Haberleşme Portları ve Endüstri 4.0 ile Uyumlu Makine Varlığı

İşletmelerin haberleşme portlarına sahip olma durumu ve Endüstri 4.0 ile uyumlu makine varlığı aşağıda tabloda yer almaktadır.

Tablo 4.5: Haberleşme portları ve Endüstri 4.0 ile uyumlu makine varlığı

Gruplar	Frekans(n)	Yüzde (%)
Haberleşme Portları Sayesinde Veri Çekebilme		
Evet	73	58,4
Hayır	52	41,6
Endüstri 4.0 ile Uyumlu Makine Varlığı		
Evet	8	6,4
Hayır	117	93,6

Tablo 4.5'e göre işletmeler haberleşme portları sayesinde veri çekebilmeye göre 73'ü (%58,4) evet, 52'si (%41,6) hayır olarak dağılmaktadır.

İşletmeler Endüstri 4.0 ile uyumlu makine varlığına göre 8'i (%6,4) evet, 117'si (%93,6) hayır olarak dağılmaktadır.

4.6. Sensör Kullanımı ve Makineler Arasında Ara Eleman Varlığı

İşletmelerin sensör kullanımı ve makineler arasında ara eleman varlığı aşağıda tabloda yer almaktadır.

Tablo 4.6: Sensör kullanımı ve makineler arasında ara eleman varlığı

Gruplar	Frekans(n)	Yüzde (%)
Operasyonel Süreçlerinizde Sensör Kullanma Durumu		
Evet	107	85,6
Hayır	18	14,4

Tablo 4.6: (devam ediyor)

Çalışanlar ve Makineler Arasında Ara Eleman Varlığı		
Evet	67	53,6
Hayır	58	46,4

Tablo 4.6'ya göre işletmeler operasyonel süreçlerinde sensör kullanma durumuna göre 107'si (%85,6) evet, 18'i (%14,4) hayır olarak dağılmaktadır.

İşletmeler çalışanlar ve makineler arasında ara eleman varlığına göre 67'si (%53,6) evet, 58'i (%46,4) hayır olarak dağılmaktadır.

4.7. Veritabanı Yönetim Sistemi Varlığı ve ERP gibi Yazılımlar Kullanma Durumu

İşletmelerin veritabanı yönetim sistemi varlığı ve ERP gibi yazılımlar kullanma durumu aşağıda tabloda yer almaktadır.

Tablo 4.7: Veritabanı yönetim sistemi varlığı ve ERP gibi yazılımlar kullanma durumu

Gruplar	Frekans(n)	Yüzde (%)
Veritabanı Yönetim Sistemi Varlığı		
Evet	87	69,6
Hayır	38	30,4
ERP Gibi Yazılımlar Kullanma Durumu		
Evet	61	48,8
Hayır	64	51,2

Tablo 4.7'ye göre işletmeler veritabanı yönetim sistemi varlığına göre 87'si (%69,6) evet, 38'i (%30,4) hayır olarak dağılmaktadır.

İşletmeler ERP gibi yazılımlar kullanma durumuna göre 61'i (%48,8) evet, 64'ü (%51,2) hayır olarak dağılmaktadır.

4.8. Mevcut Durumun Tanımlayıcı Özelliklere Göre Karşılaştırılması

Bu kısımda işletmelerin Endüstri 4.0 uyumuna ilişkin mevcut durum puanlarının tanımlayıcı özelliklerine göre karşılaştırması yapılmaktadır.

4.8.1. Mevcut Durum Puanlarının Çalışan Mühendis Sayısına Göre Farklılaşma Durumu

Tek Yönlü Varyans Analizi ile mevcut durum puanlarının çalışan mühendis sayısına göre farklılaşma durumuna ait bulgular Tablo 4.8’de yer almaktadır.

Tablo 4.8: Mevcut durum puanlarının çalışan mühendis sayısına göre farklılaşma durumu

	Grup	N	Ort	Ss	F	p	Fark
Organizasyon Yapısı Mevcut Durum	Yok	27	3,689	0,552	1,467	0,235	
	1-2	52	3,433	0,675			
	3 Ve Üzeri	46	3,502	0,628			
Kaynaklar Genel Mevcut Durum	Yok	27	3,104	0,672	0,742	0,478	
	1-2	52	3,165	0,562			
	3 Ve Üzeri	46	3,279	0,679			
İnsan Kaynakları Mevcut Durum	Yok	27	4,796	0,486	0,025	0,975	
	1-2	52	4,779	0,425			
	3 Ve Üzeri	46	4,772	0,468			
Fiziksel Altyapı Mevcut Durum	Yok	27	3,282	0,823	0,210	0,811	
	1-2	52	3,335	0,473			
	3 Ve Üzeri	46	3,396	0,926			
Lojistik Altyapı Mevcut Durum	Yok	27	2,630	0,896	0,872	0,421	
	1-2	52	2,712	0,833			
	3 Ve Üzeri	46	2,882	0,841			
Bilgi Sistemleri Genel Mevcut Durum	Yok	27	3,441	0,797	5,605	0,005	3>1 3>2
	1-2	52	3,625	0,621			
	3 Ve Üzeri	46	3,935	0,562			

Tablo 4.8: (devam ediyor)

	1-2	52	3,625	0,621			
	3 Ve Üzeri	46	3,935	0,562			
Veri Entegrasyonu Mevcut Durum	Yok	27	3,321	0,768	11,831	0,000	3>1 3>2
	1-2	52	3,622	0,710			
	3 Ve Üzeri	46	4,091	0,600			
Karar Alma Süreçlerinde Veri Kullanımı Mevcut Durum	Yok	27	3,562	0,983	0,698	0,500	
	1-2	52	3,628	0,737			
	3 Ve Üzeri	46	3,779	0,824			
Kültür Mevcut Durum	Yok	27	3,472	0,602	1,877	0,157	
	1-2	52	3,430	0,548			
	3 Ve Üzeri	46	3,660	0,671			

Tablo 4.8'e göre işletmelerin çalışan mühendis sayısına göre bilgi sistemleri genel mevcut durum puanları anlamlı farklılık göstermektedir ($F_{(2, 122)}=5,605$; $p=0,005<0,05$). Farkın nedeni; çalışan mühendis sayısı 3 ve üzeri olanların bilgi sistemleri genel mevcut durum puanlarının ($\bar{x}=3,935$), çalışan mühendis olmayanların bilgi sistemleri genel mevcut durum puanlarından ($\bar{x}=3,441$) yüksek olmasıdır. Çalışan mühendis sayısı 3 ve üzeri olanların bilgi sistemleri genel mevcut durum puanlarının ($\bar{x}=3,935$), çalışan mühendis sayısı 1-2 olanların bilgi sistemleri genel mevcut durum puanlarından ($\bar{x}=3,625$) yüksek olmasıdır.

İşletmelerin çalışan mühendis sayısına göre veri entegrasyonu mevcut durum puanları anlamlı farklılık göstermektedir ($F_{(2, 122)}=11,831$; $p=0,000<0,05$). Farkın nedeni; çalışan mühendis sayısı 3 ve üzeri olanların veri entegrasyonu mevcut durum puanlarının ($\bar{x}=4,091$), çalışan mühendis olmayanların veri entegrasyonu mevcut durum puanlarından ($\bar{x}=3,321$) yüksek olmasıdır. Çalışan mühendis sayısı 3 ve üzeri olanların veri entegrasyonu mevcut durum puanlarının ($\bar{x}=4,091$), çalışan mühendis sayısı 1-2 olanların veri entegrasyonu mevcut durum puanlarından ($\bar{x}=3,622$) yüksek olmasıdır.

İşletmelerin organizasyon yapısı mevcut durum, kaynaklar genel mevcut durum, insan kaynakları mevcut durum, fiziksel altyapı mevcut durum, lojistik altyapı mevcut durum, karar alma süreçlerinde veri kullanımı mevcut durum, kültür mevcut durum puanları çalışan mühendis sayısına göre anlamlı farklılık göstermemektedir ($p>0,05$).

4.8.2. Mevcut Durum Puanlarının Ar-Ge Departmanı Varlığına Göre Farklılaşma Durumu

Bağımsız Gruplar T-Testi ile mevcut durum puanlarının Ar-Ge departmanı varlığına göre farklılaşma durumuna ait bulgular Tablo 4.9’da yer almaktadır.

Tablo 4.9: Mevcut durum puanlarının Ar-Ge departmanı varlığına göre farklılaşma durumu

	Grup	N	Ort	Ss	t	sd	p
Organizasyon Yapısı Mevcut Durum	Evet	29	3,624	0,530	1,070	123	0,287
	Hayır	96	3,480	0,663			
Kaynaklar Genel Mevcut Durum	Evet	29	3,401	0,696	2,049	123	0,043
	Hayır	96	3,131	0,598			
İnsan Kaynakları Mevcut Durum	Evet	29	4,724	0,591	-0,760	123	0,539
	Hayır	96	4,797	0,401			
Fiziksel Altyapı Mevcut Durum	Evet	29	3,524	0,783	1,490	123	0,139
	Hayır	96	3,292	0,722			
Lojistik Altyapı Mevcut Durum	Evet	29	3,038	0,902	2,067	123	0,041
	Hayır	96	2,671	0,818			
Bilgi Sistemleri Genel Mevcut Durum	Evet	29	3,928	0,579	2,140	123	0,034
	Hayır	96	3,630	0,678			
Veri Entegrasyonu Mevcut Durum	Evet	29	3,954	0,734	1,878	123	0,063
	Hayır	96	3,662	0,735			
Karar Alma Süreçlerinde Veri Kullanımı Mevcut Durum	Evet	29	3,902	0,709	1,750	123	0,083
	Hayır	96	3,599	0,847			
Kültür Mevcut Durum	Evet	29	3,621	0,609	0,971	123	0,333
	Hayır	96	3,495	0,612			

Tablo 4.9’a göre işletmelerin Ar-Ge departmanı varlığına göre kaynaklar genel mevcut durum puanları anlamlı farklılık göstermektedir ($t_{(123)}=2,049$; $p=0,043<0,05$). Ar-Ge departmanı olanların kaynaklar genel mevcut durum puanları ($\bar{x}=3,401$), Ar-Ge departmanı olmayanların kaynaklar genel mevcut durum puanlarından ($\bar{x}=3,131$) yüksek bulunmuştur.

İşletmelerin Ar-Ge departmanı varlığına göre lojistik altyapı mevcut durum puanları anlamlı farklılık göstermektedir ($t_{(123)}=2,067$; $p=0,041<0,05$). Ar-Ge departmanı olanların lojistik altyapı mevcut durum puanları ($\bar{x}=3,038$), Ar-Ge departmanı olmayanların lojistik altyapı mevcut durum puanlarından ($\bar{x}=2,671$) yüksek bulunmuştur.

İşletmelerin Ar-Ge departmanı varlığına göre bilgi sistemleri genel mevcut durum puanları anlamlı farklılık göstermektedir ($t_{(123)}=2,140$; $p=0,034<0,05$). Ar-Ge departmanı olanların bilgi sistemleri genel mevcut durum puanları ($\bar{x}=3,928$), Ar-Ge departmanı olmayanların bilgi sistemleri genel mevcut durum puanlarından ($\bar{x}=3,630$) yüksek bulunmuştur.

İşletmelerin organizasyon yapısı mevcut durum, insan kaynakları mevcut durum, fiziksel altyapı mevcut durum, veri entegrasyonu mevcut durum, karar alma süreçlerinde veri kullanımı mevcut durum, kültür mevcut durum puanları Ar-Ge departmanı varlığına göre anlamlı farklılık göstermemektedir ($p>0,05$).

4.8.3. Mevcut Durum Puanlarının Ar-Ge Çalışanı Varlığına Göre Farklılaşma Durumu

Bağımsız Gruplar T-Testi ile mevcut durum puanlarının Ar-Ge çalışanı varlığına göre farklılaşma durumuna ait bulgular Tablo 4.10'da yer almaktadır.

Tablo 4.10: Mevcut durum puanlarının Ar-Ge çalışanı varlığına göre farklılaşma durumu

	Grup	N	Ort	Ss	t	sd	p
Organizasyon Yapısı Mevcut Durum	Evet	35	3,700	0,551	2,072	123	0,040
	Hayır	90	3,441	0,654			
Kaynaklar Genel Mevcut Durum	Evet	35	3,416	0,682	2,516	123	0,013
	Hayır	90	3,107	0,590			
İnsan Kaynakları Mevcut Durum	Evet	35	4,771	0,547	-0,132	123	0,895
	Hayır	90	4,783	0,411			
Fiziksel Altyapı Mevcut Durum	Evet	35	3,571	0,775	2,159	123	0,033
	Hayır	90	3,258	0,711			

Tablo 4.10: (devam ediyor)

Lojistik Altyapı Mevcut Durum	Evet	35	3,029	0,873	2,272	123	0,025
	Hayır	90	2,651	0,820			
Bilgi Sistemleri Genel Mevcut Durum	Evet	35	3,941	0,620	2,580	123	0,011
	Hayır	90	3,606	0,664			
Veri Entegrasyonu Mevcut Durum	Evet	35	3,914	0,814	1,751	123	0,082
	Hayır	90	3,657	0,705			
Karar Alma Süreçlerinde Veri Kullanımı Mevcut Durum	Evet	35	3,967	0,708	2,570	123	0,011
	Hayır	90	3,554	0,841			
Kültür Mevcut Durum	Evet	35	3,682	0,618	1,820	123	0,071
	Hayır	90	3,463	0,601			

Tablo 4.10'a göre işletmelerin Ar-Ge çalışanı varlığına göre organizasyon yapısı mevcut durum puanları anlamlı farklılık göstermektedir ($t_{(123)}=2,072$; $p=0,040<0,05$). Ar-Ge çalışanı olanların organizasyon yapısı mevcut durum puanları ($\bar{x}=3,700$), Ar-Ge çalışanı olmayanların organizasyon yapısı mevcut durum puanlarından ($\bar{x}=3,441$) yüksek bulunmuştur.

İşletmelerin Ar-Ge çalışanı varlığına göre kaynaklar genel mevcut durum puanları anlamlı farklılık göstermektedir ($t_{(123)}=2,516$; $p=0,013<0,05$). Ar-Ge çalışanı olanların kaynaklar genel mevcut durum puanları ($\bar{x}=3,416$), Ar-Ge çalışanı olmayanların kaynaklar genel mevcut durum puanlarından ($\bar{x}=3,107$) yüksek bulunmuştur.

İşletmelerin Ar-Ge çalışanı varlığına göre fiziksel altyapı mevcut durum puanları anlamlı farklılık göstermektedir ($t_{(123)}=2,159$; $p=0,033<0,05$). Ar-Ge çalışanı olanların fiziksel altyapı mevcut durum puanları ($\bar{x}=3,571$), Ar-Ge çalışanı olmayanların fiziksel altyapı mevcut durum puanlarından ($\bar{x}=3,258$) yüksek bulunmuştur.

İşletmelerin Ar-Ge çalışanı varlığına göre lojistik altyapı mevcut durum puanları anlamlı farklılık göstermektedir ($t_{(123)}=2,272$; $p=0,025<0,05$). Ar-Ge çalışanı olanların lojistik altyapı mevcut durum puanları ($\bar{x}=3,029$), Ar-Ge çalışanı olmayanların lojistik altyapı mevcut durum puanlarından ($\bar{x}=2,651$) yüksek bulunmuştur.

İşletmelerin Ar-Ge çalışanı varlığına göre bilgi sistemleri genel mevcut durum puanları anlamlı farklılık göstermektedir ($t_{(123)}=2,580$; $p=0,011<0,05$). Ar-Ge çalışanı olanların bilgi sistemleri genel mevcut durum puanları ($\bar{x}=3,941$), Ar-Ge çalışanı olmayanların bilgi sistemleri genel mevcut durum puanlarından ($\bar{x}=3,606$) yüksek bulunmuştur.

İşletmelerin Ar-Ge çalışanı varlığına göre karar alma süreçlerinde veri kullanımı mevcut durum puanları anlamlı farklılık göstermektedir ($t_{(123)}=2,570$; $p=0,011<0,05$). Ar-Ge çalışanı olanların karar alma süreçlerinde veri kullanımı mevcut durum puanları ($\bar{x}=3,967$), Ar-Ge çalışanı olmayanların karar alma süreçlerinde veri kullanımı mevcut durum puanlarından ($\bar{x}=3,554$) yüksek bulunmuştur.

İşletmelerin insan kaynakları mevcut durum, veri entegrasyonu mevcut durum, kültür mevcut durum puanları Ar-Ge çalışanı varlığına göre anlamlı farklılık göstermemektedir ($p>0,05$).

4.8.4. Mevcut Durum Puanlarının Endüstri 4.0 Alanında Çalışan Mühendis Varlığına Göre Farklılaşma Durumu

Bağımsız Gruplar T-Testi ile mevcut durum puanlarının Endüstri 4.0 alanında çalışan mühendis varlığına göre farklılaşma durumuna ait bulgular Tablo 4.11’de yer almaktadır.

Tablo 4.11: Mevcut durum puanlarının Endüstri 4.0 alanında çalışan mühendis varlığına göre farklılaşma durumu

	Grup	N	Ort	Ss	t	sd	p
Organizasyon Yapısı Mevcut Durum	Evet	25	3,736	0,525	1,979	123	0,050
	Hayır	100	3,458	0,651			
Kaynaklar Genel Mevcut Durum	Evet	25	3,588	0,686	3,669	123	0,000
	Hayır	100	3,095	0,578			
İnsan Kaynakları Mevcut Durum	Evet	25	4,760	0,523	- 0,247	123	0,805
	Hayır	100	4,785	0,434			
Fiziksel Altyapı Mevcut Durum	Evet	25	3,744	0,731	3,114	123	0,002
	Hayır	100	3,246	0,711			

Tablo 4.11: (devam ediyor)

Lojistik Altyapı Mevcut Durum	Evet	25	3,240	0,890	3,309	12 3	0,001
	Hayır	100	2,636	0,798			
Bilgi Sistemleri Genel Mevcut Durum	Evet	25	4,143	0,611	3,936	12 3	0,000
	Hayır	100	3,588	0,635			
Veri Entegrasyonu Mevcut Durum	Evet	25	4,273	0,720	4,386	12 3	0,000
	Hayır	100	3,593	0,687			
Karar Alma Süreçlerinde Veri Kullanımı Mevcut Durum	Evet	25	4,013	0,710	2,375	12 3	0,019
	Hayır	100	3,583	0,832			
Kültür Mevcut Durum	Evet	25	3,855	0,591	3,132	12 3	0,002
	Hayır	100	3,441	0,591			

Tablo 4.11'e göre işletmelerin Endüstri 4.0 alanında çalışan mühendis varlığına göre organizasyon yapısı mevcut durum puanları anlamlı farklılık göstermektedir ($t_{(123)}=1,979$; $p=0,050<0,05$). Endüstri 4.0 alanında çalışan mühendis olanların organizasyon yapısı mevcut durum puanları ($\bar{x}=3,736$), endüstri 4.0 alanında çalışan mühendis olmayanların organizasyon yapısı mevcut durum puanlarından ($\bar{x}=3,458$) yüksek bulunmuştur.

İşletmelerin Endüstri 4.0 alanında çalışan mühendis varlığına göre kaynaklar genel mevcut durum puanları anlamlı farklılık göstermektedir ($t_{(123)}=3,669$; $p=0,000<0,05$). Endüstri 4.0 alanında çalışan mühendis olanların kaynaklar genel mevcut durum puanları ($\bar{x}=3,588$), endüstri 4.0 alanında çalışan mühendis olmayanların kaynaklar genel mevcut durum puanlarından ($\bar{x}=3,095$) yüksek bulunmuştur.

İşletmelerin Endüstri 4.0 alanında çalışan mühendis varlığına göre fiziksel altyapı mevcut durum puanları anlamlı farklılık göstermektedir ($t_{(123)}=3,114$; $p=0,002<0,05$). Endüstri 4.0 alanında çalışan mühendis olanların fiziksel altyapı mevcut durum puanları ($\bar{x}=3,744$), endüstri 4.0 alanında çalışan mühendis olmayanların fiziksel altyapı mevcut durum puanlarından ($\bar{x}=3,246$) yüksek bulunmuştur.

İşletmelerin Endüstri 4.0 alanında çalışan mühendis varlığına göre lojistik altyapı mevcut durum puanları anlamlı farklılık göstermektedir ($t_{(123)}=3,309$; $p=0,001<0,05$). Endüstri 4.0 alanında çalışan mühendis olanların lojistik altyapı mevcut durum puanları ($\bar{x}=3,240$),

endüstri 4.0 alanında çalışan mühendis olmayanların lojistik altyapı mevcut durum puanlarından ($\bar{x}=2,636$) yüksek bulunmuştur.

İşletmelerin Endüstri 4.0 alanında çalışan mühendis varlığına göre bilgi sistemleri genel mevcut durum puanları anlamlı farklılık göstermektedir ($t_{(123)}=3,936$; $p=0,000<0,05$). Endüstri 4.0 alanında çalışan mühendis olanların bilgi sistemleri genel mevcut durum puanları ($\bar{x}=4,143$), endüstri 4.0 alanında çalışan mühendis olmayanların bilgi sistemleri genel mevcut durum puanlarından ($\bar{x}=3,588$) yüksek bulunmuştur.

İşletmelerin Endüstri 4.0 alanında çalışan mühendis varlığına göre veri entegrasyonu mevcut durum puanları anlamlı farklılık göstermektedir ($t_{(123)}=4,386$; $p=0,000<0,05$). Endüstri 4.0 alanında çalışan mühendis olanların veri entegrasyonu mevcut durum puanları ($\bar{x}=4,273$), endüstri 4.0 alanında çalışan mühendis olmayanların veri entegrasyonu mevcut durum puanlarından ($\bar{x}=3,593$) yüksek bulunmuştur.

İşletmelerin Endüstri 4.0 alanında çalışan mühendis varlığına göre karar alma süreçlerinde veri kullanımı mevcut durum puanları anlamlı farklılık göstermektedir ($t_{(123)}=2,375$; $p=0,019<0,05$). Endüstri 4.0 alanında çalışan mühendis olanların karar alma süreçlerinde veri kullanımı mevcut durum puanları ($\bar{x}=4,013$), endüstri 4.0 alanında çalışan mühendis olmayanların karar alma süreçlerinde veri kullanımı mevcut durum puanlarından ($\bar{x}=3,583$) yüksek bulunmuştur.

İşletmelerin Endüstri 4.0 alanında çalışan mühendis varlığına göre kültür mevcut durum puanları anlamlı farklılık göstermektedir ($t_{(123)}=3,132$; $p=0,002<0,05$). Endüstri 4.0 alanında çalışan mühendis olanların kültür mevcut durum puanları ($\bar{x}=3,855$), Endüstri 4.0 alanında çalışan mühendis olmayanların kültür mevcut durum puanlarından ($\bar{x}=3,441$) yüksek bulunmuştur.

İşletmelerin insan kaynakları mevcut durum puanları Endüstri 4.0 alanında çalışan mühendis varlığına göre anlamlı farklılık göstermemektedir ($p>0,05$).

4.8.5. Mevcut Durum Puanlarının Sektöre Göre Farklılaşma Durumu

Tek Yönlü Varyans Analizi ile mevcut durum puanlarının sektöre göre farklılaşma durumuna ait bulgular Tablo 4.12’de yer almaktadır.

Tablo 4.12: Mevcut durum puanlarının sektöre göre farklılaşma durumu

	Grup	N	Ort	Ss	F	p	Fark
Organizasyon Yapısı Mevcut Durum	Demir-çelik	44	3,252	0,604	3,944	0,005	2>1 4>1 5>1
	Orman Ürünleri	17	3,677	0,682			
	Plastik Makine Metal	23	3,470	0,478			
	Tekstil	14	3,743	0,527			
	Diğer	27	3,756	0,693			
Kaynaklar Genel Mevcut Durum	Demir-çelik	44	2,957	0,574	3,301	0,013	3>1 5>1
	Orman Ürünleri	17	3,217	0,678			
	Plastik Makine Metal	23	3,266	0,641			
	Tekstil	14	3,228	0,674			
	Diğer	27	3,484	0,549			
İnsan Kaynakları Mevcut Durum	Demir-çelik	44	4,796	0,408	1,257	0,291	
	Orman Ürünleri	17	4,912	0,264			
	Plastik Makine Metal	23	4,609	0,583			
	Tekstil	14	4,786	0,426			
	Diğer	27	4,815	0,483			
Fiziksel Altyapı Mevcut Durum	Demir-çelik	44	3,105	0,679	2,289	0,064	
	Orman Ürünleri	17	3,365	0,722			
	Plastik Makine Metal	23	3,583	0,482			
	Tekstil	14	3,329	0,893			
	Diğer	27	3,533	0,865			
Lojistik Altyapı Mevcut Durum	Demir-çelik	44	2,467	0,796	3,024	0,020	5>1
	Orman Ürünleri	17	2,758	0,897			
	Plastik Makine Metal	23	2,792	0,907			
	Tekstil	14	2,825	0,788			
	Diğer	27	3,161	0,758			

Tablo 4.12: (devam ediyor)

Bilgi Sistemleri Genel Mevcut Durum	Demir-çelik	44	3,527	0,637	1,427	0,229	
	Orman Ürünleri	17	3,652	0,685			
	Plastik Makine Metal	23	3,808	0,747			
	Tekstil	14	3,810	0,694			
	Diğer	27	3,861	0,591			
Veri Entegrasyonu Mevcut Durum	Demir-çelik	44	3,636	0,740	0,823	0,513	
	Orman Ürünleri	17	3,549	0,812			
	Plastik Makine Metal	23	3,797	0,712			
	Tekstil	14	3,833	0,701			
	Diğer	27	3,883	0,756			
Karar Alma Süreçlerinde Veri Kullanımı Mevcut Durum	Demir-çelik	44	3,417	0,837	1,659	0,164	
	Orman Ürünleri	17	3,755	0,844			
	Plastik Makine Metal	23	3,819	0,847			
	Tekstil	14	3,786	0,897			
	Diğer	27	3,840	0,683			
Kültür Mevcut Durum	Demir-çelik	44	3,259	0,503	3,788	0,006	2>1 3>1 5>1
	Orman Ürünleri	17	3,610	0,629			
	Plastik Makine Metal	23	3,690	0,574			
	Tekstil	14	3,554	0,516			
	Diğer	27	3,745	0,713			

Tablo 4.12'ye göre işletmelerin sektöre göre organizasyon yapısı mevcut durum puanları anlamlı farklılık göstermektedir ($F_{(4, 120)}=3,944$; $p=0,005<0,05$). Farkın nedeni; sektör orman ürünleri olanların organizasyon yapısı mevcut durum puanlarının ($\bar{x}=3,677$), sektör demir-çelik olanların organizasyon yapısı mevcut durum puanlarından ($\bar{x}=3,252$) yüksek olmasıdır. Tekstil sektöründe olanların organizasyon yapısı mevcut durum puanlarının ($\bar{x}=3,743$), sektör demir-çelik olanların organizasyon yapısı mevcut durum puanlarından ($\bar{x}=3,252$) yüksek olmasıdır. Diğer sektörde olanların organizasyon yapısı mevcut durum puanlarının ($\bar{x}=3,756$), sektör demir-çelik olanların organizasyon yapısı mevcut durum puanlarından ($\bar{x}=3,252$) yüksek olmasıdır.

İşletmelerin sektöre göre kaynaklar genel mevcut durum puanları anlamlı farklılık göstermektedir ($F_{(4, 120)}=3,301$; $p=0,013<0,05$). Farkın nedeni; sektör plastik makine metal olanların kaynaklar genel mevcut durum puanlarının ($\bar{x}=3,266$), sektör demir-çelik olanların kaynaklar genel mevcut durum puanlarından ($\bar{x}=2,957$) yüksek olmasıdır. Diğer sektörde olanların kaynaklar genel mevcut durum puanlarının ($\bar{x}=3,484$), sektör demir-çelik olanların kaynaklar genel mevcut durum puanlarından ($\bar{x}=2,957$) yüksek olmasıdır.

İşletmelerin sektöre göre lojistik altyapı mevcut durum puanları anlamlı farklılık göstermektedir ($F_{(4, 120)}=3,024$; $p=0,020<0,05$). Farkın nedeni; diğer sektörde olanların lojistik altyapı mevcut durum puanlarının ($\bar{x}=3,161$), sektör demir-çelik olanların lojistik altyapı mevcut durum puanlarından ($\bar{x}=2,467$) yüksek olmasıdır.

İşletmelerin sektöre göre kültür mevcut durum puanları anlamlı farklılık göstermektedir ($F_{(4, 120)}=3,788$; $p=0,006<0,05$). Farkın nedeni; sektör orman ürünleri olanların kültür mevcut durum puanlarının ($\bar{x}=3,610$), sektör demir-çelik olanların kültür mevcut durum puanlarından ($\bar{x}=3,259$) yüksek olmasıdır. Sektör plastik makine metal olanların kültür mevcut durum puanlarının ($\bar{x}=3,690$), sektör demir-çelik olanların kültür mevcut durum puanlarından ($\bar{x}=3,259$) yüksek olmasıdır. Diğer sektörde olanların kültür mevcut durum puanlarının ($\bar{x}=3,745$), sektör demir-çelik olanların kültür mevcut durum puanlarından ($\bar{x}=3,259$) yüksek olmasıdır.

İşletmelerin insan kaynakları mevcut durum, fiziksel altyapı mevcut durum, bilgi sistemleri genel mevcut durum, veri entegrasyonu mevcut durum, karar alma süreçlerinde veri kullanımı mevcut durum puanları sektöre göre anlamlı farklılık göstermemektedir ($p>0,05$).

Bu bulgular ışığında, Endüstri 4.0'a uyumu en düşük sektörün demir-çelik sektörü olduğu tespit edilmiştir. Organizasyon yapısı mevcut durum puanlarına göre, orman ürünleri, tekstil, diğer kategorisinde yer alan sektörlerin Endüstri 4.0'a demir-çelik sektöründen daha uyumlu oldukları görülmektedir. Kaynaklar genel mevcut durum puanlarına göre, plastik makine metal ve diğer kategorisinde yer alan sektörlerin Endüstri 4.0'a demir-çelik sektöründen daha uyumlu oldukları tespit edilmiştir. Lojistik altyapı mevcut durum puanlarına göre, diğer kategorisinde yer alan sektörlerin Endüstri 4.0'a demir-çelik sektöründen daha uyumlu oldukları görülmektedir. Kültür mevcut durum puanlarına göre,

orman ürünleri, plastik makine metal ve diğer kategorisinde yer alan sektörlerin Endüstri 4.0'a demir-çelik sektöründen daha uyumlu oldukları tespit edilmiştir.

4.8.6. Mevcut Durum Puanlarının Son 3 Yıl İçerisindeki Ortalama Ciroya Göre Farklılaşma Durumu

Tek Yönlü Varyans Analizi ile mevcut durum puanlarının son 3 yıl içerisindeki ortalama ciroya göre farklılaşma durumuna ait bulgular Tablo 4.13'de yer almaktadır.

Tablo 4.13: Mevcut durum puanlarının son 3 yıl içerisindeki ortalama ciroya göre farklılaşma durumu

	Grup	N	Ort	Ss	F	p	Fark
Organizasyon Yapısı Mevcut Durum	0 - 8000000	22	3,541	0,584	0,684	0,604	
	8000001- 20000000	22	3,664	0,704			
	20000001- 30000000	12	3,558	0,776			
	30000001 -40000000	15	3,573	0,704			
	40000001 Ve Üzeri	54	3,415	0,580			
Kaynaklar Genel Mevcut Durum	0 -8000000	22	2,980	0,612	6,001	0,000	5>1 4>2 5>2 5>3
	8000001- 20000000	22	2,815	0,644			
	20000001 -30000000	12	2,990	0,684			
	30000001 -40000000	15	3,350	0,519			
	40000001 Ve Üzeri	54	3,436	0,541			
İnsan Kaynakları Mevcut Durum	0- 8000000	22	4,909	0,294	0,886	0,475	
	8000001 -20000000	22	4,750	0,529			
	20000001 -30000000	12	4,750	0,500			
	30000001 -40000000	15	4,633	0,611			
	40000001 Ve Üzeri	54	4,787	0,408			
Fiziksel Altyapı Mevcut Durum	0- 8000000	22	3,255	0,914	2,291	0,064	
	8000001- 20000000	22	2,991	0,702			
	20000001 -30000000	12	3,250	0,782			
	30000001 -40000000	15	3,533	0,666			
	40000001 Ve Üzeri	54	3,496	0,647			

Tablo 4.13: (devam ediyor)

Lojistik Altyapı Mevcut Durum	0- 8000000	22	2,399	0,811	6,471	0,000	4>1 5>1 4>2 5>2 5>3
	8000001- 20000000	22	2,288	0,876			
	20000001 -30000000	12	2,454	0,860			
	30000001 -40000000	15	2,963	0,622			
	40000001 Ve Üzeri	54	3,103	0,753			
Bilgi Sistemleri Genel Mevcut Durum	0 -8000000	22	3,352	0,709	4,972	0,001	5>1 5>2 5>3
	8000001- 20000000	22	3,553	0,645			
	20000001 -30000000	12	3,396	0,803			
	30000001 -40000000	15	3,739	0,555			
	40000001 Ve Üzeri	54	3,957	0,559			
Veri Entegrasyonu Mevcut Durum	0- 8000000	22	3,409	0,720	2,117	0,083	
	8000001- 20000000	22	3,697	0,871			
	20000001- 30000000	12	3,514	0,764			
	30000001- 40000000	15	3,800	0,727			
	40000001 Ve Üzeri	54	3,901	0,662			
Karar Alma Süreçlerinde Veri Kullanımı Mevcut Durum	0- 8000000	22	3,296	0,929	5,348	0,001	5>1 5>2 5>3
	8000001 -20000000	22	3,409	0,676			
	20000001 -30000000	12	3,278	0,954			
	30000001 -40000000	15	3,678	0,674			
	40000001 Ve Üzeri	54	4,012	0,720			
Kültür Mevcut Durum	0- 8000000	22	3,409	0,579	0,626	0,645	
	8000001- 20000000	22	3,625	0,626			
	20000001 -30000000	12	3,698	0,730			
	30000001 -40000000	15	3,533	0,478			
	40000001 Ve Üzeri	54	3,488	0,631			

Tablo 4.13'e göre işletmelerin son 3 yıl içerisindeki ortalama ciroya göre kaynaklar genel mevcut durum puanları anlamlı farklılık göstermektedir ($F_{(4, 120)}=6,001$; $p=0,000<0,05$). Farkın nedeni; son 3 yıl içerisindeki ortalama ciro 40000001 ve üzeri olanların kaynaklar genel mevcut durum puanlarının ($\bar{x}=3,436$), son 3 yıl içerisindeki ortalama ciro 0- 8000000 olanların kaynaklar genel mevcut durum puanlarından ($\bar{x}=2,980$) yüksek olmasıdır. Son 3 yıl içerisindeki ortalama ciro 30000001- 40000000 olanların kaynaklar genel mevcut durum puanlarının ($\bar{x}=3,350$), son 3 yıl içerisindeki ortalama ciro 8000001-20000000

olanların kaynaklar genel mevcut durum puanlarından ($\bar{x}=2,815$) yüksek olmasıdır. Son 3 yıl içerisindeki ortalama ciro 40000001 ve üzeri olanların kaynaklar genel mevcut durum puanlarının ($\bar{x}=3,436$), son 3 yıl içerisindeki ortalama ciro 8000001-20000000 olanların kaynaklar genel mevcut durum puanlarından ($\bar{x}=2,815$) yüksek olmasıdır. Son 3 yıl içerisindeki ortalama ciro 40000001 ve üzeri olanların kaynaklar genel mevcut durum puanlarının ($\bar{x}=3,436$), son 3 yıl içerisindeki ortalama ciro 20000001-30000000 olanların kaynaklar genel mevcut durum puanlarından ($\bar{x}=2,990$) yüksek olmasıdır.

İşletmelerin son 3 yıl içerisindeki ortalama ciroya göre lojistik altyapı mevcut durum puanları anlamlı farklılık göstermektedir ($F_{(4, 120)}=6,471$; $p=0,000<0,05$). Farkın nedeni; son 3 yıl içerisindeki ortalama ciro 30000001 40000000 olanların lojistik altyapı mevcut durum puanlarının ($\bar{x}=2,963$), son 3 yıl içerisindeki ortalama ciro 0-8000000 olanların lojistik altyapı mevcut durum puanlarından ($\bar{x}=2,399$) yüksek olmasıdır. Son 3 yıl içerisindeki ortalama ciro 40000001 ve üzeri olanların lojistik altyapı mevcut durum puanlarının ($\bar{x}=3,103$), son 3 yıl içerisindeki ortalama ciro 0-8000000 olanların lojistik altyapı mevcut durum puanlarından ($\bar{x}=2,399$) yüksek olmasıdır. Son 3 yıl içerisindeki ortalama ciro 30000001-40000000 olanların lojistik altyapı mevcut durum puanlarının ($\bar{x}=2,963$), son 3 yıl içerisindeki ortalama ciro 8000001 20000000 olanların lojistik altyapı mevcut durum puanlarından ($\bar{x}=2,288$) yüksek olmasıdır. Son 3 yıl içerisindeki ortalama ciro 40000001 ve üzeri olanların lojistik altyapı mevcut durum puanlarının ($\bar{x}=3,103$), son 3 yıl içerisindeki ortalama ciro 8000001-20000000 olanların lojistik altyapı mevcut durum puanlarından ($\bar{x}=2,288$) yüksek olmasıdır. Son 3 yıl içerisindeki ortalama ciro 40000001 ve üzeri olanların lojistik altyapı mevcut durum puanlarının ($\bar{x}=3,103$), son 3 yıl içerisindeki ortalama ciro 20000001-30000000 olanların lojistik altyapı mevcut durum puanlarından ($\bar{x}=2,454$) yüksek olmasıdır.

İşletmelerin son 3 yıl içerisindeki ortalama ciroya göre bilgi sistemleri genel mevcut durum puanları anlamlı farklılık göstermektedir ($F_{(4, 120)}=4,972$; $p=0,001<0,05$). Farkın nedeni; son 3 yıl içerisindeki ortalama ciro 40000001 ve üzeri olanların bilgi sistemleri genel mevcut durum puanlarının ($\bar{x}=3,957$), son 3 yıl içerisindeki ortalama ciro 0-8000000 olanların bilgi sistemleri genel mevcut durum puanlarından ($\bar{x}=3,352$) yüksek olmasıdır. Son 3 yıl içerisindeki ortalama ciro 40000001 ve üzeri olanların bilgi sistemleri genel mevcut durum puanlarının ($\bar{x}=3,957$), son 3 yıl içerisindeki ortalama ciro 8000001-20000000 olanların bilgi sistemleri genel mevcut durum puanlarından ($\bar{x}=3,553$) yüksek

olmasıdır. Son 3 yıl içerisindeki ortalama ciro 40000001 ve üzeri olanların bilgi sistemleri genel mevcut durum puanlarının ($\bar{x}=3,957$), son 3 yıl içerisindeki ortalama ciro 20000001 30000000 olanların bilgi sistemleri genel mevcut durum puanlarından ($\bar{x}=3,396$) yüksek olmasıdır.

İşletmelerin son 3 yıl içerisindeki ortalama ciroya göre karar alma süreçlerinde veri kullanımı mevcut durum puanları anlamlı farklılık göstermektedir ($F_{(4, 120)}=5,348$; $p=0,001<0,05$). Farkın nedeni; son 3 yıl içerisindeki ortalama ciro 40000001 ve üzeri olanların karar alma süreçlerinde veri kullanımı mevcut durum puanlarının ($\bar{x}=4,012$), son 3 yıl içerisindeki ortalama ciro 0-8000000 olanların karar alma süreçlerinde veri kullanımı mevcut durum puanlarından ($\bar{x}=3,296$) yüksek olmasıdır. Son 3 yıl içerisindeki ortalama ciro 40000001 ve üzeri olanların karar alma süreçlerinde veri kullanımı mevcut durum puanlarının ($\bar{x}=4,012$), son 3 yıl içerisindeki ortalama ciro 8000001-20000000 olanların karar alma süreçlerinde veri kullanımı mevcut durum puanlarından ($\bar{x}=3,409$) yüksek olmasıdır. Son 3 yıl içerisindeki ortalama ciro 40000001 ve üzeri olanların karar alma süreçlerinde veri kullanımı mevcut durum puanlarının ($\bar{x}=4,012$), son 3 yıl içerisindeki ortalama ciro 20000001-30000000 olanların karar alma süreçlerinde veri kullanımı mevcut durum puanlarından ($\bar{x}=3,278$) yüksek olmasıdır.

İşletmelerin organizasyon yapısı mevcut durum, insan kaynakları mevcut durum, fiziksel altyapı mevcut durum, veri entegrasyonu mevcut durum, kültür mevcut durum puanları son 3 yıl içerisindeki ortalama ciroya göre anlamlı farklılık göstermemektedir ($p>0,05$).

4.8.7. Mevcut Durum Puanlarının Son 5 Yıldaki Kârlılık Trendine Göre Farklılaşma Durumu

Tek Yönlü Varyans Analizi ile mevcut durum puanlarının son 5 yıldaki kârlılık trendine göre farklılaşma durumuna ait bulgular Tablo 4.14’de yer almaktadır.

Tablo 4.14: Mevcut durum puanlarının son 5 yıldaki kârlılık trendine göre farklılaşma durumu

	Grup	N	Ort	Ss	F	p	Fark
Organizasyon Yapısı Mevcut Durum	Artışta	91	3,536	0,646	0,566	0,569	
	Azalışta	14	3,343	0,556			
	Sabit	20	3,530	0,649			
Kaynaklar Genel Mevcut Durum	Artışta	91	3,249	0,645	1,605	0,205	
	Azalışta	14	3,147	0,513			
	Sabit	20	2,975	0,607			
İnsan Kaynakları Mevcut Durum	Artışta	91	4,802	0,421	0,650	0,524	
	Azalışta	14	4,786	0,469			
	Sabit	20	4,675	0,568			
Fiziksel Altyapı Mevcut Durum	Artışta	91	3,371	0,713	1,444	0,240	
	Azalışta	14	3,514	0,747			
	Sabit	20	3,110	0,837			
Lojistik Altyapı Mevcut Durum	Artışta	91	2,835	0,852	1,467	0,235	
	Azalışta	14	2,579	0,658			
	Sabit	20	2,522	0,926			
Bilgi Sistemleri Genel Mevcut Durum	Artışta	91	3,821	0,636	6,686	0,002	1>3
	Azalışta	14	3,524	0,622			
	Sabit	20	3,271	0,657			
Veri Entegrasyonu Mevcut Durum	Artışta	91	3,863	0,730	6,397	0,002	1>3
	Azalışta	14	3,524	0,584			
	Sabit	20	3,267	0,708			
Karar Alma Süreçlerinde Veri Kullanımı Mevcut Durum	Artışta	91	3,778	0,795	3,429	0,036	1>3
	Azalışta	14	3,524	0,854			
	Sabit	20	3,275	0,843			
Kültür Mevcut Durum	Artışta	91	3,565	0,633	1,356	0,262	
	Azalışta	14	3,277	0,466			
	Sabit	20	3,513	0,583			

Tablo 4.14'e göre işletmelerin son 5 yıldaki kârlılık trendine göre bilgi sistemleri genel mevcut durum puanları anlamlı farklılık göstermektedir ($F_{(2, 122)}=6,686$; $p=0,002<0,05$).

Farkın nedeni; artışta olanların bilgi sistemleri genel mevcut durum puanlarının ($\bar{x}=3,821$), sabit olanların bilgi sistemleri genel mevcut durum puanlarından ($\bar{x}=3,271$) yüksek olmasıdır.

İşletmelerin son 5 yıldaki kârlılık trendine göre veri entegrasyonu mevcut durum puanları anlamlı farklılık göstermektedir ($F_{(2, 122)}=6,397$; $p=0,002<0,05$). Farkın nedeni; artışta olanların veri entegrasyonu mevcut durum puanlarının ($\bar{x}=3,863$), sabit olanların veri entegrasyonu mevcut durum puanlarından ($\bar{x}=3,267$) yüksek olmasıdır.

İşletmelerin son 5 yıldaki kârlılık trendine göre karar alma süreçlerinde veri kullanımı mevcut durum puanları anlamlı farklılık göstermektedir ($F_{(2, 122)}=3,429$; $p=0,036<0,05$). Farkın nedeni; artışta olanların karar alma süreçlerinde veri kullanımı mevcut durum puanlarının ($\bar{x}=3,778$), sabit olanların karar alma süreçlerinde veri kullanımı mevcut durum puanlarından ($\bar{x}=3,275$) yüksek olmasıdır.

İşletmelerin organizasyon yapısı mevcut durum, kaynaklar genel mevcut durum, insan kaynakları mevcut durum, fiziksel altyapı mevcut durum, lojistik altyapı mevcut durum, kültür mevcut durum puanları son 5 yıldaki kârlılık trendine göre anlamlı farklılık göstermemektedir ($p>0,05$).

4.8.8. Mevcut Durum Puanlarının Faaliyet Kapsamına Göre Farklılaşma Durumu

Bağımsız Gruplar T-Testi ile mevcut durum puanlarının faaliyet kapsamına göre farklılaşma durumuna ait bulgular Tablo 4.15’de yer almaktadır.

Tablo 4.15: Mevcut durum puanlarının faaliyet kapsamına göre farklılaşma durumu

	Grup	N	Ort	Ss	t	sd	p
Organizasyon Yapısı Mevcut Durum	Ulusal Ve Yerel Bölgesel Ölçekte	43	3,351	0,642	-2,098	123	0,038
	Uluslararası Ölçekte	82	3,599	0,619			
Kaynaklar Genel Mevcut Durum	Ulusal Ve Yerel Bölgesel Ölçekte	43	3,054	0,655	-1,813	123	0,072
	Uluslararası Ölçekte	82	3,267	0,607			
İnsan Kaynakları Mevcut Durum	Ulusal Ve Yerel Bölgesel Ölçekte	43	4,861	0,333	1,452	123	0,104
	Uluslararası Ölçekte	82	4,738	0,498			

Tablo 4.15: (devam ediyor)

Fiziksel Altyapı Mevcut Durum	Ulusal Ve Yerel Bölgesel Ölçekte	43	3,130	0,762	-2,402	123	0,018
	Uluslararası Ölçekte	82	3,459	0,707			
Lojistik Altyapı Mevcut Durum	Ulusal Ve Yerel Bölgesel Ölçekte	43	2,610	0,917	-1,404	123	0,163
	Uluslararası Ölçekte	82	2,833	0,806			
Bilgi Sistemleri Genel Mevcut Durum	Ulusal Ve Yerel Bölgesel Ölçekte	43	3,413	0,644	-3,650	123	0,000
	Uluslararası Ölçekte	82	3,850	0,631			
Veri Entegrasyonu Mevcut Durum	Ulusal Ve Yerel Bölgesel Ölçekte	43	3,485	0,772	-2,739	123	0,007
	Uluslararası Ölçekte	82	3,858	0,697			
Karar Alma Süreçlerinde Veri Kullanımı Mevcut Durum	Ulusal Ve Yerel Bölgesel Ölçekte	43	3,341	0,780	-3,353	123	0,001
	Uluslararası Ölçekte	82	3,842	0,799			
Kültür Mevcut Durum	Ulusal Ve Yerel Bölgesel Ölçekte	43	3,477	0,527	-0,624	123	0,506
	Uluslararası Ölçekte	82	3,549	0,653			

Tablo 4.15'e göre işletmelerin faaliyet kapsamına göre organizasyon yapısı mevcut durum puanları anlamlı farklılık göstermektedir ($t_{(123)}=-2,098$; $p=0,038<0,05$). Faaliyet kapsamı uluslararası ölçekte olanların organizasyon yapısı mevcut durum puanları ($\bar{x}=3,599$), faaliyet kapsamı ulusal ve yerel bölgesel ölçekte olanların organizasyon yapısı mevcut durum puanlarından ($\bar{x}=3,351$) yüksek bulunmuştur.

İşletmelerin faaliyet kapsamına göre fiziksel altyapı mevcut durum puanları anlamlı farklılık göstermektedir ($t_{(123)}=-2,402$; $p=0,018<0,05$). Faaliyet kapsamı uluslararası ölçekte olanların fiziksel altyapı mevcut durum puanları ($\bar{x}=3,459$), faaliyet kapsamı ulusal ve yerel bölgesel ölçekte olanların fiziksel altyapı mevcut durum puanlarından ($\bar{x}=3,130$) yüksek bulunmuştur.

İşletmelerin faaliyet kapsamına göre bilgi sistemleri genel mevcut durum puanları anlamlı farklılık göstermektedir ($t_{(123)}=-3,650$; $p=0,000<0,05$). Faaliyet kapsamı uluslararası ölçekte olanların bilgi sistemleri genel mevcut durum puanları ($\bar{x}=3,850$), faaliyet kapsamı ulusal ve yerel bölgesel ölçekte olanların bilgi sistemleri genel mevcut durum puanlarından ($\bar{x}=3,413$) yüksek bulunmuştur.

İşletmelerin faaliyet kapsamına göre veri entegrasyonu mevcut durum puanları anlamlı farklılık göstermektedir ($t_{(123)}=-2,739$; $p=0,007<0,05$). Faaliyet kapsamı uluslararası ölçekte olanların veri entegrasyonu mevcut durum puanları ($\bar{x}=3,858$), faaliyet kapsamı ulusal ve yerel bölgesel ölçekte olanların veri entegrasyonu mevcut durum puanlarından ($\bar{x}=3,485$) yüksek bulunmuştur.

İşletmelerin faaliyet kapsamına göre karar alma süreçlerinde veri kullanımı mevcut durum puanları anlamlı farklılık göstermektedir ($t_{(123)}=-3,353$; $p=0,001<0,05$). Faaliyet kapsamı uluslararası ölçekte olanların karar alma süreçlerinde veri kullanımı mevcut durum puanları ($\bar{x}=3,842$), faaliyet kapsamı ulusal ve yerel bölgesel ölçekte olanların karar alma süreçlerinde veri kullanımı mevcut durum puanlarından ($\bar{x}=3,341$) yüksek bulunmuştur.

İşletmelerin kaynaklar genel mevcut durum, insan kaynakları mevcut durum, lojistik altyapı mevcut durum, kültür mevcut durum puanları faaliyet kapsamına göre anlamlı farklılık göstermemektedir ($p>0,05$).

4.8.9. Mevcut Durum Puanlarının Hızlı veya Esnek Üretim Metodolojileri İçin Uygunluğa Göre Farklılaşma Durumu

Tek Yönlü Varyans Analizi ile mevcut durum puanlarının hızlı veya esnek üretim metodolojileri için uygunluğa göre farklılaşma durumuna ait bulgular Tablo 4.16’da yer almaktadır.

Tablo 4.16: Mevcut durum puanlarının hızlı veya esnek üretim metodolojileri için uygunluğa göre farklılaşma durumu

	Grup	N	Ort	Ss	F	p	Fark
Organizasyon Yapısı Mevcut Durum	Hızlı Üretim	24	3,321	0,523	4,164	0,018	3>1 3>2
	Esnek Üretim	44	3,396	0,639			
	Hızlı Ve Esnek Üretim	57	3,686	0,641			
Kaynaklar Genel Mevcut Durum	Hızlı Üretim	24	3,359	0,614	2,049	0,133	
	Esnek Üretim	44	3,054	0,659			
	Hızlı Ve Esnek Üretim	57	3,231	0,601			

Tablo 4.16: (devam ediyor)

İnsan Kaynakları Mevcut Durum	Hızlı Üretim	24	4,708	0,530	0,616	0,542	
	Esnek Üretim	44	4,761	0,424			
	Hızlı Ve Esnek Üretim	57	4,825	0,438			
Fiziksel Altyapı Mevcut Durum	Hızlı Üretim	24	3,567	0,589	1,397	0,251	
	Esnek Üretim	44	3,264	0,765			
	Hızlı Ve Esnek Üretim	57	3,316	0,770			
Lojistik Altyapı Mevcut Durum	Hızlı Üretim	24	2,944	0,839	2,039	0,135	
	Esnek Üretim	44	2,558	0,878			
	Hızlı Ve Esnek Üretim	57	2,830	0,815			
Bilgi Sistemleri Genel Mevcut Durum	Hızlı Üretim	24	3,670	0,709	0,366	0,694	
	Esnek Üretim	44	3,644	0,732			
	Hızlı Ve Esnek Üretim	57	3,754	0,599			
Veri Entegrasyonu Mevcut Durum	Hızlı Üretim	24	3,583	0,702	0,687	0,505	
	Esnek Üretim	44	3,724	0,812			
	Hızlı Ve Esnek Üretim	57	3,795	0,706			
Karar Alma Süreçlerinde Veri Kullanımı Mevcut Durum	Hızlı Üretim	24	3,757	0,890	0,569	0,567	
	Esnek Üretim	44	3,564	0,889			
	Hızlı Ve Esnek Üretim	57	3,714	0,749			
Kültür Mevcut Durum	Hızlı Üretim	24	3,573	0,636	2,014	0,138	
	Esnek Üretim	44	3,378	0,606			
	Hızlı Ve Esnek Üretim	57	3,616	0,594			

Tablo 4.16'ya göre işletmelerin hızlı veya esnek üretim metodolojileri için uygunluğa göre organizasyon yapısı mevcut durum puanları anlamlı farklılık göstermektedir ($F_{(2, 122)}=4,164$; $p=0,018<0,05$). Farkın nedeni; hızlı ve esnek üretim olanların organizasyon yapısı mevcut durum puanlarının ($\bar{x}=3,686$), hızlı üretim olanların organizasyon yapısı mevcut durum puanlarından ($\bar{x}=3,321$) yüksek olmasıdır. Hızlı ve esnek üretim olanların organizasyon yapısı mevcut durum puanlarının ($\bar{x}=3,686$), esnek üretim olanların organizasyon yapısı mevcut durum puanlarından ($\bar{x}=3,396$) yüksek olmasıdır.

İşletmelerin kaynaklar genel mevcut durum, insan kaynakları mevcut durum, fiziksel altyapı mevcut durum, lojistik altyapı mevcut durum, bilgi sistemleri genel mevcut durum, veri entegrasyonu mevcut durum, karar alma süreçlerinde veri kullanımı mevcut durum, kültür mevcut durum puanları hızlı veya esnek üretim metodolojileri için uygunluğa göre anlamlı farklılık göstermemektedir ($p>0,05$).

4.8.10. Mevcut Durum Puanlarının Yenilikçiliğin Geliştirilebileceği Uygun Ortam Varlığına Göre Farklılaşma Durumu

Bağımsız Gruplar T-Testi ile mevcut durum puanlarının yenilikçiliğin geliştirilebileceği uygun ortam varlığına göre farklılaşma durumuna ait bulgular Tablo 4.17’de yer almaktadır.

Tablo 4.17: Mevcut durum puanlarının yenilikçiliğin geliştirilebileceği uygun ortam varlığına göre farklılaşma durumu

	Grup	N	Ort	Ss	t	sd	p
Organizasyon Yapısı Mevcut Durum	Evet	55	3,578	0,538	1,007	123	0,301
	Hayır	70	3,463	0,702			
Kaynaklar Genel Mevcut Durum	Evet	55	3,436	0,540	4,052	123	0,000
	Hayır	70	3,003	0,633			
İnsan Kaynakları Mevcut Durum	Evet	55	4,873	0,336	2,065	123	0,032
	Hayır	70	4,707	0,514			
Fiziksel Altyapı Mevcut Durum	Evet	55	3,538	0,723	2,641	123	0,009
	Hayır	70	3,194	0,722			
Lojistik Altyapı Mevcut Durum	Evet	55	3,061	0,741	3,730	123	0,000
	Hayır	70	2,518	0,857			
Bilgi Sistemleri Genel Mevcut Durum	Evet	55	3,850	0,668	2,278	123	0,024
	Hayır	70	3,581	0,645			
Veri Entegrasyonu Mevcut Durum	Evet	55	3,746	0,739	0,214	123	0,831
	Hayır	70	3,717	0,750			
Karar Alma Süreçlerinde Veri Kullanımı Mevcut Durum	Evet	55	3,955	0,743	3,588	123	0,000
	Hayır	70	3,445	0,821			
Kültür Mevcut Durum	Evet	55	3,598	0,622	1,197	123	0,234
	Hayır	70	3,466	0,601			

Tablo 4.17'ye göre işletmelerde yenilikçiliğin geliştirilebileceği uygun ortam varlığına göre kaynaklar genel mevcut durum puanları anlamlı farklılık göstermektedir ($t_{(123)}=4,052$; $p=0,000<0,05$). Yenilikçiliği geliştirebileceği uygun ortam olanların kaynaklar genel mevcut durum puanları ($\bar{x}=3,436$), yenilikçiliği geliştirebileceği uygun ortam olmayanların kaynaklar genel mevcut durum puanlarından ($\bar{x}=3,003$) yüksek bulunmuştur.

İşletmelerin yenilikçiliğin geliştirilebileceği uygun ortam varlığına göre insan kaynakları mevcut durum puanları anlamlı farklılık göstermektedir ($t_{(123)}=2,065$; $p=0,032<0,05$). Yenilikçiliği geliştirebileceği uygun ortam olanların insan kaynakları mevcut durum puanları ($\bar{x}=4,873$), yenilikçiliği geliştirebileceği uygun ortam olmayanların insan kaynakları mevcut durum puanlarından ($\bar{x}=4,707$) yüksek bulunmuştur.

İşletmelerin yenilikçiliğin geliştirilebileceği uygun ortam varlığına göre fiziksel altyapı mevcut durum puanları anlamlı farklılık göstermektedir ($t_{(123)}=2,641$; $p=0,009<0,05$). Yenilikçiliği geliştirebileceği uygun ortam olanların fiziksel altyapı mevcut durum puanları ($\bar{x}=3,538$), yenilikçiliği geliştirebileceği uygun ortam olmayanların fiziksel altyapı mevcut durum puanlarından ($\bar{x}=3,194$) yüksek bulunmuştur.

İşletmelerin yenilikçiliğin geliştirilebileceği uygun ortam varlığına göre lojistik altyapı mevcut durum puanları anlamlı farklılık göstermektedir ($t_{(123)}=3,730$; $p=0,000<0,05$). Yenilikçiliği geliştirebileceği uygun ortam olanların lojistik altyapı mevcut durum puanları ($\bar{x}=3,061$), yenilikçiliği geliştirebileceği uygun ortam olmayanların lojistik altyapı mevcut durum puanlarından ($\bar{x}=2,518$) yüksek bulunmuştur.

İşletmelerin yenilikçiliğin geliştirilebileceği uygun ortam varlığına göre bilgi sistemleri genel mevcut durum puanları anlamlı farklılık göstermektedir ($t_{(123)}=2,278$; $p=0,024<0,05$). Yenilikçiliği geliştirebileceği uygun ortam olanların bilgi sistemleri genel mevcut durum puanları ($\bar{x}=3,850$), yenilikçiliği geliştirebileceği uygun ortam olmayanların bilgi sistemleri genel mevcut durum puanlarından ($\bar{x}=3,581$) yüksek bulunmuştur.

İşletmelerin yenilikçiliğin geliştirilebileceği uygun ortam varlığına göre karar alma süreçlerinde veri kullanımı mevcut durum puanları anlamlı farklılık göstermektedir ($t_{(123)}=3,588$; $p=0,000<0,05$). Yenilikçiliği geliştirebileceği uygun ortam olanların karar alma süreçlerinde veri kullanımı mevcut durum puanları ($\bar{x}=3,955$), yenilikçiliği

geliştirebileceği uygun ortam olmayanların karar alma süreçlerinde veri kullanımı mevcut durum puanlarından ($\bar{x}=3,445$) yüksek bulunmuştur.

İşletmelerin organizasyon yapısı mevcut durum, veri entegrasyonu mevcut durum, kültür mevcut durum puanları yenilikçiliğin geliştirilebileceği uygun ortam varlığına göre anlamlı farklılık göstermemektedir ($p>0,05$).

4.8.11. Mevcut Durum Puanlarının Özgüven Motivasyon Sistemleri Varlığına Göre Farklılaşma Durumu

Bağımsız Gruplar T-Testi ile mevcut durum puanlarının özgüven motivasyon sistemleri varlığına göre farklılaşma durumuna ait bulgular Tablo 4.18’de yer almaktadır.

Tablo 4.18: Mevcut durum puanlarının özgüven motivasyon sistemleri varlığına göre farklılaşma durumu

	Grup	N	Ort	Ss	t	sd	p
Organizasyon Yapısı Mevcut Durum	Evet	78	3,574	0,626	1,382	123	0,169
	Hayır	47	3,413	0,645			
Kaynaklar Genel Mevcut Durum	Evet	78	3,310	0,607	2,735	123	0,007
	Hayır	47	3,000	0,625			
İnsan Kaynakları Mevcut Durum	Evet	78	4,789	0,438	0,269	123	0,788
	Hayır	47	4,766	0,476			
Fiziksel Altyapı Mevcut Durum	Evet	78	3,449	0,774	2,033	123	0,044
	Hayır	47	3,175	0,652			
Lojistik Altyapı Mevcut Durum	Evet	78	2,905	0,820	2,568	123	0,011
	Hayır	47	2,511	0,848			
Bilgi Sistemleri Genel Mevcut Durum	Evet	78	3,810	0,687	2,435	123	0,016
	Hayır	47	3,516	0,594			
Veri Entegrasyonu Mevcut Durum	Evet	78	3,789	0,786	1,148	123	0,253
	Hayır	47	3,631	0,660			
Karar Alma Süreçlerinde Veri Kullanımı Mevcut Durum	Evet	78	3,831	0,783	2,911	123	0,004
	Hayır	47	3,401	0,830			
Kültür Mevcut Durum	Evet	78	3,591	0,625	1,596	123	0,113
	Hayır	47	3,412	0,578			

Tablo 4.18'e göre işletmelerin özgüven motivasyon sistemleri varlığına göre kaynaklar genel mevcut durum puanları anlamlı farklılık göstermektedir ($t_{(123)}=2,735$; $p=0,007<0,05$). Özgüven motivasyon sistemleri olanların kaynaklar genel mevcut durum puanları ($\bar{x}=3,310$), özgüven motivasyon sistemleri olmayanların kaynaklar genel mevcut durum puanlarından ($\bar{x}=3,000$) yüksek bulunmuştur.

İşletmelerin özgüven motivasyon sistemleri varlığına göre fiziksel altyapı mevcut durum puanları anlamlı farklılık göstermektedir ($t_{(123)}=2,033$; $p=0,044<0,05$). Özgüven motivasyon sistemleri olanların fiziksel altyapı mevcut durum puanları ($\bar{x}=3,449$), özgüven motivasyon sistemleri olmayanların fiziksel altyapı mevcut durum puanlarından ($\bar{x}=3,175$) yüksek bulunmuştur.

İşletmelerin özgüven motivasyon sistemleri varlığına göre lojistik altyapı mevcut durum puanları anlamlı farklılık göstermektedir ($t_{(123)}=2,568$; $p=0,011<0,05$). Özgüven motivasyon sistemleri olanların lojistik altyapı mevcut durum puanları ($\bar{x}=2,905$), özgüven motivasyon sistemleri olmayanların lojistik altyapı mevcut durum puanlarından ($\bar{x}=2,511$) yüksek bulunmuştur.

İşletmelerin özgüven motivasyon sistemleri varlığına göre bilgi sistemleri genel mevcut durum puanları anlamlı farklılık göstermektedir ($t_{(123)}=2,435$; $p=0,016<0,05$). Özgüven motivasyon sistemleri olanların bilgi sistemleri genel mevcut durum puanları ($\bar{x}=3,810$), özgüven motivasyon sistemleri olmayanların bilgi sistemleri genel mevcut durum puanlarından ($\bar{x}=3,516$) yüksek bulunmuştur.

İşletmelerin özgüven motivasyon sistemleri varlığına göre karar alma süreçlerinde veri kullanımı mevcut durum puanları anlamlı farklılık göstermektedir ($t_{(123)}=2,911$; $p=0,004<0,05$). Özgüven motivasyon sistemleri olanların karar alma süreçlerinde veri kullanımı mevcut durum puanları ($\bar{x}=3,831$), özgüven motivasyon sistemleri olmayanların karar alma süreçlerinde veri kullanımı mevcut durum puanlarından ($\bar{x}=3,401$) yüksek bulunmuştur.

İşletmelerin organizasyon yapısı mevcut durum, insan kaynakları mevcut durum, veri entegrasyonu mevcut durum, kültür mevcut durum puanları özgüven motivasyon sistemleri varlığına göre anlamlı farklılık göstermemektedir ($p>0,05$).

4.8.12. Mevcut Durum Puanlarının Yeni Teknolojiler ile İlgili Eğitimler Verilmesine Göre Farklılaşma Durumu

Bağımsız Gruplar T-Testi ile mevcut durum puanlarının yeni teknolojiler ile ilgili eğitimler verilmesine göre farklılaşma durumuna ait bulgular Tablo 4.19’da yer almaktadır.

Tablo 4.19: Mevcut durum puanlarının yeni teknolojiler ile ilgili eğitimler verilmesine göre farklılaşma durumu

	Grup	N	Ort	Ss	t	sd	p
Organizasyon Yapısı Mevcut Durum	Evet	73	3,612	0,655	2,086	123	0,039
	Hayır	52	3,375	0,586			
Kaynaklar Genel Mevcut Durum	Evet	73	3,432	0,600	5,582	123	0,000
	Hayır	52	2,859	0,511			
İnsan Kaynakları Mevcut Durum	Evet	73	4,788	0,440	0,225	123	0,823
	Hayır	52	4,769	0,469			
Fiziksel Altyapı Mevcut Durum	Evet	73	3,545	0,739	3,758	123	0,000
	Hayır	52	3,065	0,650			
Lojistik Altyapı Mevcut Durum	Evet	73	3,067	0,812	5,359	123	0,000
	Hayır	52	2,321	0,701			
Bilgi Sistemleri Genel Mevcut Durum	Evet	73	3,983	0,541	6,509	123	0,000
	Hayır	52	3,301	0,624			
Veri Entegrasyonu Mevcut Durum	Evet	73	4,021	0,608	5,850	123	0,000
	Hayır	52	3,321	0,726			
Karar Alma Süreçlerinde Veri Kullanımı Mevcut Durum	Evet	73	3,945	0,747	4,811	123	0,000
	Hayır	52	3,282	0,777			
Kültür Mevcut Durum	Evet	73	3,628	0,634	2,301	123	0,023
	Hayır	52	3,377	0,552			

Tablo 4.19’a göre işletmelerin yeni teknolojiler ile ilgili eğitimler verilmesine göre organizasyon yapısı mevcut durum puanları anlamlı farklılık göstermektedir ($t_{(123)}=2,086$; $p=0,039<0,05$). Yeni teknolojiler ile ilgili eğitimler verenlerde organizasyon yapısı mevcut durum puanları ($\bar{x}=3,612$), yeni teknolojiler ile ilgili eğitimler vermeyenlerde organizasyon yapısı mevcut durum puanlarından ($\bar{x}=3,375$) yüksek bulunmuştur.

İşletmelerin yeni teknolojiler ile ilgili eğitimler verilmesine göre kaynaklar genel mevcut durum puanları anlamlı farklılık göstermektedir ($t_{(123)}=5,582$; $p=0,000<0,05$). Yeni teknolojiler ile ilgili eğitimler verenlerde kaynaklar genel mevcut durum puanları ($\bar{x}=3,432$), yeni teknolojiler ile ilgili eğitimler vermeyenlerde kaynaklar genel mevcut durum puanlarından ($\bar{x}=2,859$) yüksek bulunmuştur.

İşletmelerin yeni teknolojiler ile ilgili eğitimler verilmesine göre fiziksel altyapı mevcut durum puanları anlamlı farklılık göstermektedir ($t_{(123)}=3,758$; $p=0,000<0,05$). Yeni teknolojiler ile ilgili eğitimler verenlerde fiziksel altyapı mevcut durum puanları ($\bar{x}=3,545$), yeni teknolojiler ile ilgili eğitimler vermeyenlerde fiziksel altyapı mevcut durum puanlarından ($\bar{x}=3,065$) yüksek bulunmuştur.

İşletmelerin yeni teknolojiler ile ilgili eğitimler verilmesine göre lojistik altyapı mevcut durum puanları anlamlı farklılık göstermektedir ($t_{(123)}=5,359$; $p=0,000<0,05$). Yeni teknolojiler ile ilgili eğitimler verenlerde lojistik altyapı mevcut durum puanları ($\bar{x}=3,067$), yeni teknolojiler ile ilgili eğitimler vermeyenlerde lojistik altyapı mevcut durum puanlarından ($\bar{x}=2,321$) yüksek bulunmuştur.

İşletmelerin yeni teknolojiler ile ilgili eğitimler verilmesine göre bilgi sistemleri genel mevcut durum puanları anlamlı farklılık göstermektedir ($t_{(123)}=6,509$; $p=0,000<0,05$). Yeni teknolojiler ile ilgili eğitimler verenlerde bilgi sistemleri genel mevcut durum puanları ($\bar{x}=3,983$), yeni teknolojiler ile ilgili eğitimler vermeyenlerde bilgi sistemleri genel mevcut durum puanlarından ($\bar{x}=3,301$) yüksek bulunmuştur.

İşletmelerin yeni teknolojiler ile ilgili eğitimler verilmesine göre veri entegrasyonu mevcut durum puanları anlamlı farklılık göstermektedir ($t_{(123)}=5,850$; $p=0,000<0,05$). Yeni teknolojiler ile ilgili eğitimler verenlerde veri entegrasyonu mevcut durum puanları ($\bar{x}=4,021$), yeni teknolojiler ile ilgili eğitimler vermeyenlerde veri entegrasyonu mevcut durum puanlarından ($\bar{x}=3,321$) yüksek bulunmuştur.

İşletmelerin yeni teknolojiler ile ilgili eğitimler verilmesine göre karar alma süreçlerinde veri kullanımı mevcut durum puanları anlamlı farklılık göstermektedir ($t_{(123)}=4,811$; $p=0,000<0,05$). Yeni teknolojiler ile ilgili eğitimler verenlerde karar alma süreçlerinde veri kullanımı mevcut durum puanları ($\bar{x}=3,945$), yeni teknolojiler ile ilgili eğitimler

vermeyenlerde karar alma süreçlerinde veri kullanımı mevcut durum puanlarından ($\bar{x}=3,282$) yüksek bulunmuştur.

İşletmelerin yeni teknolojiler ile ilgili eğitimler verilmesine göre kültür mevcut durum puanları anlamlı farklılık göstermektedir ($t_{(123)}=2,301$; $p=0,023<0,05$). Yeni teknolojiler ile ilgili eğitimler verenlerde kültür mevcut durum puanları ($\bar{x}=3,628$), yeni teknolojiler ile ilgili eğitimler vermeyenlerde kültür mevcut durum puanlarından ($\bar{x}=3,377$) yüksek bulunmuştur.

İşletmelerin insan kaynakları mevcut durum puanları yeni teknolojiler ile ilgili eğitimler verilmesine göre anlamlı farklılık göstermemektedir ($p>0,05$).

4.9. Tanımlayıcı Özellikler ve Mevcut Durum Puanları Arasında Korelasyon Analizi

Korelasyon analizine ilişkin sonuçlar Tablo 4.20’de yer almaktadır.

Tablo 4.20: Tanımlayıcı özellikler ve mevcut durum puanları arasında korelasyon analizi

		Toplam Çalışan Sayısı	Doktora	Yüksek Lisans	Lisans	Ön Lisans	Lise	Meslek Lisesi	İlk öğretim	Çalışan Mühendis Sayısı	Ar-Ge Çalışanı Sayısı
Organizasyon Yapısı Mevcut Durum	r	0,190*	0,106	0,045	0,106	0,131	0,158	-0,008	0,225*	0,012	0,092
	p	0,034	0,238	0,616	0,238	0,145	0,078	0,926	0,012	0,898	0,600
Kaynaklar Genel Mevcut Durum	r	0,160	0,285**	0,189*	0,147	0,268**	0,160	0,106	0,109	0,161	0,211
	p	0,076	0,001	0,035	0,103	0,003	0,075	0,241	0,225	0,072	0,224
İnsan Kaynakları Mevcut Durum	r	0,020	0,115	-0,014	-0,049	0,024	0,047	-0,027	0,066	0,003	0,016
	p	0,823	0,201	0,880	0,589	0,790	0,603	0,764	0,466	0,978	0,928
Fiziksel Altyapı Mevcut Durum	r	0,194*	0,328**	0,196*	0,130	0,278**	0,203*	0,129	0,082	0,184*	0,116
	p	0,031	0,000	0,028	0,148	0,002	0,023	0,152	0,364	0,040	0,508
Lojistik Altyapı Mevcut Durum	r	0,114	0,203*	0,156	0,136	0,216*	0,107	0,080	0,097	0,123	0,234
	p	0,204	0,023	0,082	0,130	0,016	0,236	0,374	0,283	0,171	0,177

Tablo 4.20: (devam ediyor)

Bilgi Sistemleri Genel Mevcut Durum	r	0,295**	0,308**	0,217*	0,318**	0,338**	0,275**	0,181*	0,209*	0,321**	0,468**
	p	0,001	0,000	0,015	0,000	0,000	0,002	0,043	0,019	0,000	0,005
Veri Entegrasyonu Mevcut Durum	r	0,258**	0,300**	0,212*	0,319**	0,303**	0,226*	0,148	0,183*	0,332**	0,497**
	p	0,004	0,001	0,017	0,000	0,001	0,011	0,099	0,041	0,000	0,002
Karar Alma Süreçlerinde Veri Kullanımı Mevcut Durum	r	0,245**	0,228*	0,160	0,227*	0,274**	0,241**	0,159	0,172	0,220*	0,248
	p	0,006	0,011	0,075	0,011	0,002	0,007	0,077	0,055	0,014	0,152
Kültür Mevcut Durum	r	0,133	0,186*	0,133	0,106	0,133	0,146	0,072	0,128	0,113	0,423*
	p	0,139	0,038	0,138	0,238	0,139	0,105	0,428	0,155	0,208	0,011

* $<0,05$; ** $<0,01$; Pearson Korelasyon Analizi

Tablo 4.20'ye göre toplam çalışan sayısı, doktora, yüksek lisans, lisans, ön lisans, lise, meslek lisesi, ilköğretim, çalışan mühendis sayısı, Ar-Ge çalışanı sayısı, organizasyon yapısı mevcut durum, kaynaklar genel mevcut durum, insan kaynakları mevcut durum, fiziksel altyapı mevcut durum, lojistik altyapı mevcut durum, bilgi sistemleri genel mevcut durum, veri entegrasyonu mevcut durum, karar alma süreçlerinde veri kullanımı mevcut durum, kültür mevcut durum, puanları arasında korelasyon analizleri incelendiğinde; organizasyon yapısı mevcut durum ile toplam çalışan sayısı arasında $r=0,19$ pozitif çok zayıf ($p=0,034<0,05$), organizasyon yapısı mevcut durum ile ilköğretim arasında $r=0,225$ pozitif çok zayıf ($p=0,012<0,05$), kaynaklar genel mevcut durum ile doktora arasında $r=0,285$ pozitif zayıf ($p=0,001<0,05$), kaynaklar genel mevcut durum ile yüksek lisans arasında $r=0,189$ pozitif çok zayıf ($p=0,035<0,05$), kaynaklar genel mevcut durum ile ön lisans arasında $r=0,268$ pozitif zayıf ($p=0,003<0,05$), fiziksel altyapı mevcut durum ile toplam çalışan sayısı arasında $r=0,194$ pozitif çok zayıf ($p=0,031<0,05$), fiziksel altyapı mevcut durum ile doktora arasında $r=0,328$ pozitif zayıf ($p=0,000<0,05$), fiziksel altyapı mevcut durum ile yüksek lisans arasında $r=0,196$ pozitif çok zayıf ($p=0,028<0,05$), fiziksel altyapı mevcut durum ile ön lisans arasında $r=0,278$ pozitif zayıf ($p=0,002<0,05$), fiziksel altyapı mevcut durum ile lise arasında $r=0,203$ pozitif çok zayıf ($p=0,023<0,05$), fiziksel altyapı mevcut durum ile çalışan mühendis sayısı arasında $r=0,184$ pozitif çok zayıf ($p=0,040<0,05$), lojistik altyapı mevcut durum ile doktora arasında $r=0,203$ pozitif çok zayıf ($p=0,023<0,05$), lojistik altyapı mevcut durum ile ön lisans arasında $r=0,216$ pozitif çok zayıf ($p=0,016<0,05$), bilgi sistemleri genel mevcut durum ile toplam çalışan sayısı

arasında $r=0,295$ pozitif zayıf ($p=0,001<0,05$), bilgi sistemleri genel mevcut durum ile doktora arasında $r=0,308$ pozitif zayıf ($p=0,000<0,05$), bilgi sistemleri genel mevcut durum ile yüksek lisans arasında $r=0,217$ pozitif çok zayıf ($p=0,015<0,05$), bilgi sistemleri genel mevcut durum ile lisans arasında $r=0,318$ pozitif zayıf ($p=0,000<0,05$), bilgi sistemleri genel mevcut durum ile ön lisans arasında $r=0,338$ pozitif zayıf ($p=0,000<0,05$), bilgi sistemleri genel mevcut durum ile lise arasında $r=0,275$ pozitif zayıf ($p=0,002<0,05$), bilgi sistemleri genel mevcut durum ile meslek lisesi arasında $r=0,181$ pozitif çok zayıf ($p=0,043<0,05$), bilgi sistemleri genel mevcut durum ile ilköğretim arasında $r=0,209$ pozitif çok zayıf ($p=0,019<0,05$), bilgi sistemleri genel mevcut durum ile çalışan mühendis sayısı arasında $r=0,321$ pozitif zayıf ($p=0,000<0,05$), veri entegrasyonu mevcut durum ile toplam çalışan sayısı arasında $r=0,258$ pozitif zayıf ($p=0,004<0,05$), veri entegrasyonu mevcut durum ile doktora arasında $r=0,3$ pozitif zayıf ($p=0,001<0,05$), veri entegrasyonu mevcut durum ile yüksek lisans arasında $r=0,212$ pozitif çok zayıf ($p=0,017<0,05$), veri entegrasyonu mevcut durum ile lisans arasında $r=0,319$ pozitif zayıf ($p=0,000<0,05$), veri entegrasyonu mevcut durum ile ön lisans arasında $r=0,303$ pozitif zayıf ($p=0,001<0,05$), veri entegrasyonu mevcut durum ile lise arasında $r=0,226$ pozitif çok zayıf ($p=0,011<0,05$), veri entegrasyonu mevcut durum ile ilköğretim arasında $r=0,183$ pozitif çok zayıf ($p=0,041<0,05$), veri entegrasyonu mevcut durum ile çalışan mühendis sayısı arasında $r=0,332$ pozitif zayıf ($p=0,000<0,05$), karar alma süreçlerinde veri kullanımı mevcut durum ile toplam çalışan sayısı arasında $r=0,245$ pozitif çok zayıf ($p=0,006<0,05$), karar alma süreçlerinde veri kullanımı mevcut durum ile doktora arasında $r=0,228$ pozitif çok zayıf ($p=0,011<0,05$), karar alma süreçlerinde veri kullanımı mevcut durum ile lisans arasında $r=0,227$ pozitif çok zayıf ($p=0,011<0,05$), karar alma süreçlerinde veri kullanımı mevcut durum ile ön lisans arasında $r=0,274$ pozitif zayıf ($p=0,002<0,05$), karar alma süreçlerinde veri kullanımı mevcut durum ile lise arasında $r=0,241$ pozitif çok zayıf ($p=0,007<0,05$), karar alma süreçlerinde veri kullanımı mevcut durum ile çalışan mühendis sayısı arasında $r=0,22$ pozitif çok zayıf ($p=0,014<0,05$), kültür mevcut durum ile doktora arasında $r=0,186$ pozitif çok zayıf ($p=0,038<0,05$) düzeyde korelasyon bulunmuştur. Diğer değişkenler arasındaki korelasyon ilişkileri istatistiksel olarak anlamlı değildir ($p>0,05$).

4.10. Önemin Tanımlayıcı Özelliklere Göre Karşılaştırılması

Bu kısımda işletmelerin Endüstri 4.0 uyumuna ne kadar önem verdiklerine ilişkin önem puanlarının tanımlayıcı özelliklerine göre karşılaştırması yapılmaktadır.

4.10.1. Önem Puanlarının Çalışan Mühendis Sayısına Göre Farklılaşma Durumu

Tek Yönlü Varyans Analizi ile önem puanlarının çalışan mühendis sayısına göre farklılaşma durumuna ait bulgular Tablo 4.21’de yer almaktadır.

Tablo 4.21: Önem puanlarının çalışan mühendis sayısına göre farklılaşma durumu

	Grup	N	Ort	Ss	F	p	Fark
Organizasyon Yapısı Önem	Yok	27	3,900	0,604	0,796	0,454	
	1-2	52	3,706	0,658			
	3 Ve Üzeri	46	3,780	0,666			
Kaynaklar Önem	Yok	27	3,986	0,704	4,881	0,009	2>1 3>1
	1-2	52	4,314	0,440			
	3 Ve Üzeri	46	4,390	0,557			
İnsan Kaynakları Önem	Yok	27	4,815	0,483	0,414	0,662	
	1-2	52	4,875	0,327			
	3 Ve Üzeri	46	4,804	0,441			
Fiziksel Altyapı Önem	Yok	27	3,852	0,837	2,782	0,066	
	1-2	52	4,196	0,623			
	3 Ve Üzeri	46	4,265	0,822			
Lojistik Altyapı Önem	Yok	27	3,877	1,060	4,219	0,017	2>1 3>1
	1-2	52	4,254	0,543			
	3 Ve Üzeri	46	4,367	0,616			
Bilgi Sistemleri Önem	Yok	27	3,994	0,735	3,905	0,023	3>1
	1-2	52	4,162	0,519			
	3 Ve Üzeri	46	4,359	0,457			
Veri Entegrasyonu Önem	Yok	27	3,907	0,747	9,307	0,000	2>1 3>1 3>2
	1-2	52	4,202	0,596			
	3 Ve Üzeri	46	4,515	0,471			
Karar Alma Süreçlerinde Veri Kullanımı Önem	Yok	27	4,080	0,826	0,347	0,708	
	1-2	52	4,122	0,539			
	3 Ve Üzeri	46	4,203	0,654			

Tablo 4.21: (devam ediyor)

Kültür Önem	Yok	27	4,532	0,439	0,384	0,682	
	1-2	52	4,623	0,381			
	3 Ve Üzeri	46	4,576	0,509			
Endüstri 4.0'a Genel Bakış ve Engeller	Yok	27	3,284	0,902	2,007	0,139	
	1-2	52	3,453	0,967			
	3 Ve Üzeri	46	3,713	0,888			

Tablo 4.21'e göre işletmelerin çalışan mühendis sayısına göre kaynaklar önem puanları anlamlı farklılık göstermektedir ($F_{(2, 122)}=4,881$; $p=0,009<0,05$). Farkın nedeni; çalışan mühendis sayısı 1-2 olanların kaynaklar önem puanlarının ($\bar{x}=4,314$), çalışan mühendis olmayanların kaynaklar önem puanlarından ($\bar{x}=3,986$) yüksek olmasıdır. Çalışan mühendis sayısı 3 ve üzeri olanların kaynaklar önem puanlarının ($\bar{x}=4,390$), çalışan mühendis olmayanların kaynaklar önem puanlarından ($\bar{x}=3,986$) yüksek olmasıdır.

İşletmelerin çalışan mühendis sayısına göre lojistik altyapı önem puanları anlamlı farklılık göstermektedir ($F_{(2, 122)}=4,219$; $p=0,017<0,05$). Farkın nedeni; çalışan mühendis sayısı 1-2 olanların lojistik altyapı önem puanlarının ($\bar{x}=4,254$), çalışan mühendis olmayanların lojistik altyapı önem puanlarından ($\bar{x}=3,877$) yüksek olmasıdır. Çalışan mühendis sayısı 3 ve üzeri olanların lojistik altyapı önem puanlarının ($\bar{x}=4,367$), çalışan mühendis olmayanların lojistik altyapı önem puanlarından ($\bar{x}=3,877$) yüksek olmasıdır.

İşletmelerin çalışan mühendis sayısına göre bilgi sistemleri önem puanları anlamlı farklılık göstermektedir ($F_{(2, 122)}=3,905$; $p=0,023<0,05$). Farkın nedeni; çalışan mühendis sayısı 3 ve üzeri olanların bilgi sistemleri önem puanlarının ($\bar{x}=4,359$), çalışan mühendis olmayanların bilgi sistemleri önem puanlarından ($\bar{x}=3,994$) yüksek olmasıdır.

İşletmelerin çalışan mühendis sayısına göre veri entegrasyonu önem puanları anlamlı farklılık göstermektedir ($F_{(2, 122)}=9,307$; $p=0,000<0,05$). Farkın nedeni; çalışan mühendis sayısı 1-2 olanların veri entegrasyonu önem puanlarının ($\bar{x}=4,202$), çalışan mühendis olmayanların veri entegrasyonu önem puanlarından ($\bar{x}=3,907$) yüksek olmasıdır. Çalışan mühendis sayısı 3 ve üzeri olanların veri entegrasyonu önem puanlarının ($\bar{x}=4,515$), çalışan mühendis olmayanların veri entegrasyonu önem puanlarından ($\bar{x}=3,907$) yüksek olmasıdır. Çalışan mühendis sayısı 3 ve üzeri olanların veri entegrasyonu önem puanlarının

($\bar{x}$ =4,515), çalışan mühendis sayısı 1-2 olanların veri entegrasyonu önem puanlarından ($\bar{x}$ =4,202) yüksek olmasıdır.

İşletmelerin organizasyon yapısı önem, insan kaynakları önem, fiziksel altyapı önem, karar alma süreçlerinde veri kullanımı önem, kültür önem, Endüstri 4.0'a genel bakış ve engeller puanları çalışan mühendis sayısına göre anlamlı farklılık göstermemektedir ($p>0,05$).

Önem puanlarının Ar-Ge departmanı varlığına göre farklılaşma durumu aşağıda tabloda yer almaktadır.

4.10.2. Önem Puanlarının Ar-Ge Departmanı Varlığına Göre Farklılaşma Durumu

Bağımsız Gruplar T-Testi ile önem puanlarının Ar-Ge departmanı varlığına göre farklılaşma durumuna ait bulgular Tablo 4.22'de yer almaktadır.

Tablo 4.22: Önem puanlarının Ar-Ge departmanı varlığına göre farklılaşma durumu

	Grup	N	Ort	Ss	t	sd	p
Organizasyon Yapısı Önem	Evet	29	3,924	0,597	1,416	123	0,159
	Hayır	96	3,730	0,660			
Kaynaklar Önem	Evet	29	4,362	0,569	0,990	123	0,324
	Hayır	96	4,244	0,565			
İnsan Kaynakları Önem	Evet	29	4,741	0,577	-1,440	123	0,281
	Hayır	96	4,865	0,336			
Fiziksel Altyapı Önem	Evet	29	4,269	0,822	0,985	123	0,327
	Hayır	96	4,110	0,740			
Lojistik Altyapı Önem	Evet	29	4,330	0,676	0,974	123	0,332
	Hayır	96	4,179	0,741			
Bilgi Sistemleri Önem	Evet	29	4,359	0,458	1,768	123	0,079
	Hayır	96	4,149	0,587			

Tablo 4.22: (devam ediyor)

Karar Alma Süreçlerinde Veri Kullanımı Önem	Evet	29	4,287	0,498	1,376	123	0,171
	Hayır	96	4,099	0,684			
Kültür Önem	Evet	29	4,647	0,366	0,841	123	0,402
	Hayır	96	4,568	0,463			
Endüstri 4.0'a Genel Bakış ve Engeller Önem	Evet	29	3,674	0,977	1,070	123	0,287
	Hayır	96	3,463	0,918			

Tablo 4.22'ye göre işletmelerin organizasyon yapısı önem, kaynaklar önem, insan kaynakları önem, fiziksel altyapı önem, lojistik altyapı önem, bilgi sistemleri önem, veri entegrasyonu önem, karar alma süreçlerinde veri kullanımı önem, kültür önem, Endüstri 4.0'a genel bakış ve engeller önem puanları Ar-Ge departmanı varlığına göre anlamlı farklılık göstermemektedir ($p>0,05$).

4.10.3. Önem Puanlarının Ar-Ge Çalışanı Varlığına Göre Farklılaşma Durumu

Bağımsız Gruplar T-Testi ile önem puanlarının Ar-Ge çalışanı varlığına göre farklılaşma durumuna ait bulgular Tablo 4.23'de yer almaktadır.

Tablo 4.23: Önem puanlarının Ar-Ge çalışanı varlığına göre farklılaşma durumu

	Grup	N	Ort	Ss	t	sd	p
Organizasyon Yapısı Önem	Evet	35	3,989	0,583	2,333	123	0,021
	Hayır	90	3,692	0,657			
Kaynaklar Önem	Evet	35	4,361	0,548	1,107	123	0,270
	Hayır	90	4,236	0,571			
İnsan Kaynakları Önem	Evet	35	4,786	0,533	- 0,864	123	0,389
	Hayır	90	4,856	0,345			

Tablo 4.23: (devam ediyor)

Bilgi Sistemleri Önem	Evet	35	4,369	0,471	2,141	123	0,034
	Hayır	90	4,132	0,587			
Veri Entegrasyonu Önem	Evet	35	4,419	0,611	1,853	123	0,066
	Hayır	90	4,189	0,628			
Karar Alma Süreçlerinde Veri Kullanımı Önem	Evet	35	4,319	0,487	1,917	123	0,029
	Hayır	90	4,074	0,692			
Kültür Önem	Evet	35	4,657	0,363	1,123	123	0,264
	Hayır	90	4,558	0,468			
Endüstri 4.0'a Genel Bakış ve Engeller Önem	Evet	35	3,537	1,029	0,183	123	0,855
	Hayır	90	3,503	0,898			

Tablo 4.23'e göre işletmelerin Ar-Ge çalışanı varlığına göre organizasyon yapısı önem puanları anlamlı farklılık göstermektedir ($t_{(123)}=2,333$; $p=0,021<0,05$). Ar-Ge çalışanı olanların organizasyon yapısı önem puanları ($\bar{x}=3,989$), Ar-Ge çalışanı olmayanların organizasyon yapısı önem puanlarından ($\bar{x}=3,692$) yüksek bulunmuştur.

İşletmelerin Ar-Ge çalışanı varlığına göre bilgi sistemleri önem puanları anlamlı farklılık göstermektedir ($t_{(123)}=2,141$; $p=0,034<0,05$). Ar-Ge çalışanı olanların bilgi sistemleri önem puanları ($\bar{x}=4,369$), Ar-Ge çalışanı olmayanların bilgi sistemleri önem puanlarından ($\bar{x}=4,132$) yüksek bulunmuştur.

İşletmelerin Ar-Ge çalışanı varlığına göre karar alma süreçlerinde veri kullanımı önem puanları anlamlı farklılık göstermektedir ($t_{(123)}=1,917$; $p=0,029<0,05$). Ar-Ge çalışanı olanların karar alma süreçlerinde veri kullanımı önem puanları ($\bar{x}=4,319$), Ar-Ge çalışanı olmayanların karar alma süreçlerinde veri kullanımı önem puanlarından ($\bar{x}=4,074$) yüksek bulunmuştur.

İşletmelerin kaynaklar önem, insan kaynakları önem, fiziksel altyapı önem, lojistik altyapı önem, veri entegrasyonu önem, kültür önem, Endüstri 4.0'a genel bakış ve engeller önem puanları Ar-Ge çalışanı varlığına göre anlamlı farklılık göstermemektedir ($p>0,05$).

4.10.4. Önem Puanlarının Endüstri 4.0 Alanında Çalışan Mühendis Varlığına Göre Farklılaşma Durumu

Bağımsız Gruplar T-Testi ile önem puanlarının Endüstri 4.0 alanında çalışan mühendis varlığına göre farklılaşma durumuna ait bulgular Tablo 4.24’de yer almaktadır.

Tablo 4.24: Önem puanlarının Endüstri 4.0 alanında çalışan mühendis varlığına göre farklılaşma durumu

	Grup	N	Ort	Ss	t	sd	p
Organizasyon Yapısı Önem	Evet	25	3,996	0,558	1,923	123	0,057
	Hayır	100	3,720	0,661			
Kaynaklar Önem	Evet	25	4,605	0,391	3,444	123	0,001
	Hayır	100	4,188	0,573			
İnsan Kaynakları Önem	Evet	25	4,780	0,502	-0,771	123	0,442
	Hayır	100	4,850	0,379			
Fiziksel Altyapı Önem	Evet	25	4,560	0,473	3,145	123	0,000
	Hayır	100	4,044	0,784			
Lojistik Altyapı Önem	Evet	25	4,591	0,510	2,990	123	0,003
	Hayır	100	4,120	0,744			
Bilgi Sistemleri Önem	Evet	25	4,547	0,350	3,614	123	0,000
	Hayır	100	4,111	0,576			
Veri Entegrasyonu Önem	Evet	25	4,627	0,519	3,459	123	0,001
	Hayır	100	4,160	0,622			
Karar Alma Süreçlerinde Veri Kullanımı Önem	Evet	25	4,467	0,366	2,873	123	0,000
	Hayır	100	4,062	0,679			
Kültür Önem	Evet	25	4,725	0,308	1,773	123	0,028
	Hayır	100	4,551	0,464			
Endüstri 4.0’a Genel Bakış ve Engeller Önem	Evet	25	3,484	0,958	-0,165	123	0,870
	Hayır	100	3,519	0,931			

Tablo 4.24’e göre işletmelerin Endüstri 4.0 alanında çalışan mühendis varlığına göre kaynaklar önem puanları anlamlı farklılık göstermektedir ($t_{(123)}=3,444$; $p=0,001<0,05$). Endüstri 4.0 alanında çalışan mühendis olanların kaynaklar önem puanları ($\bar{x}=4,605$), endüstri 4.0 alanında çalışan mühendis olmayanların kaynaklar önem puanlarından ($\bar{x}=4,188$) yüksek bulunmuştur.

İşletmelerin Endüstri 4.0 alanında çalışan mühendis varlığına göre fiziksel altyapı önem puanları anlamlı farklılık göstermektedir ($t_{(123)}=3,145$; $p=0,000<0,05$). Endüstri 4.0 alanında çalışan mühendis olanların fiziksel altyapı önem puanları ($\bar{x}=4,560$), endüstri 4.0 alanında çalışan mühendis olmayanların fiziksel altyapı önem puanlarından ($\bar{x}=4,044$) yüksek bulunmuştur.

İşletmelerin Endüstri 4.0 alanında çalışan mühendis varlığına göre lojistik altyapı önem puanları anlamlı farklılık göstermektedir ($t_{(123)}=2,990$; $p=0,003<0,05$). Endüstri 4.0 alanında çalışan mühendis olanların lojistik altyapı önem puanları ($\bar{x}=4,591$), endüstri 4.0 alanında çalışan mühendis olmayanların lojistik altyapı önem puanlarından ($\bar{x}=4,120$) yüksek bulunmuştur.

İşletmelerin Endüstri 4.0 alanında çalışan mühendis varlığına göre bilgi sistemleri önem puanları anlamlı farklılık göstermektedir ($t_{(123)}=3,614$; $p=0,000<0,05$). Endüstri 4.0 alanında çalışan mühendis olanların bilgi sistemleri önem puanları ($\bar{x}=4,547$), Endüstri 4.0 alanında çalışan mühendis olmayanların bilgi sistemleri önem puanlarından ($\bar{x}=4,111$) yüksek bulunmuştur.

İşletmelerin Endüstri 4.0 alanında çalışan mühendis varlığına göre veri entegrasyonu önem puanları anlamlı farklılık göstermektedir ($t_{(123)}=3,459$; $p=0,001<0,05$). Endüstri 4.0 alanında çalışan mühendis olanların veri entegrasyonu önem puanları ($\bar{x}=4,627$), endüstri 4.0 alanında çalışan mühendis olmayanların veri entegrasyonu önem puanlarından ($\bar{x}=4,160$) yüksek bulunmuştur.

İşletmelerin Endüstri 4.0 alanında çalışan mühendis varlığına göre karar alma süreçlerinde veri kullanımı önem puanları anlamlı farklılık göstermektedir ($t_{(123)}=2,873$; $p=0,000<0,05$). Endüstri 4.0 alanında çalışan mühendis olanların karar alma süreçlerinde veri kullanımı önem puanları ($\bar{x}=4,467$), endüstri 4.0 alanında çalışan mühendis olmayanların karar alma süreçlerinde veri kullanımı önem puanlarından ($\bar{x}=4,062$) yüksek bulunmuştur.

İşletmelerin Endüstri 4.0 alanında çalışan mühendis varlığına göre kültür önem puanları anlamlı farklılık göstermektedir ($t_{(123)}=1,773$; $p=0,028<0,05$). Endüstri 4.0 alanında çalışan

mühendis olanların kültür önem puanları ($\bar{x}=4,725$), endüstri 4.0 alanında çalışan mühendis olmayanların kültür önem puanlarından ($\bar{x}=4,551$) yüksek bulunmuştur.

İşletmelerin organizasyon yapısı önem, insan kaynakları önem, Endüstri 4.0'a genel bakış ve engeller puanları Endüstri 4.0 alanında çalışan mühendis varlığına göre anlamlı farklılık göstermemektedir ($p>0,05$).

4.10.5. Önem Puanlarının Sektöre Göre Farklılaşma Durumu

Tek Yönlü Varyans Analizi ile önem puanlarının sektöre göre farklılaşma durumuna ait bulgular Tablo 4.25'de yer almaktadır.

Tablo 4.25: Önem puanlarının sektöre göre farklılaşma durumu

	Grup	N	Ort	Ss	F	p	Fark
Organizasyon Yapısı Önem	Demir-çelik	44	3,580	0,714	2,327	0,060	
	Orman Ürünleri	17	3,882	0,641			
	Plastik Makine Metal	23	3,704	0,525			
	Tekstil	14	4,021	0,518			
	Diğer	27	3,959	0,633			
Kaynaklar Önem	Demir-çelik	44	4,320	0,484	1,544	0,194	
	Orman Ürünleri	17	4,011	0,651			
	Plastik Makine Metal	23	4,201	0,694			
	Tekstil	14	4,464	0,483			
	Diğer	27	4,315	0,527			
İnsan Kaynakları Önem	Demir-çelik	44	4,886	0,302	1,767	0,140	
	Orman Ürünleri	17	4,941	0,243			
	Plastik Makine Metal	23	4,652	0,573			
	Tekstil	14	4,893	0,289			
	Diğer	27	4,815	0,483			

Tablo 4.25: (devam ediyor)

Fiziksel Altyapı Önem	Demir-çelik	44	4,086	0,753	0,638	0,637	
	Orman Ürünleri	17	3,977	0,848			
	Plastik Makine Metal	23	4,183	0,612			
	Tekstil	14	4,371	0,714			
	Diğer	27	4,207	0,862			
Lojistik Altyapı Önem	Demir-çelik	44	4,323	0,561	1,963	0,104	
	Orman Ürünleri	17	3,824	0,828			
	Plastik Makine Metal	23	4,111	0,986			
	Tekstil	14	4,421	0,726			
	Diğer	27	4,263	0,580			
Bilgi Sistemleri Önem	Demir-çelik	44	4,163	0,545	1,965	0,104	
	Orman Ürünleri	17	3,941	0,661			
	Plastik Makine Metal	23	4,272	0,563			
	Tekstil	14	4,482	0,360			
	Diğer	27	4,207	0,579			
Veri Entegrasyonu Önem	Demir-çelik	44	4,277	0,584	1,843	0,125	
	Orman Ürünleri	17	3,912	0,773			
	Plastik Makine Metal	23	4,362	0,557			
	Tekstil	14	4,452	0,342			
	Diğer	27	4,235	0,727			
Karar Alma Süreçlerinde Veri Kullanımı Önem	Demir-çelik	44	4,049	0,707	1,744	0,145	
	Orman Ürünleri	17	3,971	0,720			
	Plastik Makine Metal	23	4,181	0,641			
	Tekstil	14	4,512	0,545			
	Diğer	27	4,179	0,504			
Kültür Önem	Demir-çelik	44	4,432	0,549	2,872	0,026	2>1 3>1 5>1
	Orman Ürünleri	17	4,684	0,283			
	Plastik Makine Metal	23	4,723	0,351			
	Tekstil	14	4,500	0,354			
	Diğer	27	4,704	0,367			
Endüstri 4.0'a Genel Bakış	Demir-çelik	44	3,631	0,927	1,642	0,168	
	Orman Ürünleri	17	3,222	0,865			
	Plastik Makine Metal	23	3,536	0,944			
	Tekstil	14	3,897	0,747			
	Diğer	27	3,280	1,009			

Tablo 4.25'e göre işletmelerin sektöre göre kültür önem puanları anlamlı farklılık göstermektedir ($F_{(4, 120)}=2,872$; $p=0,026<0,05$). Farkın nedeni; sektör orman ürünleri olanların kültür önem puanlarının ($\bar{x}=4,684$), sektör demir-çelik olanların kültür önem puanlarından ($\bar{x}=4,432$) yüksek olmasıdır. Sektör plastik makine metal olanların kültür önem puanlarının ($\bar{x}=4,723$), sektör demir-çelik olanların kültür önem puanlarından ($\bar{x}=4,432$) yüksek olmasıdır. Diğer sektörde olanların kültür önem puanlarının ($\bar{x}=4,704$), sektör demir-çelik olanların kültür önem puanlarından ($\bar{x}=4,432$) yüksek olmasıdır.

İşletmelerin organizasyon yapısı önem, kaynaklar önem, insan kaynakları önem, fiziksel altyapı önem, lojistik altyapı önem, bilgi sistemleri önem, veri entegrasyonu önem, karar alma süreçlerinde veri kullanımı önem, Endüstri 4.0'a genel bakış ve engeller puanları sektöre göre anlamlı farklılık göstermemektedir ($p>0,05$).

4.10.6. Önem Puanlarının Son 3 Yıl İçerisindeki Ortalama Ciroya Göre Farklılaşma Durumu

Tek Yönlü Varyans Analizi ile önem puanlarının son 3 yıl içerisindeki ortalama ciroya göre farklılaşma durumuna ait bulgular Tablo 4.26'da yer almaktadır.

Tablo 4.26: Önem puanlarının son 3 yıl içerisindeki ortalama ciroya göre farklılaşma durumu

	Grup	N	Ort	Ss	F	p	Fark
Organizasyon Yapısı Önem	0 -8000000	22	3,932	0,561	2,140	0,080	
	8000001- 20000000	22	4,018	0,649			
	20000001- 30000000	12	3,783	0,744			
	30000001- 40000000	15	3,807	0,730			
	40000001 Ve Üzeri	54	3,602	0,610			
Kaynaklar Önem	0- 8000000	22	4,159	0,460	2,367	0,057	
	8000001 -20000000	22	4,108	0,758			
	20000001 -30000000	12	4,010	0,845			
	30000001- 40000000	15	4,417	0,398			
	40000001 Ve Üzeri	54	4,401	0,438			
İnsan Kaynakları Önem	0 -8000000	22	4,955	0,213	0,825	0,512	
	8000001 -20000000	22	4,796	0,504			
	20000001 -30000000	12	4,917	0,289			
	30000001 -40000000	15	4,767	0,563			
	40000001 Ve Üzeri	54	4,806	0,394			

Tablo 4.26: (devam ediyor)

Fiziksel Altyapı Önem	0 -8000000	22	4,109	0,919	1,340	0,259	
	8000001 -20000000	22	3,909	0,841			
	20000001 -30000000	12	3,933	0,841			
	30000001 -40000000	15	4,360	0,606			
	40000001 Ve Üzeri	54	4,248	0,658			
Lojistik Altyapı Önem	0 -8000000	22	4,010	0,620	2,538	0,043	5>1 5>3
	8000001 -20000000	22	4,066	1,020			
	20000001 -30000000	12	3,852	1,137			
	30000001 -40000000	15	4,370	0,382			
	40000001 Ve Üzeri	54	4,395	0,517			
Bilgi Sistemleri Önem	0 -8000000	22	4,046	0,606	1,545	0,193	
	8000001 -20000000	22	4,133	0,573			
	20000001- 30000000	12	3,993	0,834			
	30000001- 40000000	15	4,244	0,556			
	40000001 Ve Üzeri	54	4,319	0,456			
Veri Entegrasyonu Önem	0 -8000000	22	4,076	0,703	1,710	0,152	
	8000001- 20000000	22	4,273	0,616			
	20000001 -30000000	12	3,958	0,789			
	30000001 -40000000	15	4,256	0,734			
	40000001 Ve Üzeri	54	4,383	0,509			
Karar Alma Süreçlerinde Veri Kullanımı Önem	0 -8000000	22	4,015	0,672	1,092	0,364	
	8000001 -20000000	22	3,992	0,623			
	20000001- 30000000	12	4,028	0,969			
	30000001 -40000000	15	4,233	0,483			
	40000001 Ve Üzeri	54	4,256	0,600			
Kültür Önem	0- 8000000	22	4,608	0,377	0,156	0,960	
	8000001 -20000000	22	4,636	0,325			
	20000001 -30000000	12	4,594	0,489			
	30000001 -40000000	15	4,592	0,434			
	40000001 Ve Üzeri	54	4,553	0,507			
Endüstri 4.0'a Genel Bakış	0 -8000000	22	3,763	0,825	0,852	0,495	
	8000001- 20000000	22	3,293	0,862			
	20000001- 30000000	12	3,463	0,959			
	30000001 -40000000	15	3,674	1,078			
	40000001 Ve Üzeri	54	3,465	0,958			

Tablo 4.26'ya göre işletmelerin son 3 yıl içerisindeki ortalama ciroya göre lojistik altyapı önem puanları anlamlı farklılık göstermektedir ($F_{(4, 120)}=2,538$; $p=0,043<0,05$). Farkın nedeni; son 3 yıl içerisindeki ortalama ciro 40000001 ve üzeri olanların lojistik altyapı önem puanlarının ($\bar{x}=4,395$), son 3 yıl içerisindeki ortalama ciro 0-8000000 olanların lojistik altyapı önem puanlarından ($\bar{x}=4,010$) yüksek olmasıdır. Son 3 yıl içerisindeki ortalama ciro 40000001 ve üzeri olanların lojistik altyapı önem puanlarının ($\bar{x}=4,395$), son 3 yıl içerisindeki ortalama ciro 20000001-30000000 olanların lojistik altyapı önem puanlarından ($\bar{x}=3,852$) yüksek olmasıdır.

İşletmelerin organizasyon yapısı önem, kaynaklar önem, insan kaynakları önem, fiziksel altyapı önem, bilgi sistemleri önem, veri entegrasyonu önem, karar alma süreçlerinde veri kullanımı önem, kültür önem, Endüstri 4.0'a genel bakış ve engeller puanları son 3 yıl içerisindeki ortalama ciroya göre anlamlı farklılık göstermemektedir ($p>0,05$).

4.10.7. Önem Puanlarının Son 5 Yıldaki Kârlılık Trendine Göre Farklılaşma Durumu

Tek Yönlü Varyans Analizi ile önem puanlarının son 5 yıldaki kârlılık trendine göre farklılaşma durumuna ait bulgular Tablo 4.27'de yer almaktadır.

Tablo 4.27: Önem puanlarının son 5 yıldaki kârlılık trendine göre farklılaşma durumu

	Grup	N	Ort	Ss	F	p	Fark
Organizasyon Yapısı Önem	Artışta	91	3,769	0,641	0,518	0,597	
	Azalışta	14	3,657	0,649			
	Sabit	20	3,885	0,701			
Kaynaklar Önem	Artışta	91	4,316	0,564	2,243	0,111	
	Azalışta	14	4,326	0,365			
	Sabit	20	4,028	0,646			
İnsan Kaynakları Önem	Artışta	91	4,857	0,375	1,395	0,252	
	Azalışta	14	4,893	0,289			
	Sabit	20	4,700	0,571			
Fiziksel Altyapı Önem	Artışta	91	4,150	0,777	0,723	0,488	
	Azalışta	14	4,329	0,585			
	Sabit	20	4,010	0,791			

Tablo 4.27: (devam ediyor)

Lojistik Altyapı Önem	Artışta	91	4,288	0,671	2,539	0,083	
	Azalışta	14	4,198	0,595			
	Sabit	20	3,889	0,966			
Bilgi Sistemleri Önem	Artışta	91	4,253	0,545	1,869	0,159	
	Azalışta	14	4,137	0,536			
	Sabit	20	3,992	0,648			
Veri Entegrasyonu Önem	Artışta	91	4,337	0,580	3,082	0,049	1>3
	Azalışta	14	4,060	0,646			
	Sabit	20	4,008	0,764			
Karar Alma Süreçlerinde Veri Kullanımı Önem	Artışta	91	4,169	0,637	0,824	0,441	
	Azalışta	14	4,214	0,590			
	Sabit	20	3,975	0,742			
Kültür Önem	Artışta	91	4,614	0,452	1,535	0,220	
	Azalışta	14	4,393	0,490			
	Sabit	20	4,594	0,334			
Endüstri 4.0'a Genel Bakış	Artışta	91	3,448	0,966	1,748	0,178	
	Azalışta	14	3,421	0,777			
	Sabit	20	3,867	0,827			

Tablo 4.27'ye göre işletmelerin son 5 yıldaki kârlılık trendine göre veri entegrasyonu önem puanları anlamlı farklılık göstermektedir ($F_{(2, 122)}=3,082$; $p=0,049<0,05$). Farkın nedeni; artışta olanların veri entegrasyonu önem puanlarının ($\bar{x}=4,337$), sabit olanların veri entegrasyonu önem puanlarından ($\bar{x}=4,008$) yüksek olmasıdır.

İşletmelerin organizasyon yapısı önem, kaynaklar önem, insan kaynakları önem, fiziksel altyapı önem, lojistik altyapı önem, bilgi sistemleri önem, karar alma süreçlerinde veri kullanımı önem, kültür önem, Endüstri 4.0'a genel bakış ve engeller puanları son 5 yıldaki kârlılık trendine göre anlamlı farklılık göstermemektedir ($p>0,05$).

4.10.8. Önem Puanlarının Faaliyet Kapsamına Göre Farklılaşma Durumu

Bağımsız Gruplar T-Testi ile önem puanlarının faaliyet kapsamına göre farklılaşma durumuna ait bulgular Tablo 4.28'de yer almaktadır.

Tablo 4.28: Önem puanlarının faaliyet kapsamına göre farklılaşma durumu

	Grup	N	Ort	Ss	t	sd	p
Organizasyon Yapısı Önem	Ulusal ve Yerel Bölgesel Ölçekte	43	3,640	0,626	-	1,706	0,091
	Uluslararası Ölçekte	82	3,846	0,653	1,706		
Kaynaklar Önem	Ulusal ve Yerel Bölgesel Ölçekte	43	4,193	0,574	-	1,113	0,268
	Uluslararası Ölçekte	82	4,312	0,560	1,113		
İnsan Kaynakları Önem	Ulusal ve Yerel Bölgesel Ölçekte	43	4,872	0,329	-	0,719	0,473
	Uluslararası Ölçekte	82	4,817	0,441	0,719		
Fiziksel Altyapı Önem	Ulusal ve Yerel Bölgesel Ölçekte	43	3,972	0,837	-	1,886	0,062
	Uluslararası Ölçekte	82	4,239	0,704	1,886		
Lojistik Altyapı Önem	Ulusal ve Yerel Bölgesel Ölçekte	43	4,165	0,773	-	0,543	0,588
	Uluslararası Ölçekte	82	4,240	0,705	0,543		
Bilgi Sistemleri Önem	Ulusal ve Yerel Bölgesel Ölçekte	43	3,936	0,594	-	3,971	0,000
	Uluslararası Ölçekte	82	4,335	0,500	3,971		
Veri Entegrasyonu Önem	Ulusal ve Yerel Bölgesel Ölçekte	43	3,981	0,677	-	3,680	0,000
	Uluslararası Ölçekte	82	4,396	0,556	3,680		
Karar Alma Süreçlerinde Veri Kullanımı Önem	Ulusal ve Yerel Bölgesel Ölçekte	43	3,892	0,682	-	3,255	0,001
	Uluslararası Ölçekte	82	4,274	0,593	3,255		
Kültür Önem	Ulusal ve Yerel Bölgesel Ölçekte	43	4,509	0,372	-	1,421	0,158
	Uluslararası Ölçekte	82	4,627	0,472	1,421		
Endüstri 4.0'a Genel Bakış ve Engeller Önem	Ulusal ve Yerel Bölgesel Ölçekte	43	3,574	0,982	-	0,534	0,595
	Uluslararası Ölçekte	82	3,480	0,910	0,534		

Tablo 4.28'e göre işletmelerin faaliyet kapsamına göre bilgi sistemleri önem puanları anlamlı farklılık göstermektedir ($t_{(123)}=-3,971$; $p=0,000<0,05$). Faaliyet kapsamı uluslararası ölçekte olanların bilgi sistemleri önem puanları ($\bar{x}=4,335$), faaliyet kapsamı ulusal ve yerel bölgesel ölçekte olanların bilgi sistemleri önem puanlarından ($\bar{x}=3,936$) yüksek bulunmuştur.

İşletmelerin faaliyet kapsamına göre veri entegrasyonu önem puanları anlamlı farklılık göstermektedir ($t_{(123)}=-3,680$; $p=0,000<0,05$). Faaliyet kapsamı uluslararası ölçekte olanların veri entegrasyonu önem puanları ($\bar{x}=4,396$), faaliyet kapsamı ulusal ve yerel

bölgesel ölçekte olanların veri entegrasyonu önem puanlarından ($\bar{x}=3,981$) yüksek bulunmuştur.

İşletmelerin faaliyet kapsamına göre karar alma süreçlerinde veri kullanımı önem puanları anlamlı farklılık göstermektedir ($t_{(123)}=-3,255$; $p=0,001<0,05$). Faaliyet kapsamı uluslararası ölçekte olanların karar alma süreçlerinde veri kullanımı önem puanları ($\bar{x}=4,274$), faaliyet kapsamı ulusal ve yerel bölgesel ölçekte olanların karar alma süreçlerinde veri kullanımı önem puanlarından ($\bar{x}=3,892$) yüksek bulunmuştur.

İşletmelerin organizasyon yapısı önem, kaynaklar önem, insan kaynakları önem, fiziksel altyapı önem, lojistik altyapı önem, kültür önem, Endüstri 4.0'a genel bakış ve engeller puanları faaliyet kapsamına göre anlamlı farklılık göstermemektedir ($p>0,05$).

4.10.9. Önem Puanlarının Hızlı veya Esnek Üretim Metodolojileri İçin Uygunluğa Göre Farklılaşma Durumu

Tek Yönlü Varyans Analizi ile önem puanlarının hızlı veya esnek üretim metodolojileri için uygunluğa göre farklılaşma durumuna ait bulgular Tablo 4.29'da yer almaktadır.

Tablo 4.29: Önem puanlarının hızlı veya esnek üretim metodolojileri için uygunluğa göre farklılaşma durumu

	Grup	N	Ort	Ss	F	p	Fark
Organizasyon Yapısı Önem	Hızlı Üretim	24	3,467	0,526	8,312	0,000	3>1 3>2
	Esnek Üretim	44	3,639	0,609			
	Hızlı Ve Esnek Üretim	57	4,011	0,650			
Kaynaklar Önem	Hızlı Üretim	24	4,284	0,576	0,516	0,598	
	Esnek Üretim	44	4,203	0,658			
	Hızlı Ve Esnek Üretim	57	4,318	0,483			
İnsan Kaynakları Önem	Hızlı Üretim	24	4,771	0,510	0,855	0,428	
	Esnek Üretim	44	4,807	0,392			
	Hızlı Ve Esnek Üretim	57	4,886	0,366			
Fiziksel Altyapı Önem	Hızlı Üretim	24	4,308	0,479	0,940	0,394	
	Esnek Üretim	44	4,046	0,954			
	Hızlı Ve Esnek Üretim	57	4,158	0,682			
Lojistik Altyapı Önem	Hızlı Üretim	24	4,162	0,901	0,435	0,648	
	Esnek Üretim	44	4,157	0,721			
	Hızlı Ve Esnek Üretim	57	4,281	0,655			

Tablo 4.29: (devam ediyor)

Bilgi Sistemleri Önem	Hızlı Üretim	24	4,125	0,669	0,804	0,450	
	Esnek Üretim	44	4,148	0,619			
	Hızlı Ve Esnek Üretim	57	4,268	0,469			
Veri Entegrasyonu Önem	Hızlı Üretim	24	4,153	0,677	0,400	0,671	
	Esnek Üretim	44	4,261	0,692			
	Hızlı Ve Esnek Üretim	57	4,290	0,562			
Karar Alma Süreçlerinde Veri Kullanımı Önem	Hızlı Üretim	24	4,097	0,791	1,403	0,250	
	Esnek Üretim	44	4,034	0,723			
	Hızlı Ve Esnek Üretim	57	4,246	0,502			
Kültür Önem	Hızlı Üretim	24	4,521	0,410	0,372	0,690	
	Esnek Üretim	44	4,585	0,513			
	Hızlı Ve Esnek Üretim	57	4,614	0,398			
Endüstri 4.0'a Genel Bakış ve Engeller Önem	Hızlı Üretim	24	3,389	0,980	0,768	0,466	
	Esnek Üretim	44	3,434	0,933			
	Hızlı Ve Esnek Üretim	57	3,624	0,916			

Tablo 4.29'a göre işletmelerin hızlı veya esnek üretim metodolojileri için uygunluğa göre organizasyon yapısı önem puanları anlamlı farklılık göstermektedir ($F_{(2, 122)}=8,312$; $p=0,000<0,05$). Farkın nedeni; hızlı ve esnek üretim olanların organizasyon yapısı önem puanlarının ($\bar{x}=4,011$), hızlı üretim olanların organizasyon yapısı önem puanlarından ($\bar{x}=3,467$) yüksek olmasıdır. Hızlı ve esnek üretim olanların organizasyon yapısı önem puanlarının ($\bar{x}=4,011$), esnek üretim olanların organizasyon yapısı önem puanlarından ($\bar{x}=3,639$) yüksek olmasıdır.

İşletmelerin kaynaklar önem, insan kaynakları önem, fiziksel altyapı önem, lojistik altyapı önem, bilgi sistemleri önem, veri entegrasyonu önem, karar alma süreçlerinde veri kullanımı önem, kültür önem, Endüstri 4.0'a genel bakış ve engeller puanları hızlı veya esnek üretim metodolojileri için uygunluğa göre anlamlı farklılık göstermemektedir ($p>0,05$).

4.10.10. Önem Puanlarının Geri Bildirim Mekanizmaları Varlığına Göre Farklılaşma Durumu

Bağımsız Gruplar T-Testi ile önem puanlarının geri bildirim mekanizmaları varlığına göre farklılaşma durumuna ait bulgular Tablo 4.30'da yer almaktadır.

Tablo 4.30: Önem puanlarının geri bildirim mekanizmaları varlığına göre farklılaşma durumu

	Grup	N	Ort	Ss	t	sd	p
Organizasyon Yapısı Önem	Evet	122	3,779	0,639	0,382	123	0,703
	Hayır	3	3,633	1,159			
Kaynaklar Önem	Evet	122	4,288	0,554	2,232	123	0,027
	Hayır	3	3,563	0,710			
İnsan Kaynakları Önem	Evet	122	4,832	0,410	-	123	0,480
	Hayır	3	5,000	0,000			
Fiziksel Altyapı Önem	Evet	122	4,172	0,718	2,384	123	0,406
	Hayır	3	3,133	1,724			
Lojistik Altyapı Önem	Evet	122	4,232	0,722	1,783	123	0,077
	Hayır	3	3,482	0,612			
Bilgi Sistemleri Önem	Evet	122	4,215	0,553	2,109	123	0,037
	Hayır	3	3,528	0,792			
Veri Entegrasyonu Önem	Evet	122	4,262	0,620	1,015	123	0,312
	Hayır	3	3,889	1,058			
Karar Alma Süreçlerinde Veri Kullanımı Önem	Evet	122	4,167	0,628	2,705	123	0,008
	Hayır	3	3,167	0,882			
Kültür Önem	Evet	122	4,603	0,418	2,722	123	0,326
	Hayır	3	3,917	0,921			
Endüstri 4.0'a Genel Bakış ve Engeller Önem	Evet	122	3,515	0,926	0,196	123	0,845
	Hayır	3	3,407	1,407			

Tablo 4.30'a göre işletmelerin geri bildirim mekanizmaları varlığına göre kaynaklar önem puanları anlamlı farklılık göstermektedir ($t_{(123)}=2,232$; $p=0,027<0,05$). Geri bildirim mekanizmaları olanların kaynaklar önem puanları ($\bar{x}=4,288$), geri bildirim mekanizmaları olmayanların kaynaklar önem puanlarından ($\bar{x}=3,563$) yüksek bulunmuştur.

İşletmelerin geri bildirim mekanizmaları varlığına göre bilgi sistemleri önem puanları anlamlı farklılık göstermektedir ($t_{(123)}=2,109$; $p=0,037<0,05$). Geri bildirim mekanizmaları olanların bilgi sistemleri önem puanları ($\bar{x}=4,215$), geri bildirim mekanizmaları olmayanların bilgi sistemleri önem puanlarından ($\bar{x}=3,528$) yüksek bulunmuştur.

İşletmelerin geri bildirim mekanizmaları varlığına göre karar alma süreçlerinde veri kullanımı önem puanları anlamlı farklılık göstermektedir ($t_{(123)}=2,705$; $p=0,008<0,05$). Geri bildirim mekanizmaları olanların karar alma süreçlerinde veri kullanımı önem puanları ($\bar{x}=4,167$), geri bildirim mekanizmaları olmayanların karar alma süreçlerinde veri kullanımı önem puanlarından ($\bar{x}=3,167$) yüksek bulunmuştur.

İşletmelerin organizasyon yapısı önem, insan kaynakları önem, fiziksel altyapı önem, lojistik altyapı önem, veri entegrasyonu önem, kültür önem, Endüstri 4.0'a genel bakış ve engeller puanları geri bildirim mekanizmaları varlığına göre anlamlı farklılık göstermemektedir ($p>0,05$).

4.10.11. Önem Puanlarının Yenilikçiliğin Geliştirilebileceği Uygun Ortam Varlığına Göre Farklılaşma Durumu

Bağımsız Gruplar T-Testi ile önem puanlarının yenilikçiliğin geliştirilebileceği uygun ortam varlığına göre farklılaşma durumuna ait bulgular Tablo 4.31'de yer almaktadır.

Tablo 4.31: Önem puanlarının yenilikçiliği geliştirebileceği uygun ortam varlığına göre farklılaşma durumu

	Grup	N	Ort	Ss	t	sd	p
Organizasyon Yapısı Önem	Evet	55	3,846	0,582	1,074	123	0,285
	Hayır	70	3,720	0,696			
Kaynaklar Önem	Evet	55	4,400	0,447	2,300	123	0,023
	Hayır	70	4,170	0,628			
İnsan Kaynakları Önem	Evet	55	4,873	0,336	0,897	123	0,372
	Hayır	70	4,807	0,453			
Fiziksel Altyapı Önem	Evet	55	4,236	0,788	1,165	123	0,246
	Hayır	70	4,077	0,734			
Lojistik Altyapı Önem	Evet	55	4,386	0,497	2,384	123	0,013
	Hayır	70	4,079	0,845			

Tablo 4.31: (devam ediyor)

Bilgi Sistemleri Önem	Evet	55	4,332	0,502	2,392	123	0,018
	Hayır	70	4,093	0,592			
Veri Entegrasyonu Önem	Evet	55	4,376	0,569	1,949	123	0,054
	Hayır	70	4,157	0,662			
Karar Alma Süreçlerinde Veri Kullanımı Önem	Evet	55	4,288	0,532	2,255	123	0,026
	Hayır	70	4,029	0,710			
Kültür Önem	Evet	55	4,700	0,334	2,615	123	0,007
	Hayır	70	4,496	0,495			
Endüstri 4.0'a Genel Bakış ve Engeller Önem	Evet	55	3,463	0,967	-	123	0,602
	Hayır	70	3,551	0,909			

Tablo 4.31'e göre işletmelerin yenilikçiliğin geliştirilebileceği uygun ortam varlığına göre kaynaklar önem puanları anlamlı farklılık göstermektedir ($t_{(123)}=2,300$; $p=0,023<0,05$). Yenilikçiliği geliştirebileceği uygun ortam olanların kaynaklar önem puanları ($\bar{x}=4,400$), yenilikçiliği geliştirebileceği uygun ortam olmayanların kaynaklar önem puanlarından ($\bar{x}=4,170$) yüksek bulunmuştur.

İşletmelerin yenilikçiliğin geliştirilebileceği uygun ortam varlığına göre lojistik altyapı önem puanları anlamlı farklılık göstermektedir ($t_{(123)}=2,384$; $p=0,013<0,05$). Yenilikçiliği geliştirebileceği uygun ortam olanların lojistik altyapı önem puanları ($\bar{x}=4,386$), yenilikçiliği geliştirebileceği uygun ortam olmayanların lojistik altyapı önem puanlarından ($\bar{x}=4,079$) yüksek bulunmuştur.

İşletmelerin yenilikçiliğin geliştirilebileceği uygun ortam varlığına göre bilgi sistemleri önem puanları anlamlı farklılık göstermektedir ($t_{(123)}=2,392$; $p=0,018<0,05$). Yenilikçiliği geliştirebileceği uygun ortam olanların bilgi sistemleri önem puanları ($\bar{x}=4,332$), yenilikçiliği geliştirebileceği uygun ortam olmayanların bilgi sistemleri önem puanlarından ($\bar{x}=4,093$) yüksek bulunmuştur.

İşletmelerin yenilikçiliğin geliştirilebileceği uygun ortam varlığına göre karar alma süreçlerinde veri kullanımı önem puanları anlamlı farklılık göstermektedir ($t_{(123)}=2,255$; $p=0,026<0,05$). Yenilikçiliği geliştirebileceği uygun ortam olanların karar alma süreçlerinde veri kullanımı önem puanları ($\bar{x}=4,288$), yenilikçiliği geliştirebileceği uygun

ortam olmayanların karar alma süreçlerinde veri kullanımı önem puanlarından ($\bar{x}=4,029$) yüksek bulunmuştur.

İşletmelerin yenilikçiliğin geliştirilebileceği uygun ortam varlığına göre kültür önem puanları anlamlı farklılık göstermektedir ($t_{(123)}=2,615$; $p=0,007<0,05$). Yenilikçiliği geliştirebileceği uygun ortam olanların kültür önem puanları ($\bar{x}=4,700$), yenilikçiliği geliştirebileceği uygun ortam olmayanların kültür önem puanlarından ($\bar{x}=4,496$) yüksek bulunmuştur.

İşletmelerin organizasyon yapısı önem, insan kaynakları önem, fiziksel altyapı önem, veri entegrasyonu önem, Endüstri 4.0'a genel bakış ve engeller puanları yenilikçiliğin geliştirilebileceği uygun ortam varlığına göre anlamlı farklılık göstermemektedir ($p>0,05$).

4.10.12. Önem Puanlarının Özgüven Motivasyon Sistemleri Varlığına Göre Farklılaşma Durumu

Bağımsız Gruplar T-Testi ile önem puanlarının özgüven motivasyon sistemleri varlığına göre farklılaşma durumuna ait bulgular Tablo 4.32'de yer almaktadır.

Tablo 4.32: Önem puanlarının özgüven motivasyon sistemleri varlığına göre farklılaşma durumu

	Grup	N	Ort	Ss	t	sd	p
Organizasyon Yapısı Önem	Evet	78	3,809	0,640	0,748	123	0,456
	Hayır	47	3,719	0,666			
Kaynaklar Önem	Evet	78	4,367	0,469	2,496	123	0,014
	Hayır	47	4,112	0,673			
İnsan Kaynakları Önem	Evet	78	4,833	0,408	- 0,094	123	0,925
	Hayır	47	4,840	0,405			
Fiziksel Altyapı Önem	Evet	78	4,226	0,791	1,495	123	0,138
	Hayır	47	4,017	0,693			
Lojistik Altyapı Önem	Evet	78	4,342	0,523	2,587	123	0,027
	Hayır	47	4,002	0,945			
Bilgi Sistemleri Önem	Evet	78	4,259	0,564	1,552	123	0,123
	Hayır	47	4,098	0,558			
Veri Entegrasyonu Önem	Evet	78	4,291	0,657	0,852	123	0,396
	Hayır	47	4,192	0,584			
Karar Alma Süreçlerinde Veri Kullanımı Önem	Evet	78	4,227	0,570	1,881	123	0,062
	Hayır	47	4,004	0,747			

Tablo 4.32: (devam ediyor)

Kültür Önem	Evet	78	4,675	0,345	2,980	123	0,009
	Hayır	47	4,439	0,540			
Endüstri 4.0'a Genel Bakış ve Engeller Önem	Evet	78	3,500	1,000	-	123	0,847
	Hayır	47	3,532	0,818			

Tablo 4.32'ye göre işletmelerin özgüven motivasyon sistemleri varlığına göre kaynaklar önem puanları anlamlı farklılık göstermektedir ($t_{(123)}=2,496$; $p=0,014<0,05$). Özgüven motivasyon sistemleri olanların kaynaklar önem puanları ($\bar{x}=4,367$), özgüven motivasyon sistemleri olmayanların kaynaklar önem puanlarından ($\bar{x}=4,112$) yüksek bulunmuştur.

İşletmelerin özgüven motivasyon sistemleri varlığına göre lojistik altyapı önem puanları anlamlı farklılık göstermektedir ($t_{(123)}=2,587$; $p=0,027<0,05$). Özgüven motivasyon sistemleri olanların lojistik altyapı önem puanları ($\bar{x}=4,342$), özgüven motivasyon sistemleri olmayanların lojistik altyapı önem puanlarından ($\bar{x}=4,002$) yüksek bulunmuştur.

İşletmelerin özgüven motivasyon sistemleri varlığına göre kültür önem puanları anlamlı farklılık göstermektedir ($t_{(123)}=2,980$; $p=0,009<0,05$). Özgüven motivasyon sistemleri olanların kültür önem puanları ($\bar{x}=4,675$), özgüven motivasyon sistemleri olmayanların kültür önem puanlarından ($\bar{x}=4,439$) yüksek bulunmuştur.

İşletmelerin organizasyon yapısı önem, insan kaynakları önem, fiziksel altyapı önem, bilgi sistemleri önem, veri entegrasyonu önem, karar alma süreçlerinde veri kullanımı önem, Endüstri 4.0'a genel bakış ve engeller puanları özgüven motivasyon sistemleri varlığına göre anlamlı farklılık göstermemektedir ($p>0,05$).

4.10.13. Önem Puanlarının Yeni Teknolojiler ile İlgili Eğitimler Verilmesine Göre Farklılaşma Durumu

Bağımsız Gruplar T-Testi ile önem puanlarının yeni teknolojiler ile ilgili eğitimler verilmesine göre farklılaşma durumuna ait bulgular Tablo 4.33'de yer almaktadır.

Tablo 4.33: Önem puanlarının yeni teknolojiler ile ilgili eğitimler verilmesine göre farklılaşma durumu

	Grup	N	Ort	Ss	t	sd	p
Organizasyon Yapısı Önem	Evet	73	3,808	0,659	0,673	123	0,502
	Hayır	52	3,729	0,637			
Kaynaklar Önem	Evet	73	4,405	0,492	3,258	123	0,001
	Hayır	52	4,083	0,611			
İnsan Kaynakları Önem	Evet	73	4,836	0,400	-	123	0,990
	Hayır	52	4,837	0,417			
Fiziksel Altyapı Önem	Evet	73	4,282	0,751	2,399	123	0,018
	Hayır	52	3,958	0,737			
Lojistik Altyapı Önem	Evet	73	4,378	0,567	3,075	123	0,005
	Hayır	52	3,985	0,860			
Bilgi Sistemleri Önem	Evet	73	4,321	0,462	2,968	123	0,006
	Hayır	52	4,026	0,651			
Veri Entegrasyonu Önem	Evet	73	4,390	0,526	2,974	123	0,006
	Hayır	52	4,061	0,713			
Karar Alma Süreçlerinde Veri Kullanımı Önem	Evet	73	4,251	0,553	2,252	123	0,026
	Hayır	52	3,990	0,742			
Kültür Önem	Evet	73	4,593	0,474	0,193	123	0,847
	Hayır	52	4,577	0,398			
Endüstri 4.0'a Genel Bakış ve Engeller Önem	Evet	73	3,483	0,922	-	123	0,677
	Hayır	52	3,553	0,955			

Tablo 4.33'e göre işletmelerin yeni teknolojiler ile ilgili eğitimler verilmesine göre kaynaklar önem puanları anlamlı farklılık göstermektedir ($t_{(123)}=3,258$; $p=0,001<0,05$). Yeni teknolojiler ile ilgili eğitimler verenlerde kaynaklar önem puanları ($\bar{x}=4,405$), yeni teknolojiler ile ilgili eğitimler vermeyenlerde kaynaklar önem puanlarından ($\bar{x}=4,083$) yüksek bulunmuştur.

İşletmelerin yeni teknolojiler ile ilgili eğitimler verilmesine göre fiziksel altyapı önem puanları anlamlı farklılık göstermektedir ($t_{(123)}=2,399$; $p=0,018<0,05$). Yeni teknolojiler ile ilgili eğitimler verenlerde fiziksel altyapı önem puanları ($\bar{x}=4,282$), yeni teknolojiler ile ilgili eğitimler vermeyenlerde fiziksel altyapı önem puanlarından ($\bar{x}=3,958$) yüksek bulunmuştur.

İşletmelerin yeni teknolojiler ile ilgili eğitimler verilmesine göre lojistik altyapı önem puanları anlamlı farklılık göstermektedir ($t_{(123)}=3,075$; $p=0,005<0,05$). Yeni teknolojiler ile ilgili eğitimler verenlerde lojistik altyapı önem puanları ($\bar{x}=4,378$), yeni teknolojiler ile ilgili eğitimler vermeyenlerde lojistik altyapı önem puanlarından ($\bar{x}=3,985$) yüksek bulunmuştur.

İşletmelerin yeni teknolojiler ile ilgili eğitimler verilmesine göre bilgi sistemleri önem puanları anlamlı farklılık göstermektedir ($t_{(123)}=2,968$; $p=0,006<0,05$). Yeni teknolojiler ile ilgili eğitimler verenlerde bilgi sistemleri önem puanları ($\bar{x}=4,321$), yeni teknolojiler ile ilgili eğitimler vermeyenlerde bilgi sistemleri önem puanlarından ($\bar{x}=4,026$) yüksek bulunmuştur.

İşletmelerin yeni teknolojiler ile ilgili eğitimler verilmesine göre veri entegrasyonu önem puanları anlamlı farklılık göstermektedir ($t_{(123)}=2,974$; $p=0,006<0,05$). Yeni teknolojiler ile ilgili eğitimler verenlerde veri entegrasyonu önem puanları ($\bar{x}=4,390$), yeni teknolojiler ile ilgili eğitimler vermeyenlerde veri entegrasyonu önem puanlarından ($\bar{x}=4,061$) yüksek bulunmuştur.

İşletmelerin yeni teknolojiler ile ilgili eğitimler verilmesine göre karar alma süreçlerinde veri kullanımı önem puanları anlamlı farklılık göstermektedir ($t_{(123)}=2,252$; $p=0,026<0,05$). Yeni teknolojiler ile ilgili eğitimler verenlerde karar alma süreçlerinde veri kullanımı önem puanları ($\bar{x}=4,251$), yeni teknolojiler ile ilgili eğitimler vermeyenlerde karar alma süreçlerinde veri kullanımı önem puanlarından ($\bar{x}=3,990$) yüksek bulunmuştur.

İşletmelerin organizasyon yapısı önem, insan kaynakları önem, kültür önem, Endüstri 4.0'a genel bakış ve engeller önem puanları yeni teknolojiler ile ilgili eğitimler verilmesine göre anlamlı farklılık göstermemektedir ($p>0,05$).

İşletmelerin tanımlayıcı özellikler ve önem düzeylerini belirleyen boyutlar arasındaki ilişkiler korelasyon analizi ile incelenmiştir. Analiz sonuçları aşağıda verilmiştir.

4.11. Tanımlayıcı Özellikler ve Önem Puanları Arasında Korelasyon Analizi

Korelasyon analizine ilişkin sonuçlar aşağıda tabloda yer almaktadır.

Tablo 4.34: Tanımlayıcı özellikler ve önem puanları arasında korelasyon analizi

		Toplam Çalışan Sayısı	Doktora	Yüksek Lisans	Lisans	Ön Lisans	Lise	Meslek Lisesi	İlköğretim	Çalışan Mühendis Sayısı	Ar-Ge Çalışanı Sayısı
Organizasyon Yapısı Önem	r	0,193*	0,094	0,049	0,114	0,145	0,160	-0,012	0,210*	0,011	-0,041
	p	0,031	0,298	0,584	0,206	0,107	0,075	0,893	0,019	0,899	0,815
Kaynaklar Önem	r	0,180*	0,174	0,169	0,186*	0,252**	0,145	0,167	0,117	0,235**	0,192
	p	0,044	0,052	0,060	0,038	0,005	0,107	0,063	0,193	0,008	0,269
İnsan Kaynakları Önem	r	-0,007	0,095	-0,047	-0,074	-0,003	0,027	-0,056	0,049	-0,048	0,070
	p	0,942	0,290	0,601	0,410	0,977	0,765	0,535	0,588	0,594	0,688
Fiziksel Altyapı Önem	r	0,182*	0,136	0,104	0,143	0,239**	0,157	0,170	0,120	0,164	0,102
	p	0,042	0,132	0,248	0,111	0,007	0,080	0,058	0,182	0,067	0,560
Lojistik Altyapı Önem	r	0,144	0,150	0,179*	0,183*	0,210*	0,106	0,139	0,086	0,236**	0,204
	p	0,108	0,095	0,046	0,041	0,019	0,240	0,123	0,338	0,008	0,240
Bilgi Sistemleri Önem	r	0,253**	0,218*	0,175	0,311**	0,282**	0,178*	0,187*	0,213*	0,236**	0,342*
	p	0,004	0,015	0,050	0,000	0,001	0,047	0,037	0,017	0,008	0,044
Veri Entegrasyonu Önem	r	0,228*	0,220*	0,162	0,300**	0,253**	0,151	0,186*	0,200*	0,250**	0,338*
	p	0,011	0,014	0,071	0,001	0,004	0,093	0,038	0,025	0,005	0,047
Karar Alma Süreçlerinde Veri Kullanımı Önem	r	0,220*	0,165	0,148	0,252**	0,245**	0,164	0,145	0,176	0,169	0,237
	p	0,014	0,065	0,099	0,005	0,006	0,068	0,107	0,050	0,060	0,171
Kültür Önem	r	0,006	0,154	0,113	0,052	0,043	0,068	0,046	-0,076	0,122	0,188
	p	0,946	0,086	0,209	0,561	0,636	0,448	0,610	0,399	0,175	0,279
Endüstri 4.0'a Genel Bakış ve Engeller Önem	r	0,042	0,005	0,104	0,029	0,078	-0,037	-0,066	0,026	0,081	-0,278
	p	0,643	0,954	0,251	0,744	0,389	0,679	0,462	0,770	0,367	0,106

*<0,05; **<0,01; Pearson Korelasyon Analizi

Tablo 4.34'e göre toplam çalışan sayısı, doktora, yüksek lisans, lisans, ön lisans, lise, meslek lisesi, ilköğretim, çalışan mühendis sayısı, Ar-Ge çalışanı sayısı, organizasyon yapısı önem, kaynaklar önem, insan kaynakları önem, fiziksel altyapı önem, lojistik altyapı önem, bilgi sistemleri önem, veri entegrasyonu önem, karar alma süreçlerinde veri kullanımı önem, kültür önem, Endüstri 4.0'a genel bakış, puanları arasında korelasyon analizleri incelendiğinde; organizasyon yapısı önem ile toplam çalışan sayısı arasında $r=0,193$ pozitif çok zayıf ($p=0,031<0,05$), organizasyon yapısı önem ile ilköğretim arasında $r=0,21$ pozitif çok zayıf ($p=0,019<0,05$), kaynaklar önem ile toplam çalışan sayısı arasında $r=0,18$ pozitif çok zayıf ($p=0,044<0,05$), kaynaklar önem ile lisans arasında $r=0,186$ pozitif çok zayıf ($p=0,038<0,05$), kaynaklar önem ile ön lisans arasında $r=0,252$ pozitif zayıf ($p=0,005<0,05$), kaynaklar önem ile çalışan mühendis sayısı arasında $r=0,235$

pozitif çok zayıf ($p=0,008<0,05$), fiziksel altyapı önem ile toplam çalışan sayısı arasında $r=0,182$ pozitif çok zayıf ($p=0,042<0,05$), fiziksel altyapı önem ile ön lisans arasında $r=0,239$ pozitif çok zayıf ($p=0,007<0,05$), lojistik altyapı önem ile yüksek lisans arasında $r=0,179$ pozitif çok zayıf ($p=0,046<0,05$), lojistik altyapı önem ile lisans arasında $r=0,183$ pozitif çok zayıf ($p=0,041<0,05$), lojistik altyapı önem ile ön lisans arasında $r=0,21$ pozitif çok zayıf ($p=0,019<0,05$), lojistik altyapı önem ile çalışan mühendis sayısı arasında $r=0,236$ pozitif çok zayıf ($p=0,008<0,05$), bilgi sistemleri önem ile toplam çalışan sayısı arasında $r=0,253$ pozitif zayıf ($p=0,004<0,05$), bilgi sistemleri önem ile doktora arasında $r=0,218$ pozitif çok zayıf ($p=0,015<0,05$), bilgi sistemleri önem ile yüksek lisans arasında $r=0,175$ pozitif çok zayıf ($p=0,050<0,05$), bilgi sistemleri önem ile lisans arasında $r=0,311$ pozitif zayıf ($p=0,000<0,05$), bilgi sistemleri önem ile ön lisans arasında $r=0,282$ pozitif zayıf ($p=0,001<0,05$), bilgi sistemleri önem ile lise arasında $r=0,178$ pozitif çok zayıf ($p=0,047<0,05$), bilgi sistemleri önem ile meslek lisesi arasında $r=0,187$ pozitif çok zayıf ($p=0,037<0,05$), bilgi sistemleri önem ile ilköğretim arasında $r=0,213$ pozitif çok zayıf ($p=0,017<0,05$), bilgi sistemleri önem ile çalışan mühendis sayısı arasında $r=0,236$ pozitif çok zayıf ($p=0,008<0,05$), bilgi sistemleri önem ile Ar-Ge çalışanı sayısı arasında $r=0,342$ pozitif zayıf ($p=0,044<0,05$), veri entegrasyonu önem ile toplam çalışan sayısı arasında $r=0,228$ pozitif çok zayıf ($p=0,011<0,05$), veri entegrasyonu önem ile doktora arasında $r=0,22$ pozitif çok zayıf ($p=0,014<0,05$), veri entegrasyonu önem ile lisans arasında $r=0,3$ pozitif zayıf ($p=0,001<0,05$), veri entegrasyonu önem ile ön lisans arasında $r=0,253$ pozitif zayıf ($p=0,004<0,05$), veri entegrasyonu önem ile meslek lisesi arasında $r=0,186$ pozitif çok zayıf ($p=0,038<0,05$), veri entegrasyonu önem ile ilköğretim arasında $r=0,2$ pozitif çok zayıf ($p=0,025<0,05$), veri entegrasyonu önem ile çalışan mühendis sayısı arasında $r=0,25$ pozitif çok zayıf ($p=0,005<0,05$), veri entegrasyonu önem ile Ar-Ge çalışanı sayısı arasında $r=0,338$ pozitif zayıf ($p=0,047<0,05$), karar alma süreçlerinde veri kullanımı önem ile toplam çalışan sayısı arasında $r=0,22$ pozitif çok zayıf ($p=0,014<0,05$), karar alma süreçlerinde veri kullanımı önem ile lisans arasında $r=0,252$ pozitif zayıf ($p=0,005<0,05$), karar alma süreçlerinde veri kullanımı önem ile ön lisans arasında $r=0,245$ pozitif çok zayıf ($p=0,006<0,05$), karar alma süreçlerinde veri kullanımı önem ile ilköğretim arasında $r=0,176$ pozitif çok zayıf ($p=0,050<0,05$) düzeyde korelasyon bulunmuştur. Diğer değişkenler arasındaki korelasyon ilişkileri istatistiksel olarak anlamlı değildir ($p>0,05$).

4.12. Ters Reciprocal Yöntemi ile Endüstri 4.0 Kullanımının Önündeki Engellerin Ağırlıklandırılması

İşletmelerin, Endüstri 4.0 kullanımının önünde engel olarak gördükleri faktörlerin ağırlıklandırılmasında, Ters Reciprocal yönteminden faydalanılmıştır. Bu yönteme göre kriter önem dereceleri;

$$W_i = \frac{\frac{1}{r_i}}{\sum \frac{1}{r_i}} \quad (4.12)$$

formülüyle hesaplanmıştır.

Formüldeki w_i 'ler ağırlıklar, r_i 'ler ise kriterler hakkında işletme yöneticilerinin görüşlerini temsil eden tutum puanlarıdır (Pekkaya, 2016: 976). Her faktör için aralık ölçeğinde alınmış puanların ÇKKV yaklaşımlarından biri olan ters reciprocal yöntemi sonucunda bulunan ağırlıkları Tablo 4.35'de verilmiştir. Elde edilen ağırlıkların işletme yöneticilerinin görüşlerini temsil ettiği unutulmamalıdır.

Tablo 4.35: Ters reciprocal yöntemi ile elde edilen faktör ağırlıkları

Engeller	1/ r_i	w_i (%)
E1 Yatırım Maliyetinin Yüksek Olması	0,222025	12,23416
E3 Gerekli Finansmanı Sağlamanın Zor Olması	0,244141	11,88638
E6 Dijital Teknolojiler Hakkında Bilgi Eksikliği	0,270563	11,47087
E7 Nitelikli İnsan Kaynağının Yetersizliği	0,276549	11,37674
E5 Yerel Tedarikçi Eksikliği	0,284738	11,24796
E2 Yatırımın Geri Dönüşünün Belirsizliği	0,290023	11,16484
E4 Teknoloji Altyapısının Yetersizliği	0,304136	10,94291
E8 Üst Yönetimin Endüstri 4.0 Teknolojilerini	0,322165	10,65939
E9 Veri Güvenliği Riski	0,426621	9,016752
Toplam	2,640961	100

Ters reciprocal yöntemi ile elde edilen ağırlıklara bakıldığında E1 Yatırım Maliyetinin Yüksek Olması engelinin %12,23 ile en yüksek öneme sahip olduğu tespit edilmiştir.

Değerler birbirine yakın olmakla birlikte, E3 Gerekli Finansmanı Sağlamanın Zor Olması engelinin %11,88 ile ikinci sırada olduğu görülmektedir. %11,47 ile E6 Dijital Teknolojiler Hakkında Bilgi Eksikliği, %11,37 ile E7 Nitelikli İnsan Kaynağının Yetersizliği, %11,24 ile E5 Yerel Tedarikçi Eksikliği, %11,16 ile E2 Yatırımın Geri Dönüşünün Belirsizliği engelinin sıralandığı tespit edilmiştir. Yine elde edilen ağırlıklar birbirine oldukça yakın olmakla beraber son üç engelin %10,94 ile E4 Teknoloji Altyapısının Yetersizliği, %10,65 ile E8 Üst Yönetimin Endüstri 4.0 Teknolojilerini Öncelik Olarak Görmemesi ve %9,01 ile de E9 Veri Güvenliği Riski olduğu görülmektedir. Burada, işletme yöneticilerinin görüşlerine göre, E9 Veri Güvenliği Riski engelinin, ağırlıklara bakıldığında diğer engellerden daha az öneme sahip olduğu tespit edilmiştir.

4.13. Nitel Analiz Değerlendirme Sonuçları

Nicel analiz değerlendirme sonuçları yukarıda açıklandığı şekildedir. Şimdi ise bu kısımda, Çaycuma, Ereğli, Alaplı, Karabük ve Bartın OSB'lerinde faaliyet gösteren 125 imalat işletmesine uygulanan yüz yüze mülakatlar sonucunda elde edilen verilerin nitel analiz yöntemlerinden biri olan içerik analizi yöntemiyle yapılan değerlendirmesi sunulacaktır. Görüşülen işletmeler İ1, İ2,...İ125 olarak kodlanmıştır. Görüşmecilerle yapılan görüşmelerden elde edilen veriler analiz edilerek ortak temalar çıkarılmıştır. Bu temalar maddeler hâlinde açıklanmıştır.

4.13.1. İşletmelerin Vizyonlarına Yönelik Görüşleri

İşletmelerin vizyonlarına yönelik görüşlerine ait bulgular Tablo 4.36'da yer almaktadır.

Tablo 4.36: İşletmelerin vizyonlarına yönelik görüşleri

Alt Tema	Frekans	Yüzde (%)
Müşteri odaklı yaklaşım	28	22.4
Kaliteden ödün vermemek	28	22.4
Sektörde öncü olmak	27	21.6
Sektör lideri olmak	20	16
Sürekli gelişme	14	11.2

Tablo 4.36: (devam ediyor)

Küresel ölçekte tanınmak	14	11.2
Dünya markası olmak	9	7.2
Sürdürülebilir büyüme	9	7.2
Güvenilir bir marka olmak	8	6.4
Yenilikçi bakış açısı	7	5.6
Tercih edilen bir marka olmak	6	4.8
Ürünleri tüm dünyaya pazarlamak	7	5.6
Çevreye duyarlı olmak	5	4
Teknolojik yatırımlar	5	4
Fark ortaya koyan işletme olmak	4	3.2
Rekabet gücü elde etmek	4	3.2

Tablo 4.36'ya göre bazı işletmeler, vizyonlarının müşteri odaklı yaklaşım olduğunu ifade etmiştir. Bu konuda işletmelerden alınan yanıtlardan bazıları şunlardır:

- “Sürekli gelişen müşteri memnuniyeti ile yurtiçindeki sektör liderliğimiz ışığında yurtdışına açılmak ve modern perde sistemlerini geliştirerek daha ileriye taşımaktır” (İ7)
- “Toplam kalite felsefesi doğrultusunda müşteri odaklı yaklaşım, verimlilik ve kalite performansı açısından sektörümüzdeki en iyi şirketlerden birisi olmaktır” (İ33)
- “Müşteri memnuniyetini birinci planda tutarak iç giyim sektöründe uzun yıllar halkımıza hizmet vermektir” (İ69)
- “Üstlendiğimiz işleri söz verdiğimiz gibi sorunsuz ve tam zamanında teslim etmek ve müşterimizi memnun etmektir” (İ117)

Bazı işletmeler, vizyonlarının kaliteden ödün vermemek olduğunu ifade etmiştir. Bu konuda işletmelerden alınan yanıtlardan bazıları şunlardır:

- “Kalitemizden ve müşteri memnuniyetimizden ödün vermeden ekstrüzyon sanatını nesiller boyu taşıyabilmektir” (İ8)
- “Kaliteden taviz vermeden yolumuza devam etmektir” (İ56)
- “Ürün kalitesinde en üst seviyeyi hep gözetmektir” (İ119)

Bazı işletmeler, vizyonlarının sektörde öncü olmak olduğunu ifade etmiştir. Bu konuda işletmelerden alınan yanıtlardan bazıları şunlardır:

- “Ülke ve dünya çapında lider, önde gelen bir firma olmaktır” (İ19)
- “Kaynaklarını enerjisi ile birleştirerek yarınlara ihtiyaçlarını karşılayan ve sektörde ilk akla gelen marka olmaktır” (İ30)
- “Giyim eşyaları, tekstil sektöründe ülkenin önde gelen firmalarından biri olmaktır” (İ90)
- “Demir-çelik sektöründe öncü ve markalaşmış bir kuruluş olmaktır” (İ107)
- “Modayı ve günceli takip ederek sektörün öncü firmalarından olmaya devam etmektir” (İ115)

Bazı işletmeler, vizyonlarının sektör lideri olmak olduğunu ifade etmiştir. Bu konuda işletmelerden alınan yanıtlardan bazıları şunlardır:

- “Türkiye’de ve dünyada sektörde lider, önde gelen bir şirket olmaktır” (İ13)
- “Kalitemizi ve hizmet bilincimizi sürekli geliştirerek sektörde lider şirketlerden biri olmaktır” (İ59)
- “Sektördeki en büyük soğuk çekilmiş malzeme üreticisi olmaktır” (İ116)

Bazı işletmeler, vizyonlarının sürekli gelişme olduğunu ifade etmiştir. Bu konuda işletmelerden alınan yanıtlardan bazıları şunlardır:

- “Günümüzün piyasa koşullarına ayak uydurarak sektörümüzde istikrarlı ve kaliteli üretimle sürekli gelişmeyi benimsemiş bir firma olmaktır” (İ27)
- “Hem dünyamız hem de sağlık açısından çevre dostu, sürdürülebilir ürünler üreterek sürekli büyüyen, gelişen, öncü bir şirket olmaktır” (İ65)
- “Sürekli gelişen, çevreye saygılı, sektöre, rakiplere saygılı, saygın bir firma olmaktır” (İ85)

Bazı işletmeler, vizyonlarının küresel ölçekte tanınmak olduğunu ifade etmiştir. Bu konuda işletmelerden alınan yanıtlardan bazıları şunlardır:

- “Kalite, müşteri memnuniyeti odaklı yaklaşımımızla Türkiye ve dünyada tanınır, bilinir bir şirket olmaktır” (İ12)
- “Yurtiçi ve yurt dışında çelik konstrüksiyon denilince akla ilk gelen, müşteri memnuniyeti en üst düzeyde olan bir şirket olmaktır” (İ20)
- “Ülkemizde ve dünyada bilinen bir şirket olmaktır” (İ48)

Bazı işletmeler vizyonlarını fark ortaya koyan işletme olmak şeklinde ifade etmiştir. Bu konuda işletmelerden alınan yanıtlardan bazıları şunlardır:

- “Meydana getirdiği fark ile bugün ve gelecekte örnek gösterilen firma olmak” (İ1)
- “Farklılık ortaya koyarak enerji sektöründe kalıcı üstünlükler sağlamaktır” (İ62)
- “Arşivleme sorununa ‘Kompakt Arşivleme Sistemleri’ ile çözüm sunarak satış sonrası teknik hizmetiyle öne çıkmak, fark ortaya koymaktır” (İ93)

Bazı işletmeler, vizyonlarının ürünleri tüm dünyaya pazarlamak olduğunu ifade etmiştir. Bu konuda işletmelerden alınan yanıtlardan bazıları şunlardır:

- “CNC teknolojilerini kullanarak ürettiğimiz malları başta Belçika olmak üzere tüm dünyaya pazarlamaktır” (İ2)
- “Ürettiğimiz silgi, tuval ve şövaleleri yerli üretici olarak dünyanın her noktasına sunmaktır” (İ38)
- “Uzman kadromuzla, yüksek kaliteli ürünleri dünyanın her yerindeki müşterilerimize ulaştırmaktır” (İ46)

Bazı işletmeler, vizyonlarının dünya markası olmak olduğunu ifade etmiştir. Bu konuda işletmelerden alınan yanıtlardan bazıları şunlardır:

- “Müşteri odaklı yaklaşımımızla bir dünya markası olmaktır” (İ10)
- “Markamızı, kalitemizi ülkemizin ve dünyanın dört bir tarafına taşımak, ulaştırmaktır” (İ52)

- “Banyo aşkıyla çıktığımız bu yolda, hem dünyada hem de ülkemizde lider marka olmaktır” (İ73)
- “İhracatı artırarak markamızı dünyaya taşımaktır” (İ96)
- “Ayakkabı alanında dünya markası olmaktır” (İ98)

Bazı işletmeler, vizyonlarının güvenilir bir marka olmak olduğunu ifade etmiştir. Bu konuda işletmelerden alınan yanıtlardan bazıları şunlardır:

- “Doğru kalite, doğru fiyat anlayışıyla müşteri memnuniyetini en üst seviyede tutmak, sektörde en güvenilir ve en çok tercih edilen marka olarak dünyada lider olmaktır” (İ11)
- “Yenilikçi bakış açımızla dünyada tanınan, bilinen, güvenilen bir marka olmaktır” (İ37)
- “Saygın, güvenilir, tercih edilir marka olma özelliğimizi sürdürmek ve sektörde lider olmaktır” (İ39)

Bazı işletmeler, vizyonlarının tercih edilen bir marka olmak olduğunu ifade etmiştir. Bu konuda işletmelerden alınan yanıtlardan bazıları şunlardır:

- “Türkiye’de ve dünyada tanınan, güvenilen, tercih edilen firma olmaktır” (İ57)
- “Kazan-kazan anlayışı ile sinerji ortaya çıkararak sektörde tercih edilen şirket olmaktır” (İ101)
- “Tercih edilen, sürdürülebilir büyüme ivmesi yakalamış, çalışan ve müşteri odaklı, sektörde söz sahibi bir şirket olmaktır” (İ113)

Bazı işletmeler, vizyonlarının çevreye duyarlı olmak olduğunu ifade etmiştir. Bu konuda işletmelerden alınan yanıtlardan bazıları şunlardır:

- “Çelik konstrüksiyon sektöründe ekonomiklik, estetik ve güvenliği Bir arada sağlayan kaliteli üretim ve yaşanabilir çevre çabasında olarak daima başarılı bir şirket konumunda kalabilmek” (İ21)
- “Müşteri memnuniyetini temel prensip edinmek, insana ve çevreye değer veren kalıcı ve ilkel üretim anlayışıyla sektörde lider olmaktır” (İ49)

- “Çevre bilinciyle hareket ederek, kaliteyi, müşteri memnuniyetini ön planda tutarak yolumuza devam etmektir” (İ104)

Bazı işletmeler, vizyonlarının yenilikçi bakış açısı olduğunu ifade etmiştir. Bu konuda işletmelerden alınan yanıtlardan bazıları şunlardır:

- “Yenilikçi bakış açımızla sektörde ilklere imza atmak, ülkemize katkı sağlamak, ülkemizin endüstriyel kalkınmasında sorumluluğumuzu yerine getirmektir” (İ25)
- “Yenilikçi bakış açımızla dünyada tanınan, bilinen, güvenilen bir marka olmaktır” (İ37)
- “Kaliteli üretim ve sürekli yenilikçilik ile koşulsuz müşteri memnuniyetini sağlamak ve ihracatı artırmaktır” (İ88)

Bazı işletmeler, vizyonlarının teknolojik yatırımlar olduğunu ifade etmiştir. Bu konuda işletmelerden alınan yanıtlardan bazıları şunlardır:

- “Sektörümüzdeki liderlik konumumuzu inovasyon faaliyetlerimiz, teknolojik yatırımlarımız ile devamlı kılarak markamızın dünya pazarlarında güvenilirliğini ve tanınırlığını artırmaktır” (İ34)
- “Teknolojiyi takip ederek müşteri memnuniyetini sağlamaktır” (İ91)
- “Farklı teknolojileri de bünyemize katarak zaten geniş olan ürün gamımızı daha da çeşitlendirmektir” (İ123)

Bazı işletmeler, vizyonlarının rekabet gücü elde etmek olduğunu ifade etmiştir. Bu konuda işletmelerden alınan yanıtlardan bazıları şunlardır:

- “Güvenlik mühürleri sektöründe 2025 yılı itibariyle Endüstri 4.0 gelişimlerine uygun olarak dijital dönüşümünü ve rekabet gücünü en üst düzeye çıkarmış bir firma olmaktır” (İ43)
- “Küresel rekabet ortamında ayakta kalabilmek ve sürekliliğimizi sağlayabilmektir” (İ53)

- “Rekabet gücü yüksek bir kuruluş olmak, en iyi kalitede ürünler üretmek ve geliştirmek, müşteri memnuniyetini ön planda tutan bir bakış açısıyla her zaman sektörüne yön veren bir firma olmaktır” (İ92)

Bazı işletmeler, vizyonlarının sürdürülebilir büyüme olduğunu ifade etmiştir. Bu konuda işletmelerden alınan yanıtlardan bazıları şunlardır:

- “Sürekli büyüme odaklılık ve bu büyümeyi sürdürülebilir kılmaktır” (İ87)
- “Tercih edilen, sürdürülebilir büyüme ivmesi yakalamış, çalışan ve müşteri odaklı, sektörde söz sahibi bir şirket olmaktır” (İ113)

İşletmelerin şirket vizyonuna yönelik görüşleri değerlendirildiğinde, vizyon ifadesinde Endüstri 4.0 ifadesi bulunan sadece bir tane işletme vardır. Bu işletmenin vizyon ifadesi şu şekildedir:

- “Güvenlik mühürleri sektöründe 2025 yılı itibariyle Endüstri 4.0 gelişimlerine uygun olarak dijital dönüşümünü ve rekabet gücünü en üst düzeye çıkarmış bir firma olmaktır” (İ43)

Vizyon ifadeleri değerlendirildiğinde 125 işletmenin sadece bir tanesinin vizyonunda “Endüstri 4.0” ifadesi bulunmaktadır.

4.13.2. İşletmelerin Misyonlarına Yönelik Görüşleri

İşletmelerin misyonlarına yönelik görüşlerine ait bulgular Tablo 4.37’de yer almaktadır.

Tablo 4.37: İşletmelerin misyonlarına yönelik görüşleri

Alt Tema	Frekans	Yüzde (%)
Kaliteyi sağlamak	54	43.2
Müşteri odaklı yaklaşım	34	27.2
Ülkemize katkı sağlamak	12	9.6

Tablo 4.37: (devam ediyor)

Paydaşlar için değer ortaya koymak	9	7.2
Sektörde öncü olmak	9	7.2
Sürekli gelişme	9	7.2
Büyüyen bir işletme olmak	9	7.2
Uygun fiyat sunmak	8	6.4
Yenilikçi yaklaşım	7	5.6
Güvenilir çözümler sunmak	6	4.8
Tercih edilen bir işletme olmak	5	4
Çevreye duyarlı olmak	5	4
Bireye, topluma, hukuka saygılı olmak	4	3.2
Fark ortaya koymak	4	3.2
Değişime ayak uydurmak	4	3.2

Tablo 4.37’de görüldüğü üzere bazı işletmeler, misyonlarının kaliteyi sağlamak olduğunu ifade etmiştir. Bu konuda işletmelerden alınan yanıtlardan bazıları şunlardır:

- “Modern perde sistemleri konusunda kalite felsefesi ışığında sürekli iyileştirme yaparak yurtiçinde lider kuruluş olmak, yurtdışı pazarlarına açılmaktır” (İ7)
- “Dürüst ve ilkeli satış politikasından ödün vermeden çalışmak, kaliteli ürünler üretmektir” (İ53)
- “Kaliteli yerli üretim yapmaktır” (İ115)

Bazı işletmeler, misyonlarının müşteri odaklı yaklaşım olduğunu ifade etmiştir. Bu konuda işletmelerden alınan yanıtlardan bazıları şunlardır:

- “Kaliteli üretim anlayışımızla, müşteri odaklı yaklaşımımızla fark ortaya koymaktır” (İ12)
- “Değişen sektör koşullarına hızla uyum sağlayıp müşteri beklentisinin üzerine çıkarak üretim ve tasarım alanında hep en iyisi olmaktır” (İ50)
- “Kâğıt ürünleri imalatında bölgedeki eksikliği tamamlayan, müşterilerine çözümler sunan, onları memnun eden, başarılı, saygın bir firma olmaktır” (İ79)

Bazı işletmeler, misyonlarının ÷lkemize katkı sağlamak olduğunu ifade etmiştir. Bu konuda işletmelerden alınan yanıtlardan bazıları şunlardır:

- “Tüm çalışanlarımız ve kadromuz Türkiye’ye yararlı olmak için, hitap ettiğimiz tüm birey ve kuruluşların memnuniyeti için varız” (İ8)
- “%100 yerli sermaye ve işgücü ile üretim yaparak bölge ve ÷lke ekonomisine katkı sağlayan firma olmaktır” (İ77)
- “÷lke ekonomisine katkıda bulunmaktır” (İ107)

Bazı işletmeler, misyonlarının paydaşlar için değer ortaya koymak olduğunu ifade etmiştir. Bu konuda işletmelerden alınan yanıtlardan bazıları şunlardır:

- “Tüm paydaşlar için değer ortaya çıkarmaktır” (İ1)
- “Müşterilerimizin beklentilerine, isteklerine uygun çelik imalat ve ürünleri yüksek kalitede ve yüksek hızda üretilip zamanında teslim ederek paydaşlarımıza değer sağlamaktır” (İ33)
- “Değişim ve gelişime ayak uydurarak, kaliteli ürün ve hizmetlerimiz ile paydaşlarımıza değer katmaktır” (İ37)

Bazı işletmeler, misyonlarının sektörde öncü olmak olduğunu ifade etmiştir. Bu konuda işletmelerden alınan yanıtlardan bazıları şunlardır:

- “Küresel kâğıt üretimi pazarında öncü ve köklü bir oyuncu olmaktır” (İ65)
- “Rulo sac işleme, dilme, boru-profil, hadde ekipmanları, müşteriye özel makineler üreten ve anahtar teslim tesisler kuran bir şirket olarak öncü olmaktır” (İ9)
- “Çelik konstrüksiyon imalat ve montajı yaparak ağır sanayi sektörü taahhüt dalının bölgemizde öncü kuruluşlarından biri olmaktır” (İ20)

Bazı işletmeler, misyonlarının bireye, topluma, hukuka saygılı olmak olduğunu ifade etmiştir. Bu konuda işletmelerden alınan yanıtlardan bazıları şunlardır:

- “Çözüm odaklı üretim ve hizmet anlayışını benimsemiş, bireye, topluma, hukuka saygılı, çevreye duyarlı, pazara sunduğu ileri teknoloji ürünleri ile anılan bir dünya markası olmaktır” (İ4)
- “Kaliteli hizmet anlayışı ve insana değer ilkesi ile bireye, topluma saygı ile varlığımızı sürdürmektir” (İ55)
- “Müşterimizin isteklerine, yasal şartlara uyarak ve saygı duyarak, kaliteli ve hatasız ürünler üreterek müşterimizi memnun etmektir” (İ78)

Bazı işletmeler, misyonlarının çevreye duyarlı olmak olduğunu ifade etmiştir. Bu konuda işletmelerden alınan yanıtlardan bazıları şunlardır:

- “Çiftçilerimize tarımsal ve teknik konularda eğitimler, dönüm başına nakit desteği, gübre uygulama ve bahçe bakımında sağladığımız destekler ile daha temiz bir çevre ve sağlıklı gıdalar üretmektir” (İ17)
- “Müşterinin ihtiyaç ve beklentilerini en iyi şekilde anlamak ve buna göre ürün çeşitliliğini artırıp kalitesi yüksek, uygun fiyatlı, doğal, ekolojik, %100 çevre dostu, ithal ikame ürün olarak piyasaya sunmaktır” (İ49)
- “Global ve rekabetçi dünya pazarında kalite ve hizmet olarak ülkemizi en iyi şekilde temsil etmek, çevreyi korumak, insana yatırım yapan ve kendini geliştiren, tercih edilen bir kuruluş olmaktır” (İ92)

Bazı işletmeler, misyonlarının sürekli gelişme olduğunu ifade etmiştir. Bu konuda işletmelerden alınan yanıtlardan bazıları şunlardır:

- “Müşteri odaklı hizmet anlayışı, verimliliği merkeze alan bir yaklaşımla yenilikçi, kendini sürekli geliştiren bir firma olarak kaliteli hizmet vermektir” (İ31)
- “Ürün kalitesi, müşteri odaklı hizmetten ödün vermeden sürekli gelişerek büyümektir” (İ72)
- “Sürekli yatırım yaparak kalite ve güvenden ödün vermeden büyümek, ürün çeşitliliğimizi sürekli artırmaktır” (İ97)

Bazı işletmeler, misyonlarının fark ortaya koymak olduğunu ifade etmiştir. Bu konuda işletmelerden alınan yanıtlardan bazıları şunlardır:

- “Kaliteli üretim anlayışımızla, müşteri odaklı yaklaşımımızla fark ortaya koymaktır” (İ12)
- “Hizmet anlayışıyla, ürün farklılığı ve kalitesiyle güven veren, fark ortaya çıkaran, saygın, popüler bir firma olmaktır” (İ76)
- “Yeniliği, farklılığı besleyerek doğru ürünleri, doğru müşteri grubuna, mükemmel bir şekilde sunmaktır. Böylece farklılığı besleyerek fark atmaktır” (İ58)

Bazı işletmeler, misyonlarının uygun fiyat sunmak olduğunu ifade etmiştir. Bu konuda işletmelerden alınan yanıtlardan bazıları şunlardır:

- “Kaliteli hizmeti uygun fiyata sunmaktır” (İ16)
- “Kaliteli malları uygun fiyatlarla müşterilerimize ulaştırmaktır” (İ54)
- “En kaliteli ceketleri, en uygun fiyatlarla piyasaya sürmek ve müşterilerimizin siparişlerine uygun ceketler üretmektir” (İ99)

Bazı işletmeler, misyonlarının güvenilir çözümler sunmak olduğunu ifade etmiştir. Bu konuda işletmelerden alınan yanıtlardan bazıları şunlardır:

- “Ülkemiz ve dünyamız için sorumluluklarımızı yerine getirmek, müşteri beklentisini aşmak, en verimli, en güvenilir, en kaliteli çözümleri sunmaktır” (İ22)
- “Müşterilerimizin ihtiyaçları ve istekleri doğrultusunda en kaliteli cam ürünlerini üreterek en hızlı, en güvenilir hizmeti vermektir” (İ56)
- “Kaliteli, güvenilir ürün, iyi hizmet ve müşteri memnuniyeti ile varlığımızı devam ettirmektir” (İ105)

Bazı işletmeler, misyonlarının tercih edilen bir işletme olmak olduğunu ifade etmiştir. Bu konuda işletmelerden alınan yanıtlardan bazıları şunlardır:

- “Çelik servis merkezi ve boru üretiminde, çeşitli sektörlerde yurtiçi ve yurtdışında tercih edilen şirketler arasında yer almaktır” (İ32)
- “Sektöre farklı bir bakış açısı katarak en çok tercih edilen firma olmaktır” (İ42)
- “Ağaç ürünleri, kereste, palet üretiminde kaliteli üretim, uygun fiyat ile müşterilerimizin tercih ettiği marka olmaktır” (İ74)

Bazı işletmeler, misyonlarının büyüyen bir işletme olmak olduğunu ifade etmiştir. Bu konuda işletmelerden alınan yanıtlardan bazıları şunlardır:

- “Standart ve özel cıvata, perçin, bağlantı elemanları imalatını uzmanlıkla üretmek, müşterilerimizi memnun ederek büyüyen bir şirket olmaktır” (İ68)
- “Üretim ve ihracat hacmimizi sürekli artırarak büyümektir” (İ87)
- “Sürekli büyümek ve gelişmektir” (İ112)

Bazı işletmeler, misyonlarının yenilikçi yaklaşım olduğunu ifade etmiştir. Bu konuda işletmelerden alınan yanıtlardan bazıları şunlardır:

- “Yenilikçi, yüksek kaliteli ürünleri, esnek hizmet yaklaşımımızla müşterilerimizin beğenisine sunmaktır” (İ70)
- “Sürekli değer üreten, yenilik ve kaliteden ödün vermeyen bir firmayız” (İ98)
- “Demir çelik sektörüne yenilikçi çözümler sunmaktır” (İ122)

Bazı işletmeler, misyonlarının değişime ayak uydurmak olduğunu ifade etmiştir. Bu konuda işletmelerden alınan yanıtlardan bazıları şunlardır:

- “Değişim ve gelişime ayak uydurarak, kaliteli ürün ve hizmetlerimiz ile paydaşlarımıza değer katmaktır” (İ37)
- “Değişen sektör koşullarına hızla uyum sağlayıp müşteri beklentisinin üzerine çıkarak üretim ve tasarım alanında hep en iyisi olmaktır” (İ50)
- “Büyüyen, dönüşen, değişen, kalite anlayışını daima sürdüren bir firma olmaktır” (İ81)

4.13.3. İşletme Stratejisine Yönelik Görüşler

İşletmelerin işletme stratejisine yönelik görüşlerine ait bulgular Tablo 4.38’de yer almaktadır.

Tablo 4.38: İşletme stratejisine yönelik görüşler

Alt Tema	Frekans	Yüzde (%)
Müşteri portföyünü genişletme	27	21.6
Sürekli büyüme	17	13.6
Dünya pazarlarına açılma	15	12
Ürün portföyünü genişletme	11	8.8
Üretim kapasitesini artırma	10	8
Kalite yönetimi	9	7.2
Müşteri memnuniyetini artırma	8	6.4
Yeni teknolojilere yatırım	8	6.4
Tanınırlığı artırma	7	5.6

Tablo 4.38’de görüldüğü üzere bazı işletmeler, işletme stratejilerinin müşteri portföyünü genişletme olduğunu ifade etmiştir. Bu konuda işletmelerden alınan yanıtlardan bazıları şunlardır:

- “Müşteri portföyümüzü geliştirmeyi hedefliyoruz” (İ26)
- “Firmamızın tanınırlığını daha da artırmak, müşteri sayımızı artırmak istiyoruz” (İ27)
- “Çalışan istihdamımızı artırmayı ve müşteri portföyümüzü genişletmeyi hedefliyoruz” (İ90)

Bazı işletmeler, işletme stratejilerinin sürekli büyüme olduğunu ifade etmiştir. Bu konuda işletmelerden alınan yanıtlardan bazıları şunlardır:

- “Sürekli büyüme, sürekli gelişme hedefimiz vardır” (İ15)

- “Büyüme hedefliyoruz. Farklı sektörlerde girişimlerimiz var. İnşaat sektörüne de girmeyi düşünüyoruz” (İ71)
- “Büyüme stratejisi ve dijital teknolojileri firmamıza adapte etme stratejisi uygulamak istiyoruz. Ben bilgisayar mühendisiyim. Firmanın müdürü olarak bilişim sistemlerinin firmamızda kullanımını artırmak istiyorum” (İ99)

Bazı işletmeler, işletme stratejilerinin dünya pazarlarına açılma olduğunu ifade etmiştir. Bu konuda işletmelerden alınan yanıtlardan bazıları şunlardır:

- “Stratejimiz vardır. Daha fazla ülkede var olmak istiyoruz” (İ2)
- “Dünya pazarlarına açılma stratejisi uyguluyoruz” (İ37)
- “Amerika kıtasına ürün ihraç ediyorum. Arjantin’e de açılmak istiyorum. Dünya pazarlarına satış yapmak istiyorum” (İ118)

Bazı işletmeler, işletme stratejilerinin ürün portföyünü genişletme olduğunu ifade etmiştir. Bu konuda işletmelerden alınan yanıtlardan bazıları şunlardır:

- “Ürün portföyümüzü artırmayı hedefliyoruz. Ayrıca müşteri portföyümüzü de genişletmek istiyoruz” (İ11)
- “Ürün çeşitliliğini artırmayı, üretime ve insan kaynaklarına geleceğe dönük yatırımlar yapmayı hedefliyoruz” (İ55)
- “Ürün yelpazemizi geliştirmek istiyoruz. Doğal köy sütü kullanıyoruz tüm ürünlerimizde. Peynir denince bölgede akla ilk biz geliyoruz. Bunu ülke genelinde duyurmak istiyoruz” (İ97)

Bazı işletmeler, işletme stratejilerinin kalite yönetimi olduğunu ifade etmiştir. Bu konuda işletmelerden alınan yanıtlardan bazıları şunlardır:

- “Hatasız üretim ve hizmet, beklentileri zamanında yerine getirmek, dinamik bir kalite yönetimidir” (İ101)
- “Kalite yönetimi ve müşteri memnuniyetini devam ettirmektir” (İ110)
- “Yüksek kalitede üretime devam etmek ve kalite yönetimini profesyonelce yapmaktır” (İ115)

Bazı işletmeler, işletme stratejilerinin müşteri memnuniyetini artırma olduğunu ifade etmiştir. Bu konuda işletmelerden alınan yanıtlardan bazıları şunlardır:

- “Çalışanlarımızın memnuniyetini artırmak, müşteri memnuniyetini artırmak ve kârlılığımızı artırmaktır” (İ23)
- “Müşterilerimizle güçlü işbirlikleri geliştirmeyi, müşteri portföyümüzü genişletmeyi, insan kaynaklarımızı güçlendirmeyi hedefliyoruz” (İ70)
- “Kalite standartlarımızdan taviz vermeden müşterilerimizin hayallerini gerçeğe dönüştürmektir” (İ114)

Bazı işletmeler, işletme stratejilerinin tanınırlığı artırma olduğunu ifade etmiştir. Bu konuda işletmelerden alınan yanıtlardan bazıları şunlardır:

- “Firmamızın tanınırlığını daha da artırmak, müşteri sayımızı artırmak istiyoruz” (İ27)
- “Ayakkabıda dünya markası olmayı hedefliyoruz. Zaten bölgede pu enjeksiyon (poliüretan enjeksiyon sistemi ile üretim yapan tek firmayız. Bunu daha fazla duyurmak istiyoruz” (İ98)
- “TOGG’un logosunun olduğu kısmın kalıbını biz tasarladık ve ürettik. Önümüzdeki süreçte seri olarak bu logoyu üretmeye devam etmek istiyoruz. Adımızı daha fazla duyurmak istiyoruz” (İ52)

Bazı işletmeler, işletme stratejilerinin üretim kapasitesini artırma olduğunu ifade etmiştir. Bu konuda işletmelerden alınan yanıtlardan bazıları şunlardır:

- “Müşteri ağıımızı geliştirmek, üretim kapasitemizi artırmak istiyoruz” (İ29)
- “Üretim tesisimizi büyütmeyi hedefliyoruz. Üretim kapasitemizi de artıracamız” (İ51)
- “Fabrika kapasitemizi ve sayımızı artırmak istiyoruz. Şu anda yeni bir fabrika inşaatımız devam ediyor.” (İ112)

Bazı işletmeler, işletme stratejilerinin yeni teknolojilere yatırım olduğunu ifade etmiştir. Bu konuda işletmelerden alınan yanıtlardan bazıları şunlardır:

- “Üretimde, prosesi daha hızlı, daha kolay hâle getirecek yeni teknik ve teknolojiler bulmayı hedefliyoruz. Şu an ÖSYM’nin sınav silgilerini biz üretiyoruz. Siz 100’den fazla fabrika incelediğinizi söylediniz. Eğer bize uygun teknolojiler gördüyseniz bizimle paylaşırsanız seviniriz ” (İ38)
- “Yeni makine tasarımı geliştirmek. Otonom kontrollü sistemle makineler tasarlamak istiyoruz” (İ91)
- “Kapasitemizi artırmak istiyoruz. KBÜ Teknokent bünyesinde çalışmalarımız var. Ar-Ge ekibimiz bir makine tasarladı, onu hayata geçirmek istiyoruz” (İ122)

4.13.4. İşletmelerde Tanımlı Stratejik Hedeflerin Kademelerce Bilinmesine Yönelik Görüşler

İşletmelerin tanımlı stratejik hedeflerin kademelerce bilinmesine yönelik görüşlerine ait bulgular Tablo 4.39’da yer almaktadır.

Tablo 4.39: İşletmelerde tanımlı stratejik hedeflerin kademelerce bilinmesine yönelik görüşler

Alt Tema	Frekans	Yüzde (%)
Tüm kademeler bilmektedir	113	90
Üst ve orta yönetim bilmektedir	7	5.6
Sadece üst yönetim bilmektedir	5	4

Tablo 4.39’da görüldüğü üzere bazı işletmeler, tanımlı stratejik hedeflerin tüm kademeler tarafından bilindiğini ifade etmiştir. Bu konuda işletmelerden alınan yanıtlardan bazıları şunlardır:

- “Tüm birimlerimiz biliyor. Zaten ben yönetici olarak belki günde 7-8 saatimi çalışanların içinde geçiriyorum. Bizde yönetici masasında oturmak yok. Devamlı iş başındayım ve çalışanlarımla birlikte çalışıyorum.” (İ114)
- “Tüm kademelerimizce bilinmektedir. Büyüme stratejimize uygun olarak işçi sayımızı artırıyoruz. Şu anda 100 kişi daha istihdam etmek için ilan verdik” (İ99)
- “Evet, tüm kademelerimiz bilmektedir. Hedeflerimiz panolara asılır” (İ90)

Bazı işletmeler, tanımlı stratejik hedeflerin sadece üst yönetim tarafından bilindiğini ifade etmiştir. Bu konuda işletmelerden alınan yanıtlardan bazıları şunlardır:

- “Üst yönetim bilmektedir. Diğer çalışanların bilmesine gerek olduğunu düşünmüyorum. Üst yönetim biliyor, çalışanlara ne yapacaklarını söylüyor onlar da yapıyor. Olay budur” (İ54)
- “Üst yönetim biliyor. Çalışanlarımız biz ne dersek onu yapar. Onlara stratejik hedeflerimizi anlatmaya ihtiyacımız yok” (İ56)
- “Sadece üst yönetim bilmektedir. Çalışanlarımız kendilerine deneni yaparlar gerisine karışmazlar” (İ102)

Bazı işletmeler, tanımlı stratejik hedeflerin üst ve orta yönetim tarafından bilindiğini ifade etmiştir. Bu konuda işletmelerden alınan yanıtlardan bazıları şunlardır:

- “Üst ve orta yönetim kademelerimiz bilmektedir. Alt kademe bilmez. Onlardan sadece sorumluluklarını yerine getirmelerini bekliyoruz.” (İ115)
- “Üst ve orta yönetim biliyor. Diğer çalışanlarımız bilmez. Gerek yok bilmelerine. Bilmeleri gereken şeyleri söylüyoruz” (İ94)
- “Üst ve orta yöneticiler bilir. Diğerleri bilmiyorlar. Buna gerek görmüyoruz.” (İ111)

4.13.5. İşletmelerde Tanımlı Ar-Ge ve İnovasyon Stratejik Hedeflerine Yönelik Görüşler

İşletmelerin tanımlı Ar-Ge ve inovasyon stratejik hedeflerine yönelik görüşlerine ait bulgular Tablo 4.40’da yer almaktadır.

Tablo 4.40: İşletmelerde tanımlı Ar-Ge ve inovasyon stratejik hedeflerine yönelik görüşler

Alt Tema	Frekans	Yüzde (%)
Daha fazla ürün çeşidi geliştirmek	11	8.8
İleri teknoloji makineler üretmek	5	4
Tanımlı Ar-Ge ve inovasyon stratejik hedefimiz yoktur	95	76

Tablo 4.40’da görüldüğü üzere bazı işletmeler, tanımlı Ar-Ge ve İnovasyon stratejik hedeflerinin daha fazla ürün çeşidi geliştirmek olduğunu ifade etmiştir. Bu konuda işletmelerden alınan yanıtlardan bazıları şunlardır:

- “RFID’li güvenlik mühürleri üzerine çalışıyoruz” (İ43)
- “Şirketimizi dijital dönüşüme uygun hâle getirecek projeleri hayata geçirmek” (İ1)
- “Fındıklı gofret, fındık kreması, fındık unu gibi çeşitli ürünlerimiz var. Fındık kullanılarak üretilecek daha fazla ürün çeşidi geliştirmeyi hedefliyoruz ” (İ17)

Bazı işletmeler, tanımlı Ar-Ge ve İnovasyon stratejik hedeflerinin ileri teknoloji makineler üretmek olduğunu ifade etmiştir. Bu konuda işletmelerden alınan yanıtlardan bazıları şunlardır:

- “İleri teknoloji makineler üretme konusunda hedeflerimiz var” (İ4)
- “Makine imalatı yapmak istiyoruz. Özellikle ileri teknoloji makineler” (İ91)
- “Teknokentte yapmaya çalıştığımız makineyi gerçekleştirip üretimde kullanmak istiyoruz” (İ122)

4.13.6. İşletmelerin Tanımlı Bir Endüstri 4.0 Stratejisine Yönelik Görüşleri

İşletmelerin tanımlı bir Endüstri 4.0 stratejisine yönelik görüşlerine ait bulgular Tablo 4.41’de yer almaktadır.

Tablo 4. 41: İşletmelerin tanımlı bir Endüstri 4.0 stratejisine yönelik görüşleri

Alt Tema	Frekans	Yüzde (%)
Tam otomatik robot kullanımını artırma	4	3.2
Endüstri 4.0 uygulamalarını işletmeye adapte etme	3	2.4
Tanımlı bir Endüstri 4.0 stratejimiz yoktur	114	91.2

Tablo 4.41’de görüldüğü üzere bazı işletmeler, tanımlı Endüstri 4.0 stratejisinin tam otomatik robot kullanımını artırma olduğunu ifade etmiştir. Bu konuda işletmelerden alınan yanıtlardan bazıları şunlardır:

- “Üretim hatlarımızda tam otomatik robotlar kullanıyoruz. Üretim ve paketlemede daha fazla kısımda robot kullanmayı hedefliyoruz. Çünkü işimizi kolaylaştırıyor. Sistematik olması, işgücünü azaltması, kaliteyi ve hızı artırması bizim lehimize oluyor” (İ31)
- “10 tane otonom robot aldık. Bunların yazılımlarını yapıp çalıştıracak mekatronik mühendisi bulamıyorum. Aşağıda robotlar boş boş duruyor. Yetenekli, donanımlı mekatronik mühendisi bulup bu robotları çalıştırıp kullanmak istiyorum” (İ67)
- “Uzaktan kontrollü otonom makineler, hepsinin bilgisayar kontrollü olması. Bunları yapmak hayalimiz. Yapacak yeteneğimiz var eminiz ancak imkân bulamıyoruz” (İ91)

Bazı işletmeler, tanımlı Endüstri 4.0 stratejisinin Endüstri 4.0 uygulamalarını işletmeye adapte etme olduğunu ifade etmiştir. Bu konuda işletmelerden alınan yanıtlardan bazıları şunlardır:

- “Endüstri 4.0 stratejimiz vardır. Endüstri 4.0 uygulamalarını şirketimize adapte etmek” (İ1)
- “Yeni bir firma olduğumuz için dijital teknolojileri tam olarak adapte edemiyoruz. Fakat Endüstri 4.0 teknolojilerini firmamıza adapte etmeye yönelik fikirlerimiz var. Bu konuda özellikle bilişim teknolojileri ve siber güvenlik uygulamaları üzerine odaklanıyoruz” (İ36)
- “2025 yılına kadar Endüstri 4.0 gelişimlerine uygun olarak dijital dönüşümümüzü en üst düzeye çıkarmayı hedefliyoruz” (İ43)

4.13.7. İşletmelerde Çalışanların Uygulanabilir İş Tanımlarına Yönelik Görüşler

İşletmelerin çalışanların uygulanabilir iş tanımlarına yönelik görüşlerine ait bulgular Tablo 4.42’de yer almaktadır.

Tablo 4.42: İşletmelerde çalışanların uygulanabilir iş tanımlarına yönelik görüşler

Alt Tema	Frekans	Yüzde (%)
Yazılı iş tanımları vardır	119	95.2
Sözlü iş tanımları vardır	118	94.4
Usta-çırak ilişkisi vardır	115	92
İş tanımları yoktur	1	0.8

Tablo 4.42’de görüldüğü üzere bazı işletmeler, çalışanlarının yazılı, sözlü, tanımlı ve usta-çırak ilişkisi gibi iş tanımlarının olduğunu ifade etmiştir. Bu konuda işletmelerden alınan yanıtlardan bazıları şunlardır:

- “Hem yazılı, hem sözlü, hem usta-çırak bunların hepsi de önemli bizim için” (İ15)
- “Yazılı, sözlü, tanımlı, usta-çırak bunların tümünü de uyguluyoruz. Hatta en çok usta-çırak usulü uyguluyoruz. Ben kendim de eğitimci olduğum için eğitime, öğretmeye, öğrenmeye çok önem veriyorum ” (İ38)
- “Yazılı, sözlü, tanımlı, usta-çırak tamamı vardır. Usta-çırak olmazsa olmazımızdır. Çünkü biz bir nevi sanatçıyız, sanat yapıyoruz burada” (İ118)

- “Yazılı, sözlü, tanımlı, usta-çırak tamamı vardır. Herkesin ne iş yapacağı, vazifesi bellidir. 2 tane mühendisimiz var. TÜBİTAK projesi yaptıkları için her şey planlı, düzenli, tanımlı şekilde ilerlemektedir” (İ25)

4.13.8. İşletmede Yeni Teknolojilerle İlgili Eğitim Verilmesine Yönelik Görüşler

İşletmelerin yeni teknolojilerle ilgili eğitim verilmesine yönelik görüşlerine ait bulgular Tablo 4.43’de yer almaktadır.

Tablo 4.43: İşletmede yeni teknolojilerle ilgili eğitim verilmesine yönelik görüşler

Alt Tema	Frekans	Yüzde (%)
Makine eğitimleri	57	45.6
Otomasyonla ilgili eğitimler	16	12.8
Yazılım eğitimleri	13	10.4
Yeni uygulamalarla ilgili eğitimler	8	6.4
Yeni teknoloji eğitimleri verilmiyor	51	40.8

Tablo 4.43’de görüldüğü üzere bazı işletmeler, çalışanlarına makine eğitimleri verildiğini ifade etmiştir. Bu konuda işletmelerden alınan yanıtlardan bazıları şunlardır:

- “Makineler konusunda eğitim veriyoruz. Kullandığımız makineleri çalışanlarımızın iyi tanınması, iyi kullanabilmesi gerekiyor. Yaptığımız iş tehlike barındırıyor. İş güvenliği, işçi güvenliği önceliğimiz” (İ23)
- “Makine eğitimleri, kalıplama eğitimleri veriliyor” (İ44)
- “Makinelerin nasıl kullanılacağı, acil durumlarda ne yapılacağı konusunda eğitiriz” (İ103)

Bazı işletmeler, çalışanlarına otomasyonla ilgili eğitimler verildiğini ifade etmiştir. Bu konuda işletmelerden alınan yanıtlardan bazıları şunlardır:

- “Makine ve yazılımlarla ilgili eğitimler, otomasyon, veri entegrasyonu eğitimleri bünyemizde veriliyor” (İ26)
- “Makinelerle ilgili, otomasyonla ilgili eğitimler verilir” (İ39)

- “Yazılım, programlama, otomasyon, robot eğitimleri verilir” (İ94)

Bazı işletmeler, çalışanlarına yazılım eğitimleri verildiğini ifade etmiştir. Bu konuda işletmelerden alınan yanıtlardan bazıları şunlardır:

- “Makine ve yazılımlarla ilgili eğitimler, otomasyon, veri entegrasyonu eğitimleri bünyemizde veriliyor” (İ26)
- “Microsoft 365 sistemleri çalışanlara eğitimi verilmiştir. CNC tezgâhların kullanılmasıyla ilgili eğitimler de verilir. Cutter kullanımı da aynı şekilde” (İ80)
- “Otomasyon ve yazılım eğitimi verilir” (İ104)

Bazı işletmeler, çalışanlarına yeni uygulamalarla ilgili eğitimler verildiğini ifade etmiştir. Bu konuda işletmelerden alınan yanıtlardan bazıları şunlardır:

- “Güneş panelleri eğitimleri verilir. Küresel teknolojilerin burada kullanılması önemsenir. Alandaki yeni uygulamalar takip edilerek eğitim verilir” (İ62)
- “Yeni uygulamalar takip edilir ve çalışanlara bunların eğitimi verilir” (İ97)
- “Yeni uygulamaları severek takip ederiz. Eğitimini de verimiz” (İ118)

4.13.9. İşletmelerin Geri Bildirim Mekanizmalarına Yönelik Görüşler

İşletmelerin geri bildirim mekanizmalarına yönelik görüşlerine ait bulgular Tablo 4.44’de yer almaktadır.

Tablo 4.44: İşletmelerin geri bildirim mekanizmalarına yönelik görüşler

Alt Tema	Frekans	Yüzde (%)
Müşteri geri bildirimlerinin değerlendirilmesi	103	82.4
Çalışanların geri bildirimlerinin değerlendirilmesi	86	68.8
Rakiplerden gelen geri bildirimlerin değerlendirilmesi	42	33.6
Pazardan gelen geri bildirimlerin değerlendirilmesi	39	31.2
Müşteri memnuniyeti anketi	9	7.2
Açık kapı politikası	5	4
Geri bildirim almayız	2	1.6

Tablo 4.44’te görüldüğü üzere bazı işletmeler, müşteri geri bildirimlerinin, çalışanların geri bildirimlerinin, rakiplerin geri bildirimlerinin, pazardan gelen geri bildirimlerin değerlendirildiğini ifade etmiştir. Bu konuda işletmelerden alınan yanıtlardan bazıları şunlardır:

- “Müşteri ve çalışanlarımızdan gelen geri bildirimlere göre hareket eden bir firmayız. Sorunları çözerek yol alamazsak yolda kalırız. Değerlendirmeye, farklı fikirlere açığız” (İ104)
- “Çalışanlar için ÖTŞ(Öneri-talep-şikâyet), Qr kod mekanizmaları, müşteriler için mail vardır” (İ80)
- “Müşteri ilişkileri ve tedarikçi ilişkilerinin yönetildiği departmanlar bulunmaktadır” (İ1)

Bazı işletmeler, açık kapı politikası uyguladığını ifade etmiştir. Bu konuda işletmelerden alınan yanıtlardan bazıları şunlardır:

- “Çalışanlarımıza açık kapı politikası uyguluyoruz. Müşterilerimizle daima iletişimdeyiz. Geri bildirimleri sıklıkla alırız.” (İ55)
- “Müşterilerimiz bize ulaşarak bildirimde bulunur. Çalışanlarımıza açık kapı uygulamamız vardır” (İ70)
- “Tabi ki müşterilerimiz bizi tebrik etmek için, bize duydukları güveni belirtmek için ararlar. Çalışanlarımıza da kapımız her daim açıktır. İsteklerini belirtirler” (İ100)

Bazı işletmeler, müşteri memnuniyeti anketi uyguladıklarını ifade etmiştir. Bu konuda işletmelerden alınan yanıtlardan bazıları şunlardır:

- “Müşteri memnuniyeti anketi yapıyoruz” (İ62)
- “Geri bildirim alırız. Müşteri memnuniyeti anketimiz var. Çalışanlarımızla yakından ilgileniriz. Onların geri bildirimlerine değer veririz” (İ73)
- “Müşteri memnuniyeti anketi yapıyoruz. Anketten çıkanlara göre aksiyon alıyoruz. Müşterimiz neyi beğeniyor, neyi beğenmiyor, neyi istiyor, neyi istemiyor, Bizden ne bekliyor, parasının karşılığını alıyor mu fazlasıyla bu

önemli. Yoksa ben malımı satarım gerisine karışmam dersek bu ticaret olmaz, bu müşteriye kandırmak olur” (İ86)

4.13.10. İşletmelerde Çalışanların Kendilerini Yenilikçilik Açısından Geliştirebilecekleri Ortama Yönelik Görüşler

İşletmelerin çalışanların kendilerini yenilikçilik açısından geliştirebilecekleri ortama yönelik görüşlerine ait bulgular Tablo 4.45’de yer almaktadır.

Tablo 4.45: İşletmelerde çalışanların kendilerini yenilikçilik açısından geliştirebilecekleri ortama yönelik görüşler

Alt Tema	Frekans	Yüzde (%)
Görüş alışverişi	27	21.6
İnisiyatif alabilme	16	12.8
Öneri sistemi vardır	8	6.4
Esnek saat uygulaması	6	4.8
Yenilikçilik geliştirilebilecek ortam yoktur	69	55.2

Tablo 4.45’de görüldüğü üzere bazı işletmeler, görüş alışverişi olduğunu ifade etmiştir. Bu konuda işletmelerden alınan yanıtlardan bazıları şunlardır:

- “Çok fikir alışverişi, öneri değerlendirme yaparız” (İ19)
- “Görüş alışverişi yaparız. Hepimiz aynı havayı soluyoruz. Aynı dertleri çekiyoruz. O yüzden paylaşım yaparak birbirimize destek olmalıyız” (İ90)
- “Çalışanlarımızın fikirlerini dinleriz. Önem veririz, değer veririz. Biz bir aileyiz” (İ77)

Bazı işletmeler, inisiyatif alabilme ortamı olduğunu ifade etmiştir. Bu konuda işletmelerden alınan yanıtlardan bazıları şunlardır:

- “Şu anda savunma sanayisi için malzeme üretimi için testler yapıyoruz. İnisiyatif alma üst seviyededir” (İ25)

- “Eğitim yönetimi yapılır. Tasarım bilen bir çalışanın başka bir birimde görevlendirmesi yapılabilir. İnisiyatif alınır.” (İ80)
- “Çalışanların görüşlerini alırız. İnisiyatif almalarını isteriz ancak maalesef almazlar. Ama böyle bir ortamım var. İnisiyatif alsalar mutlu oluruz” (İ69)

Bazı işletmeler, öneri sistemi olduğunu ifade etmiştir. Bu konuda işletmelerden alınan yanıtlardan bazıları şunlardır:

- “Öneri sistemimiz var. Sürekli iyileştirme sistemimiz var” (İ94)
- “Öneri sistemi uyguluyoruz. Esnek saat de vardır. Kendini geliştirmek isteyenler için ideal bir ortam mevcuttur” (İ105)
- “Öneri kutuları vardır” (İ55)

Bazı işletmeler, esnek saat uygulaması olduğunu ifade etmiştir. Bu konuda işletmelerden alınan yanıtlardan bazıları şunlardır:

- “Özellikle yazılımcı arkadaşlar esnek saatlerde çalışırlar” (İ8)
- “Esnek saat uygulaması yapıyoruz. Bu benim için önemli. Çalışanı saatlerce burada tutmak önemli değil, onun işini düzgün yapmasını sağlamak önemlidir bana göre” (İ86)
- “Öneri sistemi uyguluyoruz. Esnek saat de vardır. Kendini geliştirmek isteyenler için ideal bir ortam mevcuttur” (İ105)

4.13.11. İşletmelerde Çalışanları Teşvik Edici Motivasyon Sistemlerine Yönelik Görüşler

İşletmelerin çalışanları teşvik edici motivasyon sistemlerine yönelik görüşlerine ait bulgular Tablo 4.46’da yer almaktadır.

Tablo 4.46: İşletmelerde çalışanları teşvik edici motivasyon sistemlerine yönelik görüşler

Alt Tema	Frekans	Yüzde (%)
Para, hediye çeki gibi ödüllendirmeler	28	22.4
Prim	24	19.2
Hediyeler	15	12
Promosyon	11	8.8
Piknik, mangal aktiviteleri	8	6.4
Bayram paketleri hediye edilmesi	6	4.8
İkramiye	6	4.8
Motivasyon sistemi yoktur	47	37.6

Tablo 4.46’da görüldüğü üzere bazı işletmeler, para, hediye çeki gibi ödüllendirmeler yapıldığını, bayram paketleri hediye edildiğini, piknik, mangal aktiviteleri yapıldığını, prim, promosyon, ikramiye ve çeşitli hediyeler verildiğini ifade etmiştir. Bu konuda işletmelerden alınan yanıtlardan bazıları şunlardır:

- “Bayram paketleri, yılbaşı paketleri, prim vardır” (İ40)
- “Saat 4 çayı Cuma günleri, ayda bir mangal yaparız” (İ39)
- “Çalışan bağlılığı uygulamaları adı altında katalog, yıllık planlı etkinlikler, çalışanların sağlık hizmetlerine ulaşmasının kolaylaştırılması, servis hizmeti, doğum yapana altın hediyesi vardır” (İ80)
- “Önerinin, projenin katacağı katma değere göre kalıcı hediyeler, para, hediye çeki ile ödüllendirilir” (İ32)
- “Proje geliştirip sunanlara çeyrek altın var” (İ60)

4.13.12. İşletmelerde Başka Sektöre Yatırım Yapmaya Yönelik Görüşler

İşletmelerin başka sektöre yatırım yapmaya yönelik görüşlerine ait bulgular Tablo 4.47’de yer almaktadır.

Tablo 4.47: İşletmelerde başka sektöre yatırım yapmaya yönelik görüşler

Alt Tema	Frekans	Yüzde (%)
İnşaat sektörüne yatırım	4	3.2
Başka sektöre yatırım yapmayı düşünmüyorum	97	77.6

Tablo 4.47’de görüldüğü üzere bazı işletmeler, inşaat sektörüne yatırım yapmayı düşündüğünü ifade etmiştir. Bu konuda işletmelerden alınan yanıtlardan bazıları şunlardır:

- “İnşaat sektörünü düşünüyoruz” (İ33)
- “Aslında inşaat sektörünü düşünebilirim” (İ79)

4.13.13. İşletmelerde Haberleşme Portları ile Veri Çekebilmeye Yönelik Görüşler

İşletmelerin haberleşme portları ile veri çekebilmeye yönelik görüşlerine ait bulgular Tablo 4.48’de yer almaktadır.

Tablo 4.48: İşletmelerde haberleşme portları ile veri çekebilmeye yönelik görüşler

Alt Tema	Frekans	Yüzde (%)
Mail	42	33.6
ERP Yazılımı	32	25.6
WhatsApp	25	20
Haberleşme portları ile veri çekemiyoruz	17	13.6

Tablo 4.48’de görüldüğü üzere bazı işletmeler, mail ve WhatsApp ile veri çekildiğini ifade etmiştir. Bu konuda işletmelerden alınan yanıtlardan bazıları şunlardır:

- “WhatsApp ve mail kullanıyoruz” (İ4)
- “Geliştirilmeye devam ediliyor. Şu anda mail sistemi var” (İ96)
- “Altyapı çalışmaları yapıldı ancak aktifleştirilemedi” (İ80)

Bazı işletmeler, ERP yazılımı aracılığıyla veri çekildiğini ifade etmiştir. Bu konuda işletmelerden alınan yanıtlardan bazıları şunlardır:

- “ERP var bununla veri çekebiliriz” (İ87)
- “ERP sayesinde veri takibi yapabiliyoruz” (İ31)

4.13.14. İşletmelerde Endüstri 4.0 ile Uyumlu Makinelere Yönelik Görüşler

İşletmelerin Endüstri 4.0 ile uyumlu makinelere yönelik görüşlerine ait bulgular Tablo 4.49’da yer almaktadır.

Tablo 4.49: İşletmelerde Endüstri 4.0 ile uyumlu makinelere yönelik görüşler

Alt Tema	Frekans	Yüzde (%)
Endüstri 4.0 ile uyumlu makineye sahibiz	8	6.4
Endüstri 4.0 ile uyumlu makinemiz yoktur	117	93.6

Tablo 4.49’da görüldüğü üzere bazı işletmeler, Endüstri 4.0 ile uyumlu makineye sahip olduğunu ifade etmiştir. Bu konuda işletmelerden alınan yanıtlardan bazıları şunlardır:

- “Haddede bir makinemiz var. Kendi kendine çalışabiliyor” (İ104)
- “Mevcut. Başında insan bulunmadan çalışabilen robotlarımız vardır” (İ1)
- “Var. Kullanıyorduk bunları. Fakat bizim sektör için bu makinelerin işçi güvenliği açısından sorun teşkil ettiğini gördük. Şu anda bunları kullanmıyoruz. ” (İ8)
- “İki hat boyunca sıralı şekilde vardır” (İ31)
- “Altı adet robot var. Kablo kesme ve soketlemede kullanılıyor” (İ55)
- “Hat boyunca var. Robotlar çalışıyor bir hat boyunca” (İ65)
- “İtalya’dan dizgi makinesi aldık. Başında insan durmuyor. Ürünleri kendisi diziyor” (İ118)

4.13.15. İşletmelerde Üretim İle İlgili Operasyonel Süreçlerde Sensör Kullanımına Yönelik Görüşler

İşletmelerin üretim ile ilgili operasyonel süreçlerde sensör kullanımına yönelik görüşlerine ait bulgular Tablo 4.50’de yer almaktadır.

Tablo 4.50: İşletmelerde üretim ile ilgili operasyonel süreçlerde sensör kullanımına yönelik görüşler

Alt Tema	Frekans	Yüzde (%)
Güvenlik sensörü	67	53.6
Hareket sensörü	46	36.8
Mekanik sensör	23	18.4
Metraj sensörü	21	16.8
Proximity	15	12
Termal sensör	10	8
Basınç sensörü	9	7.2
Lazer sensörü	6	4.8

Tablo 4.50’de görüldüğü üzere bazı işletmeler, güvenlik sensörü, termal sensör, basınç sensörü, mekanik sensör, metraj sensörü, hareket sensörü, proximity, lazer sensörü kullandığını ifade etmiştir. Bu konuda işletmelerden alınan yanıtlardan bazıları şunlardır:

- “Preslemede mekanik sensörler kullanıyoruz” (İ49)
- “Isı, basınç vb. ölçüm sensörleri, çarpışma önleme sensörleri, mesafe ölçüm sensörleri var” (İ1)
- “Metraj sensörü vardır” (İ10)
- “Mekanik sensörler, proximity, güvenlik, hareket sensörleri kullanıyoruz” (İ43)
- “Otomatik kesme, hareket sensörü kullanıyoruz” (İ33)
- “Isı, tur, nem sensörleri kullanıyoruz biz” (İ46)

4.13.16. İşletmelerde Veritabanı Yönetim Sistemine Yönelik Görüşler

İşletmelerin veritabanı yönetim sistemine yönelik görüşlerine ait bulgular Tablo 4.51’de yer almaktadır.

Tablo 4.51: İşletmelerde veritabanı yönetim sistemine yönelik görüşler

Alt Tema	Frekans	Yüzde (%)
Microsoft SQL Server	70	56
Veritabanı yönetim sistemi yoktur	36	28.8

Tablo 4.51’de görüldüğü üzere bazı işletmeler, Microsoft SQL Server kullanıldığını ifade etmiştir. Bu konuda işletmelerden alınan yanıtlardan bazıları şunlardır:

- “Birkaç tane var hatta. Microsoft SQL Server bulunmaktadır. Ortağım bu yazılım işlerini daha iyi biliyor, bu işleri o yönetiyor. Yazılımsal olarak çok iyi durumdayız diyebilirim” (İ8)
- “Mühendisler tarafından işleniyor. Microsoft server vardır” (İ80)

4.13.17. İşletmelerde Kurumsal Kaynak Planlama Yazılımlarına Yönelik Görüşler

İşletmelerin kurumsal kaynak planlama yazılımlarına yönelik görüşlerine ait bulgular Tablo 4.52’de yer almaktadır.

Tablo 4.52: İşletmelerde kurumsal kaynak planlama yazılımlarına yönelik görüşler

Alt Tema	Frekans	Yüzde (%)
ERP	56	44.8
IFS	4	3.2
Kurumsal kaynak planlama yazılımımız yok	64	51.2

Tablo 4.52’de görüldüğü üzere bazı işletmeler, ERP kullanıldığını ifade etmiştir. Bu konuda işletmelerden alınan yanıtlardan bazıları şunlardır:

- “Kendi yazılımımızı kullanıyoruz. ERP yazılımımız var. Özel olarak yazdırdık” (İ46)
- “Likom Gusto firmasının özel yazdığı bizim için yazılım var. Likom Gusto ERP yazılımı ile tüm bölümlerin tüm işlerini ortak bir ekranda görebiliyorum” (İ32)
- “Enroth, Logo kullanılmaktadır” (İ61)
- “Canias adlı program var” (İ100)
- “Stoklar ve muhasebe için Logo var” (İ111)

Bazı işletmeler, IFS kullanıldığını ifade etmiştir. Bu konuda işletmelerden alınan yanıtlardan bazıları şunlardır:

- “IFS kullanılıyor” (İ1)
- “IFS var onu kullanıyoruz” (İ23)

4.13.18. İşletmelerde Endüstri 4.0 Teknolojilerini Tercih Sebeplerine Yönelik Görüşler

İşletmelerin Endüstri 4.0 teknolojilerini tercih sebeplerine yönelik görüşlerine ait bulgular Tablo 4.53’de yer almaktadır.

Tablo 4.53: İşletmelerde Endüstri 4.0 teknolojilerini tercih sebeplerine yönelik görüşler

Alt Tema	Frekans	Yüzde (%)
Maliyetleri düşürmesi	46	36.8
İşgücünü azaltması	45	36
Hatayı azaltması	33	26.4
Hızlı üretim olanağı	31	24.8
İşçi maliyetini azaltması	21	16.8
Zamandan tasarruf sağlaması	17	13.6
Kaza riskini azaltması	10	8
Sektörel dinamiklere uygunluk	12	9.6
Kalite artışı	6	4.8
Verimlilik artışı	6	4.8
İnsan kaynaklı sorunları azaltması	5	4

Tablo 4.53’de görüldüğü üzere bazı işletmeler, maliyetleri düşürmesinin Endüstri 4.0 teknolojilerinin tercih sebebi olabileceğini ifade etmiştir. Bu konuda işletmelerden alınan yanıtlardan bazıları şunlardır:

- “İnsan gücünü azaltmak için, maddiyat yönünden, maliyeti azaltmak için tercih ediliyor ” (İ90)
- “Maliyeti azaltmak, emek yoğunundan sermaye yoğununa geçmek, maaş yükünün azaltılması, hatasız üretim” (İ89)
- “İnsan gücünden tasarruf, az hata, maliyetleri düşürür” (İ10)

Bazı işletmeler, işgücünü azaltmasının Endüstri 4.0 teknolojilerinin tercih sebebi olabileceğini ifade etmiştir. Bu konuda işletmelerden alınan yanıtlardan bazıları şunlardır:

- “Az hata, minimum insan gücü, az ücretle çok iş yaptırmak” (İ64)
- “İnsana bağlı olmamak için tercih edilir” (İ59)
- “İnisiyatif hakları makinelerde yoktur, yanlış yapmazlar. İnsanlar hata yapar, izin ister, hasta olur. Makineler hata yapmaz, izin istemez, hasta olmaz” (İ100)

Bazı işletmeler, hatayı azaltmasının Endüstri 4.0 teknolojilerinin tercih sebebi olabileceğini ifade etmiştir. Bu konuda işletmelerden alınan yanıtlardan bazıları şunlardır:

- “Sıfır hata, daha az işgücü, maliyetler azalır” (İ104)
- “Az hata, minimum insan gücü, az ücretle çok iş yaptırmak” (İ64)
- “İşi hızlı, seri hâle getirir. Hata riskini ortadan kaldırır. İş güvenliği vardır” (İ56)

Bazı işletmeler, hızlı üretim olanağının Endüstri 4.0 teknolojilerinin tercih sebebi olabileceğini ifade etmiştir. Bu konuda işletmelerden alınan yanıtlardan bazıları şunlardır:

- “Rekabetçi pazarda ayakta kalabilmek, üretimi hızlandırmak için tercih edilir. Ben tekstil mühendisiyim. 2014 yılında Almanya’ya Hannover Fuarı’na gitmişim. Endüstri 4.0 terimini ilk orada duydum ve fuarda birçok yararlı şey gördüm, öğrendim. Sonra aile işletmesinde uygulamak istedim. Ancak altyapı

kurma işlemleri çok uzun zaman alıyor ve çok zahmetli. Orada görüp araştırdığım ve işletmemize uygulamak istediğim şeyleri burada aktifleştiremedik” (İ80)

- “Hızlı işçilik, zamandan, enerjiden tasarruf” (İ93)
- “Hızlı üretim, hızlı sevkiyat imkânı olması tercih sebebidir” (İ115)

Bazı işletmeler, işçi maliyetini azaltmasının Endüstri 4.0 teknolojilerinin tercih sebebi olabileceğini ifade etmiştir. Bu konuda işletmelerden alınan yanıtlardan bazıları şunlardır:

- “Mali yönden kolaylık. İş yapma hızı artıyor. Takibi kolay. Zaman, personel israfını önlüyor. Personel giderleri azalır” (İ91)
- “Personel giderlerinden kurtulmak için” (İ63)
- “Verimsiz personelden kurtulmak, personel maliyetinden kurtulmak için tercih edilir” (İ98)

Bazı işletmeler, zamandan tasarruf sağlamasının Endüstri 4.0 teknolojilerinin tercih sebebi olabileceğini ifade etmiştir. Bu konuda işletmelerden alınan yanıtlardan bazıları şunlardır:

- “Verimlilik, maliyetin düşürülmesi, üretimde zaman kazanmak tercih edilme sebebidir” (İ55)
- “Zaman tasarrufu, hatayı minimize etmesi” (İ94)
- “Zaman, maliyet(personel maliyeti)avantajı sağlaması” (İ20)

Bazı işletmeler, kaza riskini azaltmasının Endüstri 4.0 teknolojilerinin tercih sebebi olabileceğini ifade etmiştir. Bu konuda işletmelerden alınan yanıtlardan bazıları şunlardır:

- “İş sağlığı ve güvenliği, seri üretim, 0 hata” (İ49)
- “İş kazası yok, çalışan ücreti yok, tazminatı yok” (İ52)
- “İşgücü maliyetini ve kaza riskini ortadan kaldırmak, hızlı proses” (İ60)

Bazı işletmeler, sektörel dinamiklere uygunluğun Endüstri 4.0 teknolojilerinin tercih sebebi olabileceğini ifade etmiştir. Bu konuda işletmelerden alınan yanıtlardan bazıları şunlardır:

- “O işin en az iki yıl devam etmesi lazım olan sektörler tercih eder. Mesela otomotiv. Ben 15 günde bir model değiştiriyorum. Hangi robot yapabilir” (İ114)
- “Sektör olarak uygunluk, sektörel dinamikler tercih sebebidir” (İ8)
- “İşlerine yaraması, işkollarına uygun olmasıdır” (İ41)

Bazı işletmeler, kalite artışının Endüstri 4.0 teknolojilerinin tercih sebebi olabileceğini ifade etmiştir. Bu konuda işletmelerden alınan yanıtlardan bazıları şunlardır:

- “Hız, kalite, iş güvenliği, yüksek performans sağlamasıdır” (İ31)
- “El değmeden üretim, kalite artışı, hata azalıyor. Süreç kısalıyor. Maliyet azalışı var” (İ65)
- “Kalite, hatayı en aza indirmesi, ihraç edilen ürünlerin talebi karşılaması” (İ118)

Bazı işletmeler, verimlilik artışının Endüstri 4.0 teknolojilerinin tercih sebebi olabileceğini ifade etmiştir. Bu konuda işletmelerden alınan yanıtlardan bazıları şunlardır:

- “İsrafı ortadan kaldırmak, verimliliği artırmak için tercih edilir” (İ43)
- “Performansı artırır, verimi artırır, iş güvenliği sağlar” (İ32)
- “Daha yüksek kârlılık, daha verimli ve kaliteli üretim” (İ101)

Bazı işletmeler, insan kaynaklı sorunları azaltmasının Endüstri 4.0 teknolojilerinin tercih sebebi olabileceğini ifade etmiştir. Bu konuda işletmelerden alınan yanıtlardan bazıları şunlardır:

- “İşçiden tasarruf, maliyet azalır, sorunlar yok olur. İzin isteyen, düğünü olan, hasta olan olmaz” (İ102)
- “İnsan kaynaklarından tasarruf ettirir. Sıkıntıdan uzaklık. Hata payını azaltır. Sürekli çalışabilir. Yol, yemek, hastalık izni istemez” (İ45)
- “İnsanla uğraşmamak, hızlı olması, hatayı sıfıra indirmek” (İ113)

4.13.19. İşletmelerde Rakiplerin Endüstri 4.0 Teknolojilerine Yönelik Fikir ve Uygulamalarından Etkilenmeye Yönelik Görüşler

İşletmelerin rakiplerin Endüstri 4.0 teknolojilerine yönelik fikir ve uygulamalarından etkilenmeye yönelik görüşlerine ait bulgular Tablo 4.54’de yer almaktadır.

Tablo 4.54: İşletmelerde rakiplerin Endüstri 4.0 teknolojilerine yönelik fikir ve uygulamalarından etkilenmeye yönelik görüşler

Alt Tema	Frekans	Yüzde (%)
Rakiplerimin Endüstri 4.0 fikirlerinden etkilenirim	96	76.8
Rakiplerimin Endüstri 4.0 fikirleri beni etkilemez	29	23.2

Tablo 4.54’te görüldüğü üzere bazı işletmeler, rakiplerinin Endüstri 4.0 fikirlerinden etkilendiğini ifade etmiştir. Bu konuda işletmelerden alınan yanıtlardan bazıları şunlardır:

- “Rakiplerin uygulamalarını da inceliyoruz” (İ1)
- “Tabi ki etkileniyoruz. Sektördeki yenilikleri takip etmeye çalışıyoruz” (İ99)
- “Tabi ki etkilenir. Örneğin, fuarlarda gördüğümüz yenilikleri firmamızda uygulamak isteriz” (İ80)

Bazı işletmeler, rakiplerinin Endüstri 4.0 fikirlerinin kendisini etkilemediğini ifade etmiştir. Bu konuda işletmelerden alınan yanıtlardan bazıları şunlardır:

- “Ben bu işi 1998’de manuel öğrendim. Kimseden etkilenmem” (İ86)
- “Ben kendi işime bakarım. Rakiplerimin fikirleri beni ilgilendirmez” (İ121)

4.13.20. İşletmelerde Endüstri 4.0 Teknolojilerinin Kullanılmasını Zorlaştıran Faktörlere Yönelik Görüşler

İşletmelerin Endüstri 4.0 teknolojilerinin kullanılmasını zorlaştıran faktörlere yönelik görüşlerine ait bulgular Tablo 4.55’de yer almaktadır.

Tablo 4.55: İşletmelerde Endüstri 4.0 teknolojilerinin kullanılmasını zorlaştıran faktörlere yönelik görüşler

Alt Tema	Frekans	Yüzde (%)
Maliyetli (pahalı) teknolojiler olması	80	64
Sektörel dinamiklere uygun olmaması	31	24.8
Endüstri 4.0 konusunda nitelikli personel eksikliği olması	17	13.6
Finansman ihtiyacı	10	8
Endüstri 4.0 teknolojilerini tedarik etmenin zor olması	6	4.8

Tablo 4.55’de görüldüğü üzere bazı işletmeler, Endüstri 4.0 teknolojilerinin maliyetli (pahalı) teknolojiler olmasının bu teknolojileri işletmelerin kullanmasını zorlaştırdığını ifade etmiştir. Bu konuda işletmelerden alınan yanıtlardan bazıları şunlardır:

- “Maliyetleri yüksek, tedarik zor, insan kaynağı yeterince bilgili değil” (İ10)
- “İşçiliğin ucuz olması, robotun ise pahalı olması bu teknolojilerin kullanımını zorlaştırır. Ayrıca robotun teknik destek ihtiyacı olur, insan teknik destek talep etmez” (İ65)
- “Yatırım maliyeti yüksektir” (İ84)
- “Maliyet faktörü zorlaştırır. Örneğin, Cutter cihazı 200.000 Dolar. Ayrıca, Endüstri 4.0 tekstil sektörüne uygun değil. Kumaş sonuçta. Robotlar tek başına dikemez, form veremez. Bir sürü farklı parçayı hatasız olarak birleştiremez diye düşünüyorum” (İ99)

Bazı işletmeler, Endüstri 4.0 teknolojilerinin sektörel dinamiklere uygun olmamasının bu teknolojileri işletmelerin kullanmasını zorlaştırdığını ifade etmiştir. Bu konuda işletmelerden alınan yanıtlardan bazıları şunlardır:

- “Standart imalat olmayan, bizim gibi esnek üretim yapan işletmelerde sektör bu Endüstri 4.0’ı zorlaştırır” (İ21)
- “Maliyet faktörü zorlaştırır. Örneğin, Cutter cihazı 200.000 Dolar. Ayrıca, Endüstri 4.0 tekstil sektörüne uygun değil. Kumaş sonuçta. Robotlar tek başına

dikemez, form veremez. Bir sürü farklı parçayı hatasız olarak birleştiremez diye düşünüyorum” (İ99)

- “Sektör faktörü önemlidir. Gruplama işinin çok eksenli robot gerektirmesi nedeniyle bizim sektöre uygun değil. En az beş eksen gerektiriyor bizim sektör” (İ55)

Bazı işletmeler, Endüstri 4.0 konusunda nitelikli personel eksikliği olmasının bu teknolojileri işletmelerin kullanmasını zorlaştırdığını ifade etmiştir. Bu konuda işletmelerden alınan yanıtlardan bazıları şunlardır:

- “Nitelikli işgücü eksikliği, finansman sıkıntısı, maliyeti yüksektir” (İ56)
- “İnsan gücünün bilgi düzeyi zorlaştırır” (İ88)
- “İnsan kaynağının niteliksiz olması, vizyonsuzluk zorlaştırır” (İ67)

Bazı işletmeler, finansman ihtiyacının bu teknolojileri işletmelerin kullanmasını zorlaştırdığını ifade etmiştir. Bu konuda işletmelerden alınan yanıtlardan bazıları şunlardır:

- “Finansman, teknolojiye adaptasyon sorunu, insan kaynaklarının kalifiye olup olmaması zorlaştırıyor” (İ80)
- “Yeni yatırım veya modernizasyon sebebiyle finansman ihtiyacı zorlaştırıyor” (İ1)
- “Maddi yatırım olması, maliyetin yüksek olması, finansmanı bulmanın zor olması zorlaştırıyor” (İ22)

Bazı işletmeler, Endüstri 4.0 teknolojilerini tedarik etmenin zor olmasının bu teknolojileri işletmelerin kullanmasını zorlaştırdığını ifade etmiştir. Bu konuda işletmelerden alınan yanıtlardan bazıları şunlardır:

- “Bunlar maliyetli, finansmanı zor, tedarigi zor” (İ15)
- “Maliyetli teknolojiler olması, tedarik sorunu zorlaştırabilir” (İ31)
- “Tedarikçi eksikliği zorlaştırır” (İ68)

4.13.21. İşletmelerde Endüstri 4.0 Teknolojilerinin Temel Faydalarına Yönelik Görüşler

İşletmelerin Endüstri 4.0 teknolojilerinin temel faydalarına yönelik görüşlerine ait bulgular Tablo 4.56’da yer almaktadır.

Tablo 4.56: İşletmelerde Endüstri 4.0 teknolojilerinin temel faydalarına yönelik görüşler

Alt Tema	Frekans	Yüzde (%)
Maliyetleri düşürmesi	50	40
Hızlı üretim	38	30.4
İşçi maliyetinden tasarruf	35	28
Hatanın azalması	33	26.4
İşgücünden tasarruf	20	16
Üretim artışı	17	13.6
Kalite artışı	15	12
Zamandan tasarruf	14	11.2
Kazaları önlemesi (iş güvenliği)	10	8
Verimlilikte artış	10	8
İnsan kaynaklı sorunların azalması	8	6.4

Tablo 4.56’da görüldüğü üzere bazı işletmeler, maliyetleri düşürmesinin Endüstri 4.0 teknolojilerinin temel faydası olduğunu ifade etmiştir. Bu konuda işletmelerden alınan yanıtlardan bazıları şunlardır:

- “Maliyetleri azaltır, kazaları önler, üretimi hızlandırır” (İ11)
- “Maliyeti düşürmesi, hızlı üretim sağlaması” (İ57)
- “Kalite artışı, hızlı, hatasız üretim ve düşük maliyet. İki işçinin yaptığı işi bir robot yapıyor. Üç vardiyada altı işçi yapar. Altı işçinin yaptığı işi bir robot yapıyor. Muhteşem değil mi?” (İ65)

Bazı işletmeler, hızlı üretim olanağının Endüstri 4.0 teknolojilerinin temel faydası olduğunu ifade etmiştir. Bu konuda işletmelerden alınan yanıtlardan bazıları şunlardır:

- “Hızlı üretim, kaliteli mamul, az çalışanla çok üretim mümkün” (İ87)
- “Üretimin hızının ve kalitesinin artması, marka imaj algısına katkı sağlaması, personel maliyetini düşürmesi temel faydalardır” (İ80)
- “Hızlı, güvenilir, kazasız üretim, az işgücü” (İ13)

Bazı işletmeler, üretim artışının Endüstri 4.0 teknolojilerinin temel faydası olduğunu ifade etmiştir. Bu konuda işletmelerden alınan yanıtlardan bazıları şunlardır:

- “Seri üretim yapan büyük firmalar için daha çok üretmelerine yardımcı olur” (İ3)
- “Üretimde artış sağlamasıdır” (İ119)
- “Üretimin artması, kalitenin artması, işgücünden tasarruf” (İ84)

Bazı işletmeler, işgücünden tasarruf sağlamanın Endüstri 4.0 teknolojilerinin temel faydası olduğunu ifade etmiştir. Bu konuda işletmelerden alınan yanıtlardan bazıları şunlardır:

- “İnsan faktörünü en aza indirmesidir” (İ40)
- “İşgücünden, maliyetten kurtulmaktır” (İ121)
- “Tasarruftur. Zaman ve işgücünden tasarruf sağlar” (İ23)

Bazı işletmeler, işçi maliyetini azaltmasının Endüstri 4.0 teknolojilerinin Endüstri 4.0 teknolojilerinin temel faydası olduğunu ifade etmiştir. Bu konuda işletmelerden alınan yanıtlardan bazıları şunlardır:

- “Hızlı seri üretim, devamlılık, tasarruf, daha az işçi maliyeti” (İ24)
- “İşgücü maliyetini düşürür, iş güvenliği sağlar, iş kazalarını ortadan kaldırır” (İ46)
- “Verimsiz işgücünün maliyetinden kurtarmasıdır” (İ98)

Bazı işletmeler, hatayı azaltmasının Endüstri 4.0 teknolojilerinin temel faydası olduğunu ifade etmiştir. Bu konuda işletmelerden alınan yanıtlardan bazıları şunlardır:

- “Üretimde hatayı minimuma indirmesidir” (İ99)
- “İşçi maliyetini azaltır, hatadan kaynaklı fireler azalır” (İ81)
- “Hatayı önlemesi, insan gücü maliyetini azaltması, üretimin daha hızlı yapılabilmesidir” (İ95)

Bazı işletmeler, zamandan tasarruf sağlamasının Endüstri 4.0 teknolojilerinin temel faydası olduğunu ifade etmiştir. Bu konuda işletmelerden alınan yanıtlardan bazıları şunlardır:

- “Zaman ve işgücünden tasarruf ettirir” (İ9)
- “Hatayı, yanlış azaltır. Kaliteyi artırır. İşçi masrafından tasarruf, zamanı verimli kullandırır” (İ12)
- “Hız, zaman kazandırmasıdır” (İ16)

Bazı işletmeler, kaza riskini azaltmasının Endüstri 4.0 teknolojilerinin temel faydası olduğunu ifade etmiştir. Bu konuda işletmelerden alınan yanıtlardan bazıları şunlardır:

- “İşgücü maliyetini düşürür, iş güvenliği sağlar, iş kazalarını ortadan kaldırır” (İ46)
- “İnsan maliyetini azaltması, iş kazalarını ortadan kaldırması” (İ112)
- “Verim, hız, performans artar, iş kazaları önlenir” (İ32)

Bazı işletmeler, insan kaynaklı sorunları azaltmasının Endüstri 4.0 teknolojilerinin temel faydası olduğunu ifade etmiştir. Bu konuda işletmelerden alınan yanıtlardan bazıları şunlardır:

- “İnsan gibi hastalanmaması, izin istememesi, insanla ilgili sorunları ortadan kaldırmasıdır” (İ41)
- “Hatayı azaltması, insandan kaynaklanan sorunları ortadan kaldırmasıdır” (İ25)
- “İnsan faktörünü azaltması, süreçleri hızlandırmasıdır” (İ117)

Bazı işletmeler, kalite artışının Endüstri 4.0 teknolojilerinin temel faydası olduğunu ifade etmiştir. Bu konuda işletmelerden alınan yanıtlardan bazıları şunlardır:

- “Kalitenin, üretimin artması, zamandan tasarruftur” (İ87)
- “Zamandan tasarruf, minimum hata, kaliteli üretimdir” (İ94)
- “İşçiliği azaltarak işçi maliyetini azaltır, kısa sürede çok üretim yapılır. Hata azalır, kalite artar” (İ22)

Bazı işletmeler, verimlilik artışının Endüstri 4.0 teknolojilerinin temel faydası olduğunu ifade etmiştir. Bu konuda işletmelerden alınan yanıtlardan bazıları şunlardır:

- “Rekabet gücü sağlaması, verimlilik artışı olmasıdır” (İ67)
- “Kârlılığı, kaliteyi, verimi artırmasıdır” (İ101)
- “Verimlilik artışı, maliyet düşer” (İ43)

4.13.22. İşletmelerde Endüstri 4.0 Teknolojilerini Kullanan İşletmelerin Belirgin, Ortak Özelliğine Yönelik Görüşler

İşletmelerin Endüstri 4.0 teknolojilerini kullanan işletmelerin belirgin, ortak özelliğine yönelik görüşlerine ait bulgular Tablo 4.57’de yer almaktadır.

Tablo 4.57: İşletmelerde Endüstri 4.0 teknolojilerini kullanan işletmelerin belirgin, ortak özelliğine yönelik görüşler

Alt Tema	Frekans	Yüzde (%)
Seri üretim yapmaları	38	30.4
Mali yapılarının güçlü olması	33	26.4
Sektörlerinin bu teknolojilerin kullanımına uygun olması	19	15.2
Standart üretim yapmaları	10	8
Vizyon sahibi olmaları	5	4
Kaliteye önem veren firmalar olmaları	5	4

Tablo 4.57’de görüldüğü üzere bazı işletmeler, Endüstri 4.0 teknolojilerini kullanan işletmelerin belirgin, ortak özelliğinin seri üretim yapmaları olduğunu ifade etmiştir. Bu konuda işletmelerden alınan yanıtlardan bazıları şunlardır:

- “Seri üretim yapanlar ve bunların hataları azaltmak istemeleridir” (İ28)
- “Hızlı, hatasız işçilik gerektiren sektörlerde olmalarıdır. Yani seri üretim yapanlar” (İ93)
- “Seri üretime daha uygundur. O yüzden onların ortak özelliği seri üretim yapıyor olmalarıdır” (İ88)

Bazı işletmeler, Endüstri 4.0 teknolojilerini kullanan işletmelerin belirgin, ortak özelliğinin mali yapılarının güçlü olması olduğunu ifade etmiştir. Bu konuda işletmelerden alınan yanıtlardan bazıları şunlardır:

- “Kurumsal yapı, maddi yapılarının çok iyi durumda olmasıdır” (İ13)
- “Güçlü şirketlerdir” (İ25)
- “Sermaye yapılarıdır. Sermaye yüksekse alınabilir o teknolojiler. Sermaye gücüne bakıyor” (İ96)

Bazı işletmeler, Endüstri 4.0 teknolojilerini kullanan işletmelerin belirgin, ortak özelliğinin sektörlerinin bu teknolojilerin kullanımına uygun olması olduğunu ifade etmiştir. Bu konuda işletmelerden alınan yanıtlardan bazıları şunlardır:

- “Güçlü mali yapıda olmaları ve sektör olarak Endüstri 4.0 kullanımına uygun olmasıdır” (İ48)
- “Sektörlerinin bunları kullanmaya uygun olmasıdır” (İ55)
- “Sektörün uygun olması lazım. Bizim sektör ağır sanayi olduğu için Endüstri 4.0 zor” (İ124)

Bazı işletmeler, Endüstri 4.0 teknolojilerini kullanan işletmelerin belirgin, ortak özelliğinin standart üretim yapmaları olduğunu ifade etmiştir. Bu konuda işletmelerden alınan yanıtlardan bazıları şunlardır:

- “Bu teknolojilere sahip firmalar aynı sektörelere. Otomotiv gibi standart üretim yapan firmalar” (İ37)
- “Seri, standart mallar üretmeleridir” (İ58)
- “Sürekli sabit bir üretim stratejisi olan firmalar için bu teknolojiler uygundur” (İ91)

Bazı işletmeler, Endüstri 4.0 teknolojilerini kullanan işletmelerin belirgin, ortak özelliğinin vizyon sahibi olmaları olduğunu ifade etmiştir. Bu konuda işletmelerden alınan yanıtlardan bazıları şunlardır:

- “Vizyon sahibi olmalarıdır” (İ10)
- “Vizyon sahibi, çalışan, araştırmacı olmalarıdır. Nitelikli insan kaynaklarının olmasıdır” (İ67)
- “İleri görüşlülük, vizyon, kalite kâr payıdır” (İ22)

Bazı işletmeler, Endüstri 4.0 teknolojilerini kullanan işletmelerin belirgin, ortak özelliğinin kaliteye önem veren firmalar olmaları olduğunu ifade etmiştir. Bu konuda işletmelerden alınan yanıtlardan bazıları şunlardır:

- “Kurumsallık, kaliteye önem vermeleridir” (İ39)
- “Kalite standardı yüksek firmalardır” (İ12)
- “Kaliteyi yakalamış, seri üretim yapan, güçlü şirketlerdir” (İ15)

SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada TR81 Bölgesi'nde bulunan Çaycuma, Ereğli, Alaplı, Karabük ve Bartın OSB'lerinde çeşitli sektörlerde faaliyet gösteren imalat işletmelerinin üretimde ve lojistikte akıllı dönüşüm hazırlıklarını tespit edebilmek; Endüstri 4.0'a uyum sürecinde mevcut durumlarını ve Endüstri 4.0 olgunluk düzeylerini ortaya koyabilmek ve Endüstri 4.0'a uyum sağlamaya ne kadar önem verdiklerini belirleyebilmek amaçlanmıştır. Çalışma TR81 Bölgesi OSB'lerinde bu amaçla gerçekleştirilmiş ilk çalışma olma özelliği taşımaktadır. Bu amaç kapsamında, Endüstri 4.0'ın misyon ve vizyon ifadelerinde, işletme stratejilerinde nasıl yer aldığı, Ar-Ge faaliyetlerinin varlığı, Endüstri 4.0 alanında çalışan/çalışabilecek mühendis varlığı, kullandıkları altyapı teknolojileri, Endüstri 4.0'a uyum sürecinde mevcut durumlarının, Endüstri 4.0 olgunluk düzeylerinin ve Endüstri 4.0'a uyum sağlamaya verdikleri önemin çalışanların eğitim durumu, işletme büyüklükleri, sektörleri, toplam ciroları, kârlılık trendi, hedef pazar türleri ile olan ilişkisi, işletmelerin Endüstri 4.0'ın işletmelerde kullanılmasının önünde hangi faktörleri ne düzeyde engel olarak gördükleri de belirlenmiştir. Bu bölgedeki imalat işletmelerinin Endüstri 4.0 sürecini yönetebilmeleri, sürecin hangi aşamasında olduklarını öğrenip gerekli çalışmaları yapıp eksikliklerini tamamlayarak kendilerini bu dijital dönüşüme entegre edebilmeleri, elde edecekleri fırsatları iyi değerlendirebilmeleri, ülke ekonomisi için katma değerli üretim gerçekleştirebilmeleri için durum tespiti ve yol haritası geliştirme olanağı sağlanacağı değerlendirilmektedir.

Çalışmada, veriler anket yoluyla ve yarı yapılandırılmış mülakat yoluyla toplanmıştır. Böylece, bütünleşik, karma bir desen tercih edilerek daha sağlıklı ve derinlikli veriler toplanması, nicel ve nitel yöntemlerin her ikisinin de avantajlarından yararlanılması, dezavantajlarının ortadan kaldırılması hedeflenmiştir.

Veri toplama sürecinde, işletmelerde işletme sahibi, yönetici, mühendis vb. konuyla ilgili yeterli bilgi ve donanıma sahip olan personel ile görüşülmüştür. Her işletmede bir anket ve mülakat uygulanmış ve büyük çoğunlukla üst düzey yöneticilerden biriyle ve azınlık olarak mühendislerle görüşülerek, formlardaki her soru birebir araştırmacı tarafından açıklanarak, gerektiğinde örneklendirilerek soru cevap şeklinde doldurulmuştur.

Mevcut durum puanları ile ortalama önem düzeyi puanları arasındaki fark, gelişime gereksinim duyulan alanların tespiti için önemlidir. Bu nedenle, çalışmada anket boyutları hem işletmedeki mevcut durum hem de işletmenin ifadelere verdiği belirttiği önem düzeyi açısından değerlendirilmiştir. Çalışma sonucunda, “organizasyon yapısı mevcut durum” ortalamasının yüksek, “kaynaklar genel mevcut durum” ortalamasının yüksek, “bilgi sistemleri genel mevcut durum” ortalamasının yüksek, “kültür mevcut durum” ortalamasının yüksek olduğu belirlenmiştir. Alt boyutlar olan “insan kaynakları mevcut durum” ortalamasının çok yüksek, “fiziksel altyapı mevcut durum” ortalamasının yüksek, “lojistik altyapı mevcut durum” ortalamasının düşük, “veri entegrasyonu mevcut durum” ortalamasının yüksek, “karar alma süreçlerinde veri kullanımı mevcut durum” ortalamasının yüksek olduğu tespit edilmiştir. İşletmelerin “organizasyon yapısı önem” ortalaması yüksek, “kaynaklar önem” ortalaması çok yüksek, “bilgi sistemleri önem” ortalaması çok yüksek, “kültür önem” ortalaması çok yüksek, “Endüstri 4.0’a genel bakış ve engeller önem” ortalaması yüksek olarak tespit edilmiştir. Alt boyutlar olan “insan kaynakları önem” ortalaması çok yüksek, “fiziksel altyapı önem” ortalaması çok yüksek, “lojistik altyapı önem” ortalaması çok yüksek, “veri entegrasyonu önem” ortalaması çok yüksek, “karar alma süreçlerinde veri kullanımı önem” ortalaması çok yüksek olarak belirlenmiştir. Ayrıca, işletmelerin ölçekteki ifadelere verdiği belirttiği önem düzeyi puan ortalamalarının, tüm boyutlar ve alt boyutlar için işletmenin mevcut durum puan ortalamalarından daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. İşletmelerde “insan kaynakları mevcut durum” ortalaması çok yüksek ve “insan kaynakları önem” ortalaması çok yüksek olarak tespit edilmesi de oldukça kritik bir noktadır. İnsan kaynakları alt boyutu işletmelerde hem mevcut durum puanı hem de verilen önem puanı açısından örnekleme tüm boyutlar ve alt boyutlar arasında en yüksek puanı almıştır. Bu durumda, örnekleme oluşturan işletmelerde çalışanlar arasındaki ilişkilerin, yatay ve dikey formal iletişimin oldukça güçlü olduğu söylenebilir.

İşletmelerde “lojistik altyapı mevcut durum” ortalaması mevcut durum puan ortalamasında tüm boyutlar ve alt boyutlar arasında en düşük puanı almıştır. Bu durumda, örnekleme bulunan işletmelerin lojistikte dijital dönüşüm açısından diğer boyutlara ve alt boyutlara göre daha geride oldukları söylenebilir. Ancak lojistik altyapı boyutuna verdikleri önemi belirttikleri önem puanının; “lojistik altyapı önem” ortalaması çok yüksek olduğu saptanmıştır. İşletmelerin aslında Endüstri 4.0 sürecinde lojistik altyapıya çok önem verdikleri ancak lojistik altyapılarını dijitalleştirecek Endüstri 4.0 uygulamalarını henüz

tam olarak uygulayamadıkları, yeterli olgunluğa ulaşamadıkları, bu sürecin oldukça başında oldukları söylenebilir. İşletmelerde toplam çalışan mühendis sayısının 98 olduğu tespit edilmiştir. Buna göre, Endüstri 4.0 sürecinde tasarım, planlama gibi görevleri yerine getirmede kritik öneme sahip olan mühendislerin sayısının bu örnekte oldukça düşük olduğu söylenebilir. Ayrıca, işletmelerde toplam 4525 çalışanın ilköğretim mezunu olduğu tespit edilmiştir. Bu çalışanların niteliklerinin insan gücüne veya yarı otomatik makine kullanımına dayanan görevler için daha uygun olduğu söylenebilir.

İşletmelerin Endüstri 4.0 teknolojilerini kullanımının önünde engel olarak gördükleri faktörlerin öneme göre sıralanması için kullanılan Ters reciprocal yöntemi ile elde edilen ağırlıklara bakıldığında E1 Yatırım Maliyetinin Yüksek Olması engelinin %12,23 ile en yüksek öneme sahip olduğu tespit edilmiştir. Değerler birbirine yakın olmakla birlikte, E3 Gerekli Finansmanı Sağlamanın Zor Olması engelinin %11,88 ile ikinci sırada olduğu görülmektedir. %11,47 ile E6 Dijital Teknolojiler Hakkında Bilgi Eksikliği, %11,37 ile E7 Nitelikli İnsan Kaynağının Yetersizliği, %11,24 ile E5 Yerel Tedarikçi Eksikliği, %11,16 ile E2 Yatırımın Geri Dönüşünün Belirsizliği engelinin sıralandığı tespit edilmiştir.

Nitel araştırmada ise; vizyon ifadeleri değerlendirildiğinde 125 işletmenin sadece bir tanesinin vizyonunda “Endüstri 4.0” ifadesinin bulunması nedeniyle işletmelerin henüz “Endüstri 4.0” vizyonu geliştiremedikleri, sürecin çok başında oldukları söylenebilir. Belirttikleri misyon ifadelerinde ise “sürekli gelişme”, “yenilikçi yaklaşım” ifadeleri kayda değer frekansta olsa da “Endüstri 4.0”ın işletmelerin misyonlarında yer alamadığı tespit edilmiştir. İşletme stratejileri; dünya pazarlarına açılma, müşteri portföyünü genişletme, kalite yönetimi, ürün portföyünü genişletme, sürekli büyüme, müşteri memnuniyetini artırma, tanınırlığı artırma, üretim kapasitesini artırma, yeni teknolojilere yatırım yapmak olarak ifade edilmiştir. İşletme stratejilerinde de hiçbir işletme tarafından “Endüstri 4.0” strateji olarak belirtilmemiştir. Tanımlı stratejik hedeflerin işletmelerin büyük çoğunluğunda tüm kademeler tarafından bilindiği belirtilmiştir. Tanımlı Ar-Ge ve inovasyon stratejik hedefleri; daha fazla ürün çeşidi geliştirmek, İleri teknoloji makineler üretmek olarak ifade edilmiştir. İşletmelerden “Tanımlı bir Endüstri 4.0 stratejileri” olduğunu belirtenler bunu; tam otomatik robot kullanımını artırma ve Endüstri 4.0 uygulamalarını işletmeye adapte etme şeklinde ifade etmiştir. Yeni teknolojilerle ilgili işletme tarafından verilen eğitimler; otomasyonla ilgili eğitimler, yeni uygulamalarla ilgili eğitimler, makine, yazılım eğitimleri olarak ifade edilmiştir. İşletmelerde çalışanların

kendilerini yenilikçilik açısından geliştirebilecekleri ortama yönelik olarak; öneri sistemi, görüş alışverişi, inisiyatif alabilme, esnek saat uygulaması belirtilmiştir. Çalışanları teşvik edici motivasyon sistemlerine yönelik olarak; para, hediye çeki gibi ödüllendirmeler, bayram paketleri hediye edilmesi, mangal, piknik gibi aktiviteler, prim, promosyon, ikramiye, hediyeler şeklinde ifade edilmiştir. Haberleşme portları ile veri çekebilme yönelik; WhatsApp, Mail, ERP yazılımı belirtilmiştir. Örnekleme, Endüstri 4.0 ile uyumlu makineye sahip olan (başında insan durmadan kendi kendine çalışabilen makine) sekiz adet işletme olduğu tespit edilmiştir. Üretim ile ilgili operasyonel süreçlerde; termal sensör, basınç sensörü, mekanik sensör, metraj sensörü, hareket sensörü, güvenlik sensörü, proximity, lazer sensörü kullandıklarını ifade etmişlerdir. Veri tabanı yönetim sistemi olarak; Microsoft SQL Server ifade edilmiştir. Kurumsal Kaynak Planlama Yazılımlarına Yönelik; ERP ve IFS ifade edilmiştir. İşletmelerde Endüstri 4.0 teknolojilerini tercih sebeplerine yönelik; maliyetleri düşürmesi, hızlı üretim olanağı, işgücünü azaltması, işçi maliyetini azaltması, hatayı azaltması, zamandan tasarruf sağlaması, kaza riskini azaltması, sektörel dinamiklere uygunluk, kalite ve verimlilik artışı, insan kaynaklı sorunları azaltması ifade edilmiştir. Rakiplerin Endüstri 4.0 teknolojilerine yönelik fikir ve uygulamalarından etkilenmeye yönelik olarak; büyük çoğunluğu etkileneceğini belirtmiştir. Endüstri 4.0 teknolojilerinin kullanılmasını zorlaştıran faktörlere yönelik olarak; Maliyetli (pahalı) teknolojiler olmaları, sektörel dinamiklere uygun olmaması, Endüstri 4.0 konusunda nitelikli personel eksikliği olması, finansman ihtiyacı, Endüstri 4.0 teknolojilerini tedarik etmenin zor olması şeklinde ifade edilmiştir. Endüstri 4.0 teknolojilerinin temel faydalarına yönelik olarak; maliyetleri düşürmesi, üretim artışı, hatanın azalması, hızlı üretim, işçi maliyetinden tasarruf, kalite artışı, işgücünden tasarruf, zamandan tasarruf, insan kaynaklı sorunların azalması, kazaları önlemesi (iş güvenliği) ve verimlilikte artış ifade edilmiştir. İşletmelerde Endüstri 4.0 teknolojilerini kullanan işletmelerin belirgin, ortak özelliğine yönelik; seri üretim yapmaları, mali yapılarının güçlü olması, sektörlerinin bu teknolojilerin kullanımına uygun olması, standart üretim yapmaları, vizyon sahibi olmaları, kaliteye önem veren işletmeler olmaları ifade edilmiştir.

Gerek mülakatlardan elde edilen bulgular gerekse sahada yapılan gözlemler sonucunda Endüstri 4.0'ın TR81 Bölgesi'nde OSB'lerde faaliyet gösteren işletmelerin henüz gündemlerine yeterince girmediği saptanmıştır. Endüstri 4.0 konusundaki farkındalığın ve bilgi düzeyinin geliştirilmesi gerektiği tespit edilmiştir. İşletmelerin Endüstri 4.0 teknolojilerinden beklentilerinin yüksek olmasına karşın, destek ve teşviklerin uygulamalar

için önemli bir katalizör etkisi ortaya çıkaracağı gözlemlenmiştir. Hedeflerle stratejilerin henüz btnleştirilmediği şişletmelerin öğrenme ve farkındalık düzeyinde olduğu, uygulama düzeyinde ise kısmi örneklerin olduğu tespit edilmiştir. Endüstri 4.0'ın faydalı olacağı konusunda genel bir kanaat oluştuğu belirlenmiştir. İnsan kaynakları uygulamalarının Endüstri 4.0'a doğru bir eğilimi olmadığı saptanmıştır. Disiplinler arası boyutta Endüstri 4.0'ın bileşenlerini kurumlara entegre edecek, Endüstri 4.0 alanında girişim gösterecek insan kaynağının yetersiz olduğu saptanmıştır.

TBTAK (2016)' ın gerçekleştirdiği çalışmada, TBTAK'tan Ar-Ge desteği alan 1000 şişletmeye anket uygulaması gerçekleştirilerek Ar-Ge ve akıllı üretimle ilgili entegrasyon düzeyleri, Endüstri 4.0 teknoloji ve uygulamalarına yönelik ulusal yetkinlikler gibi konular araştırılmış ve ülkemizdeki endüstriyel şişletmelerin dijital olgunluk seviyesinin Endüstri 2.0 ile Endüstri 3.0 arasında olduğu ifade edilmiştir. Çalışmada, değerlendirmeye alınan firmaların sektörleri ve büyüklükleri, değerlendirme kriterleri, bu sonuca ne şekilde ve hangi analiz yöntemleriyle ulaşıldığına ilişkin detaylar paylaşılmamıştır. TSAD ve BCG (2017)' nin birlikte gerçekleştirdiği araştırmada ise, ülkemizde büyük ölçekli firmaların dijital dönüşüm yetkinlik düzeylerinin ortalama olarak pilot proje uygulaması düzeyinde olduğu belirtilmiştir. T.C. Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı (2018: 105-106) tarafından yapılan ve Ar-Ge merkezi olan büyük şişletmelerin çoğunlukta olduğu araştırmada da planlanmış dijitalleşme stratejisi olan şişletmelerin oranının sadece %37 olduğu ve yönetim, yapı, strateji ve kültür açısından şişletmelerin henüz buna hazır olmadıkları sonucuna varılmıştır. Bittighofer vd., (2018) tarafından gerçekleştirilen çalışmada, Almanya'da çeşitli büyüklüklerde 24 şişletme ile anket ve mülakat gerçekleştirilerek Endüstri 4.0 olgunluk düzeyleri araştırılmıştır. Çalışma sonucunda, şişletmelerin çoğunluğunun (0-6 aralığında) ikinci seviyede olduğu belirlenmiştir. Metin (2019) tarafından gerçekleştirilen çalışmada, Elazığ Organize Sanayi Bölgesi'nde faaliyet gösteren şişletmelerin, Endüstri 4.0 olarak adlandırılan yeni üretim modeli hakkındaki bilgi seviyelerini ölçmek ve mevcut alt yapılarının dijital dönüşüme ne kadar uygun olduğunu tespit etmek amacıyla dokuz farklı sektörden 82 şişletmeye anket uygulaması gerçekleştirilmiştir. Çalışma sonucunda, şişletme yetkililerinin Endüstri 4.0 konusunda yetersiz bilgiye sahip oldukları ve Endüstri 4.0'a yönelik herhangi bir hedef ve amaçlarının bulunmadığı saptanmıştır. Masood ve Sonntag (2020) tarafından gerçekleştirilen çalışmada, İngiltere'de KOBİ'lerde Endüstri 4.0 teknolojilerinin uygulanmasını kolaylaştıran ve zorlaştıran etkenler araştırılmıştır. Çalışma sonucunda, Endüstri 4.0 teknolojilerinin operasyonel esneklik, maliyet avantajı,

operasyonel verimlilik, üretimde kalite artışı ve rekabet avantajı sağlamanın KOBİ'lerde Endüstri 4.0'ın benimsenmesini kolaylaştıran etkenler olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca, uygulama maliyeti, uygulama süresi ve bilgi yetersizliğinin Endüstri 4.0'ın işletmelerde uygulanmasını zorlaştıran etkenler olduğu belirlenmiştir. Cater vd. (2021) tarafından gerçekleştirilen çalışmada, işletmeleri Endüstri 4.0 teknolojilerini kullanmaları için motive eden etmenler araştırılmıştır. Bu kapsamda, Slovenya'da imalat sektöründe faaliyet gösteren ve 10 çalışandan daha fazla çalışana sahip olan 124 işletmeye anket uygulaması gerçekleştirilmiştir. Çalışma sonucunda, işletmelerin Endüstri 4.0'a proaktif bir bakış açısıyla yaklaştıkları tespit edilmiştir. Verimlilik güdüsü ve rekabet avantajı beklentisinin Endüstri 4.0 teknolojilerini kullanma niyeti üzerinde olumlu bir etkisi olduğu tespit edilmiştir. Tosun (2023) tarafından gerçekleştirilen çalışmada, Endüstri 4.0 teknolojilerinin çalışma hayatına olası etkileri nitel araştırma yöntemlerinden mülakat yöntemi ile araştırılmıştır. Çalışma, bir otomotiv firması paydaşları ile gerçekleştirilmiştir. Çalışma sonucunda, Endüstri 4.0'ın çalışma hayatına getireceği avantajlar paydaşlar tarafından; üretimde insan kaynaklı hata payının azalması, maliyetlerin azalması, kalite ve verimliliğin artması; fiziksel olarak çalışanları zorlayan işlerin kolaylaşması ve meslek hastalıklarının azalması; iş sağlığı ve güvenliğinin artması ve iş kazaları riskinin azalması; yeni iş alanlarının ortaya çıkması; yönetim ve karar alma süreçlerinin kolaylaşması ve hızlanması konuları arasında farklı şekillerde dile getirilmiştir. Küçük (2023) tarafından gerçekleştirilen çalışmada, İstanbul'da bulunan OSB'lerde Endüstri 4.0'ın uygulama ve süreçlerini anlamaya yönelik SWOT analizi gerçekleştirilmiştir. SWOT analizi için birincil ve ikincil verilerden yararlanılmıştır. Birincil veri olarak İstanbul ilinde faaliyette bulunan sekiz adet OSB'nin yöneticileriyle mülakat yapılmıştır. Bunun yanı sıra, OSB'deki dış paydaş statüsündeki kurumların müdürleri ve konunun uzmanlarıyla görüşmeler yapılmıştır. Mülakat sonuçları NVivo programıyla sınıflandırılmıştır. İkincil veri olarak da literatür taraması ve raporlardan yararlanılmıştır. Yapılan SWOT analizi sonucunda İstanbul ilinde faaliyette bulunan OSB'lerin Endüstri 4.0'a uyumlanma sürecinin yetersiz olduğu ancak Endüstri 4.0 projelerinin üretilmekte olduğu ve bu projelere ulusal ve uluslararası kuruluşlardan kaynak sağlandığı tespit edilmiştir. Yılmaz Gezgin (2023) tarafından gerçekleştirilen çalışmada, Yönetim 4.0 öngörüsü çerçevesinde çevresel, kültürel ve teknolojik değişimlerin yönetim fonksiyonları üzerine etkisi araştırılmıştır. Uygulamanın nicel kısmında 401 katılımcı, nitel kısmında 10 katılımcı ile uygulama aşaması gerçekleştirilmiştir. Çalışma sonucunda, Endüstri 4.0 sürecinde yeni bir yönetim anlayışının olması gerektiği ve yönetsel paradigma değişimleri yaşandığının düşünüldüğü

tespit edilmiştir. Ayrıca, ülkemizde Endüstri 4.0 teknolojileri kullanım alanının yaygınlaşmadığı fakat yöneticilerin bu teknolojileri kullanma gereksiniminin farkında oldukları ortaya konmuştur.

Geçmişte yapılan araştırmaların Endüstri 4.0 olgunluk değerlendirmesinde farklı modelleri, yöntemleri, dinamikleri ve kriterleri olması nedeniyle birebir kıyaslama yapabilmek pek mümkün olmasa da yapılan çalışmanın nitel araştırma sonuçları bu çalışmalarla benzerlik göstermektedir. Nicel analiz sonucunda ise TR81 Bölgesi'nde çeşitli sektörlerde faaliyet gösteren imalat işletmelerinin Endüstri 4.0 olgunluk düzeylerinin yüksek olduğu tespit edilmiştir.

Çalışmada kullanılan model, Endüstri 4.0 'ı “strateji”, “organizasyon yapısı”, “bilgi sistemleri”, “kaynaklar”, “kültür”, “Endüstri 4.0'a genel bakış ve engeller” boyutlarıyla ele almaktadır. Bu yönüyle, çalışmada Endüstri 4.0 hem ürünler, teknolojiler, sistemler, makineler, stratejiler yönüyle ele alınırken hem de insan kaynakları, örgüt kültürü yönüyle de ele alınacaktır. Yani Endüstri 4.0 sadece yeni nesil otonom makineler, robotlar, dijital altyapı teknolojileri yönüyle değil insan ve örgüt faktörü de göz önüne alınarak değerlendirilmektedir. Böylelikle, çalışmada Endüstri 4.0 dijitalle doğru bir kurumsal evrilme olarak değerlendirilmektedir. Bu yönüyle çalışma, Endüstri 4.0'ı yalnızca makineler ve teknolojiler olarak ele alan çalışmalardan ayrılmaktadır.

Uygulama aşamasında, üretim tesislerini inceleme olanağı da bulunmuştur. Burada yapılan gözlemlere göre, işletmelerin pek çoğunda yarı otomasyonlu makineler kullanılmakta, yoğun manuel işlem bulunmakta, işgücünün büyük çoğunluğunu mavi yakalılar oluşturmaktadır. Ayrıca çalışan mühendis sayıları özellikle demir-çelik sektöründe fazla olmasına rağmen birçok sektörde birkaç mühendisten oluşmakta, bazı küçük ölçekli işletmelerde ise mühendis bulunmamaktadır. Ayrıca bölgede, yenilikçiliği ile dikkat çeken ve önümüzdeki yıllarda adını bilimsel ve teknik mecralarda sıkça duyabileceğimiz işletmeler olduğu görülmüştür. Örneğin, uçaklarda kullanılan bronz döküm malzemelerle ilgili Ar-Ge çalışmaları yapan bir işletme, Türkiye'de ilk defa bronz dökümün farklı bir boyutunu ele alıp testlere başladığını, olumlu sonuçlar aldığını, projelerinin TÜBİTAK tarafından desteklendiğini, önümüzdeki süreçte savunma sanayisi için bronz döküm malzemeler üreteceğini ifade etmiştir. Bu işletmede dikkat çeken hususlardan biri de işletmede bir endüstri mühendisi ve bir makine mühendisi olmasıdır. Yalnızca iki

mühendis ile çalışmalarına rağmen oldukça önemli bir proje geliştirerek ülkemizde katma değer ortaya çıkaracak bir üretime odaklanmışlardır. Ar-Ge çalışmalarına önem veren işletmelerin sayısının çoğalması Endüstri 4.0 sürecinde oldukça önemlidir. Tekstil sektöründe faaliyet gösteren bir aile işletmesinin yeni nesil tekstil mühendisi yöneticisi, mülakat esnasında, 2011 yılında Endüstri 4.0 teriminin ilk kez resmi olarak açıklandığı Almanya'daki Hannover fuarına katıldığını ve orada Endüstri 4.0 ile ilgili oldukça faydalı bilgiler öğrendiğini, modeller incelediğini, ülkemize döndüğünde bunları kendi aile işletmesine nasıl uygulayabileceği üzerine yoğunlaştığını, dijital altyapı hazırlıklarına başladığını ancak bunların uygulamasının tekstil sektöründe zor olduğunu gördüğünü ifade etmiştir. Aynı şekilde, demir çelik sektörü, orman ürünleri sektörü, gıda sektörü gibi farklı sektörlerden de Endüstri 4.0 uygulamalarının sektörlerinin dinamiklerine uygun olmadığını belirten birçok işletme vardır. Bunun yanı sıra, üniversite-sanayi işbirliğinin yapılmasının önemli olduğunu belirterek akademisyenleri fabrikalarda araştırma yaparken görmek istediklerini, işbirliği yapmak istediklerini ifade eden pek çok işletme vardır. Ayrıca, fabrikasına otonom robotlar satın almasına rağmen onları çalıştıracak nitelikli mekatronik mühendisi bulamadığını ifade eden, kendisi endüstri mühendisi olan bir yönetici en büyük sorunun dijitalleşmeyi sağlayacak nitelikli insan kaynağının yetersizliği olduğunu belirtmiştir. Benzer şekilde, farklı sektörlerde de nitelikli insan kaynağı yetersizliğinin sorun olduğu belirtilmiştir.

Sonuç olarak, işletmelerin aslında Endüstri 4.0'a uyum sağlamaya çok önem verdikleri ancak lojistik altyapıda Endüstri 4.0 uyumu, başında insan durmadan çalışabilen otonom makine varlığı, veritabanı yönetim sistemleri varlığı, ERP gibi kurumsal kaynak planlama yazılımları varlığı, Endüstri 4.0'ın misyon ve vizyon ifadelerinde, işletme stratejilerinde yer alması, Ar-Ge faaliyetleri, Endüstri 4.0 alanında çalışan/çalışabilecek mühendis varlığı gibi alanlarda henüz yeterli olgunluk düzeyine ulaşamadıkları ortaya konmuştur.

Çalışma sonuçları, yalnızca TR81 Bölgesi'ndeki OSB'lerde çeşitli sektörlerde faaliyet gösteren 125 imalat işletmesi için geçerlidir. Bu sonuçlardan “ülkedeki imalat sektörünün Endüstri 4.0 olgunluğu bu düzeydedir” şeklinde bir sonuç çıkarmak mümkün değildir. Literatürde Endüstri 4.0 olgunluğu konusunda uygulamalı olarak gerçekleştirilen az sayıda çalışma bulunmaktadır. Çalışmanın, farklı OSB'lerde, farklı bölgelerde, büyük ölçekli işletmelerde, teknoloji yoğun işletmelerde (otomotiv, robotik, elektronik sektörleri gibi), ülkemizdeki tüm imalat işletmelerinde, dünyanın farklı ülkelerindeki imalat işletmelerinde

yapılması literatüre katkı sağlayacaktır. Araştırmacılara, bu modelin farklı örneklemeler üzerinde uygulanması önerilmektedir. Ayrıca, geliştirilmeye uygun bir modeldir. Geliştirilerek farklı örneklemelere uygulama gerçekleştirilebilir.

Bugün küresel düzeyde akıllı fabrikaların yanı sıra, şehirler ve toplumlar akıllı hâle dönüştürülmeye çalışılmaktadır. Henüz Endüstri 4.0 konuşulurken, Japonya tarafından ortaya atılan “Toplum 5.0” hedefi ve bunun geniş bir yelpazede şimdiden konuşulmaya başlanmış olması değişimin ilerleme hızının ne denli yüksek olduğunu göstermektedir. Bu süreçte Endüstri 4.0’ın bünyesinde barındırdığı teknolojiler toplumlar için bir tehdit değil, bir yardımcı olarak algılandığı ve fırsatlarının planlı bir şekilde değerlendirilmesi hâlinde bu sürecin yıkıcı, rekabet dışına itici etkilerinden korunmak mümkün olabilir. Bu nedenle, bu yeni dönem toplumlarla ülke yöneticilerinin birlikte hareket etmesini ve birlikte dönüşmesini zorunlu hâle getiren devrimler olarak ortaya çıkmaktadır. Küresel rekabetin dışına itilmek istemeyen ülkeler ve toplumlar bu süreci işbirliği içinde yürütmelidir. Bu kapsamda, sonuç olarak Endüstri dönüşümü konusunda araştırmacılar olarak bazı öneriler de bulunabiliriz.

İşletmelerin Endüstri 4.0 sürecine uyum sağlayabilmeleri için genel olarak şu önerilerde bulunulabilir: Endüstri 4.0 sürecinde uygulanan genel stratejiler her işletme için uygun olmayabilir, bu nedenle işletmelerin endüstriyel potansiyelini belirlemek, değerlendirmek ve uygun biçimde kullanabilmek için kendilerine özgü stratejik bir yol haritasına sahip olmaları gerekmektedir. Bu sürecin etkin biçimde yönetilebilmesi için aşağıdan yukarıya kurumsal bir stratejinin oluşturulması önemlidir. Bu yaklaşım ile örgüt üyelerinin yeni stratejik yapıyı kabul etmeleri kolaylaştırılırken değişime karşı direnç gösterme eğilimleri de azaltılmış olur. Bu sistemde kültür de bağlayıcı bir rol oynamaktadır. Endüstri 4.0’a geçiş niyeti olan ve bu süreçte yol alan işletmeler, stratejik yol haritalarında örgütsel ve bireysel unsurları bir arada ele almalıdır. İşletmenin tüm paydaşlarının katılımı ile Endüstri 4.0 stratejisi geliştirilmesi önceliklidir. Strateji algısının geliştirilmesi ve nitelikli hale getirilmesi oldukça önemlidir. Yöneticiler ve çalışanların öncelikle Endüstri 4.0 hakkında bilgilendirilmesi, hem teknik hem de psikolojik eğitimlerle teknolojiye hazır olmalarının sağlanması, işe alımlarda özellikle yeniliğe açık ve uyumlu kişilik özelliklerine sahip adayların tercih edilmesi, mevcut çalışanların yetkinlikleri geliştirilirken yeni istihdam edilecek çalışanlarda sosyal becerileri ile birlikte teknik, metodolojik ve analitik yetkinliklerin talep edilmesi oldukça önemlidir. Örgütte adhokrazi ve pazar kültürlerinin

güçlendirilmesi, bütünleşik teknoloji ve inovasyon sisteminin geliştirilmesi, tedarikçi ve müşterileri de kapsayacak entegre bilgi yönetim sisteminin kullanılması, kurumsal kaynak planlama sistemlerinin kullanılması, insan-makine işbirliğinin geliştirilmesi, açık inovasyon stratejileri ile işbirlikleri kurulması, siber güvenlik çözümlerinin uygulanacağı alanların belirlenmesi bu sürecin anahtar konularıdır. Bu süreçte, Endüstri 4.0 konusunda epey yol alan, başarılı olan işletmeler KOBİ'lere danışmanlık hizmeti verebilirler. KOBİ'lerin kurumsallaşma çalışmalarına, bilişim teknolojileri yatırımlarına öncelik verilebilir. Endüstri 4.0 sürecine uygun şekilde örgüt yapıları yeniden şekillenebilir. Kıyaslama (benchmarking) uygulamaları ile başarılı işletmelerin dijital dönüşüm uygulamaları araştırılarak henüz bu sürecin başında olan işletmelere yol haritası çizilebilir. Dijital dönüşümde başarılı işletmelere bakıldığında, yönetimlerinde CEO'ların yanı sıra CDO (Chief Digital Officer-Dijital Dönüşüm Liderleri) da bulunmaktadır. Türkiye'de de CDO istihdamı artırılabilir. OSB'lerde Ar-Ge merkezlerinin sayısı artırılabilir. Devlet ve KOSGEB birlikte hareket ederek dijital teknoloji altyapıları, eğitimler, hibe programları düzenleyebilir. Endüstri 4.0 konusundaki devlet teşvikleri artırılabilir. Endüstri 4.0 konusunda uluslararası eğitim programlarına dahil olunması ve konu ile ilgili eğitim programlarının oluşturulması sağlanabilir. Ar-Ge ve inovasyon süreçleri, teknolojik yeniliklerin takibi, girişimcilik vb. temaların yanına Endüstri 4.0'ı da eklemek gerekmektedir. Ülkemizde Endüstri 4.0'ın anlaşılması, gündeme getirilmesi ve geçiş süreciyle ilgili iş dünyası çatı kuruluşları, işletmeler, üniversiteler, sivil toplum kuruluşları ve diğer paydaşlar nezdinde yapılması gerekenlerin tartışıldığı bir ortam oluşturulmalıdır. Bu tez çalışmasının çıktıları da bu arayışların ve ülkemizin bu yarışta en önde koşabilmesi için yapılması gerekenlerin tespit edilme çabasının bir sonucudur. Endüstri 4.0 fırsatlarını kaçırmamak için tüm paydaşlar, devlet ve toplum işbirliği ve koordinasyon içinde hareket etmelidir. Xsentius'un konuyla örtüşen şu sözünde belirttiği gibi *“Rüzgârın yönünü değiştiremediğin zaman, yelkenlerini rüzgâra göre ayarlamalısın. Çünkü dünya karışlaştığın fırtınalarla değil gemiyi limana getirip getiremediğinle ilgilenir”*.

KAYNAKLAR

- Abat, Y.S. (2023). Üretim İşletmeleri Açısından Endüstri 4.0 Sürecinin İşletmelerde Değerlendirilmesi: Malatya Organize Sanayi Bölgesi Örneği. Yüksek Lisans Tezi, İnönü Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İşletme Anabilim Dalı, Malatya, 105 s.
- ABB (2023). YuMi®-Creating An Automated Future Together. You And Me, <https://new.abb.com/products/robotics/robots/collaborative-robots/yumi/dual-arm> (08.10.2023).
- acatech (2013). acatech: Recommendations for Implementing the Strategic Initiative Industrie 4.0, <https://en.acatech.de/publication/recommendations-for-implementing-the-strategic-initiative-industrie-4-0-final-report-of-the-industrie-4-0-working-group/> (04.05.2021).
- acatech (2017). Industrie 4.0 Maturity Index, https://www.acatech.de/wp-content/uploads/2018/03/acatech_STUDIE_Maturity_Index_eng_WEB-1.pdf (07.05.2021).
- Accenture (2016). Accenture Turkey Digitization Index, <https://www.agcyazilim.com/docs/Accenture-Turkey-Digi-Ind-Report-English.pdf> (10.11.2023).
- Achrol, R. ve Kotler, P. (2022). Distributed marketing networks: the fourth industrial revolution. *Journal of Business Research*, 150(1): 515-527.
- Akça, Y. ve Özer, G. (2012). Teknoloji kabul modeli'nin kurumsal kaynak planlaması uygulamalarında kullanılması. *Business and Economics Research Journal*, 3(2): 79-96.
- Akçoru, A. (2023). Dijitalleşme Ekseninde Pazarlama İletişimi: Endüstri 4.0'ın Tüketici Satın Alma Davranışlarına Etkisinin Klasik Ve Dijital Boyutta Karşılaştırmalı Analizi. Doktora Tezi, Maltepe Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Halkla İlişkiler ve Tanıtım Anabilim Dalı, İstanbul, 204 s.
- Akdil, K.Y., Üstündağ, A. ve Çevikcan, E. (2018). Maturity and readiness model for industry 4.0 strategy. *Industry 4.0: Managing the Digital Transformation* içinde (61-94). Springer Series in Advanced Manufacturing, Springer International Publishing.
- Aksoy, S. (2022). Endüstri 4.0'ın Doğrudan Yabancı Sermaye Yatırımları Üzerindeki Etkileri: Ampirik Çalışma Ve Türkiye Ekonomisi İçin Çıkarımlar. Doktora Tezi, Marmara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İktisat Anabilim Dalı, İstanbul, 285 s.
- Aktan, C. C. (2011a). Organizasyonlarda insan yönetimi: insan mühendisliği. *Organizasyon ve Yönetim Bilimleri Dergisi*, 3(2): 387-406.
- Aktan, C. C. (2011b). Organizasyonlarda değişim yönetimi: değişim mühendisliği. *Organizasyon ve Yönetim Bilimleri Dergisi*, 3(1): 67-96.

- Alçın, S. (2016). Üretim için yeni bir izlek: sanayi 4.0. *Journal of Life Economics*, 3(2): 19-30.
- Alçın, S. (2017). test4ware Nedir?, <https://www.test4ware.net/test4ware-nedir> (16.04.2021).
- Allen, R. C. (2009). Why was the Industrial Revolution British?, <https://cepr.org/> (10.07.2022).
- Alp Coşkun, E. ve Coşkun, Y. (2020). Karanlık fabrikalar geleceği aydınlatacak mı?, <https://bilimteknik.tubitak.gov.tr/makale/karanlik-fabrikalar-gelecegi-aydinlatacak-mi> (10.10.2022).
- Amet, M. (2020). Endüstri 4.0 Uygulamalarının İşletmelerin Finansal Faaliyetleri Üzerindeki Etkilerinin Malmquist Tekniği ile Hesaplanması. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Gelişim Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, İşletme Anabilim Dalı, İstanbul, 99 s.
- Anahtar, (2022). Sanayinin dijital dönüşümü. *T.C. Sanayi Ve Teknoloji Bakanlığı Aylık Yayın Organı*, 34(404): 4.
- ATSO (2017). Antalya Firmalarına Yönelik Endüstri 4.0 Durum Tespiti: Ölçeğin Geliştirilmesi ve Pilot Uygulama Projesi, <http://www.atso.org.tr/yukleme/dosya/b5397a8cdd23159c064f2957c269fbe4.pdf> (16.11.2020).
- Asar, İ., Esen, Ş. (2021).Endüstri 4.0 ve işletme yönetiminin geleceğine olası etkileri: kavramsal bir yaklaşım. *Journal of Academic Value Studies (JAVStudies)*, 7(4): 459-468.
- Asar, C. (2022). BIST Sürdürülebilirlik Endeksindeki Endüstri 4.0'ı Benimsemiş Enerji Firmalarının Finansal Performanslarının Karşılaştırmalı Değerlendirmesi. Yüksek Lisans Tezi, Karabük Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Girişimcilik Anabilim Dalı, Karabük, 147 s.
- Averweg, R. U. (2008). Information technology acceptance in South Africa: An investigation of perceived usefulness, perceived ease of use and actual system use construct. *African Journal of Information Systems*, 1(1): 44-66.
- Aytekin, A., Sönmez Çakır, F., Yücel, Y.B. ve Kulaözü, İ. (2018). Geleceğe yön veren kodlama bilimi ve kodlama öğrenmede kullanılabilecek bazı yöntemler. *Avrasya Sosyal ve Ekonomi Araştırmaları Dergisi (ASEAD)*, 5(5): 24-41.
- Aytekin, A., Ayaz, A. ve Tüminçin, F. (2019). Intelligent and natural agriculture with Industry 4.0. *Bartın Orman Fakültesi Dergisi*, 21(3): 938-944.
- Aytekin, A. (2019). Mobilya Endüstrisinde İhracat Performansının Belirleyicilerinin Analizleri: Bulanık AHP Ve Karar Ağacı Modellemesi. Doktora Tezi, Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İşletme Anabilim Dalı, Zonguldak, 188 s.

- Aytar, O. (2019). Endüstri 4.0 ve bu paradigmanın örgüt yönetimi üzerindeki olası etkileri. *"İş, Güç" Endüstri İlişkileri Ve İnsan Kaynakları Dergisi*, 21(2): 75-90.
- Bailey, J. (2022). The steam age-evolution of steam engines and the 1st steam locomotive. *Inventive Geniuses Who Changed the World* içinde (23-36). Cham: Springer.
- Barber, H. F. (1992). Developing strategic leadership: The US army war college experience. *Journal of Management Development*, 11(6): 4-12.
- Barnet, R. ve Cavanagh, J. (1985). *Küresel Düşler*. G. Şen (Çev). İstanbul: Sabah Yayınları.
- Barney, J.B. ve Hesterly, W.S. (2015). *Stratejik Yönetim ve Rekabet Avantajı: Kavramlar ve Örnek Olaylar*. B. Bıçakcı (Çev). İstanbul: İstanbul Ticaret Üniversitesi Yayınları.
- Basım, N., Şeşen, H. ve Meydan, C. H. (2009). Öğrenen örgüt algısının örgüt içi girişimciliğe etkisi: kamuda bir araştırma. *Ankara Üniversitesi SBF Dergisi*, 64(3): 27-44.
- BCG (2015). Industry 4.0: The Future of Productivity and Growth in Manufacturing Industries, https://www.bcg.com/publications/2015/engineered_products_project_business_industry_4_future_productivity_growth_manufacturing_industries (19.11.2022).
- BCG (2019). The 2019 BCG Global Manufacturing Cost Competitiveness Index, <https://www.bcg.com/publications/2020/manufacturing-strategy-built-trade-instability> (10.11.2023).
- Berksun, E. (2018). Sanayide Endüstri 4.0 Süreçleri: Çorum Sanayisinde Bir Uygulama. Yüksek Lisans Tezi, Hitit Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İşletme Anabilim Dalı, Çorum, 69 s.
- Betz, F. (2010). *Yönetim Stratejisi: Stratejik Yönetim ve Enformasyon Teknolojisi*. Ü. Şensoy (Çev). Ankara: TÜBİTAK Popüler Bilim Kitapları.
- Bhasin, S. (2015). *Lean Management Beyond Manufacturing: A Holistic Approach*. Switzerland: Springer International Publishing.
- Bianco, D., Bueno, A., Filho, M.H., Latan, H., Ganga, G.M.D., Frank, A.G. ve Jabbour, C.J.C. (2023). The role of Industry 4.0 in developing resilience for manufacturing companies during COVID-19. *International Journal of Production Economics*, 256: 1-17.
- Bittighofer, D., Dust, M., Irslinger, A., Liebich, M. ve Martin, L. (2018). State of Industry 4.0 across German companies. *2018 IEEE International Conference on Engineering, Technology and Innovation (ICE/ITMC)*, Stuttgart, 1-8.

- Blokchain Türkiye ve Türkiye Girişim Vakfı (2022). DAO: Merkeziyetsiz Otonom Organizasyon, <https://bctr.org/wp-content/uploads/2022/11/DAO22.pdf> (17.11.2023).
- BMBF (2015). Zukunftsprojekt Industrie 4.0 – Forschung – BMBF, <http://www.bmbf.de/de/9072.php> (10.07.2022).
- Bosman, L., Hartman, N. ve Sutherland, J. (2019). How manufacturing firm characteristics can influence decision making for investing in industry 4.0 technologies. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 31(5): 1117-1141.
- Boyes, H., Hallaq, B., Cunningham, J. ve Watson, T. (2018). The industrial internet of things (IIoT): an analysis framework. *Computers in Industry*, 101: 1–12.
- Bowen, D.E. ve Lawler, E.E. (1992). The empowerment of service workers: what, why, how and when. *Sloan Management Review*, Spring: 31-39.
- Brisa (2023). Akıllı Üretim, <https://www.brisa.com.tr/teknoloji-ve-yenilikcilik/akilli-uretim> (05.12.2023).
- Bryan, L.L. ve Joyce, C.I. (2007). *Mobilizing Minds*. New York: McGraw Hill.
- Brynjolfsson, E. ve McAfee, A. (2018). *The Second Machine Age: Work, Progress and Prosperity in a Time of Brilliant Technologies*. New York: W.W. Norton&Company.
- Buer, M. C. (1926). *Health, Wealth and Population in the Early Days of the Industrial Revolution*. London: George E. Routledge & Sons.
- Bumin, B. ve Erkutlu, H. (2002). Toplam kalite yönetimi ve kıyaslama (benchmarking) ilişkileri. *Gazi Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 4(1): 83-100.
- Buyutech (2023). About Büyütech, <https://www.buyutech.com.tr/about> (12.11.2023).
- Büyükyılmaz, O. (2013). Bilgi yönetimi uygulamaları kapsamında insan kaynakları yönetiminde meydana gelen değişimler. *Uluslararası İşletme ve Yönetim Dergisi*, 1(1): 83-99.
- Çater, T., Çater, B., Çerne, M., Koman, M. ve Redek, T. (2021). Industry 4.0 technologies usage: motives and enablers. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 32(9): 323-345.
- Cerit, S. (2022). “Dördüncü Sanayi Devrimi (Endüstri 4.0) ve Türkiye Ekonomisine Yansımaları”. Yüksek Lisans Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İktisat Anabilim Dalı, Isparta, 195 s.
- Cognizant (2020). Making Industry 4.0 Real, https://www.cognizant.com/en_us/insights/documents/making-industry-40-real-codex5507.pdf (10.11.2023).

- Coşkun, Y. ve Alp Coşkun, E. (2019). Sanayi devrimleri ve Türkiye. *TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi*, September: 72-80.
- Çakmak, A.F. ve Kişi, N. (Ed.). (2020). *Endüstri 4.0'ın Modern İşletmecilik Üzerine Etkileri*. Ankara: Gazi Kitabevi.
- Çalış Duman, M. (2020). Endüstri 4.0 teknoloji bileşenlerinin örgütsel performansa etkilerini belirlemeye yönelik bir araştırma. Doktora Tezi, İnönü Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İşletme Anabilim Dalı, Malatya, 209 s.
- Çeri Booms, M. (2014). Chris Argyris. Ö. Livvarçin ve D. Kurt (Ed.). *Yönetim Biliminde 49 İnsan 49 Teori İçinde (50-57)*. (3. Baskı). İstanbul: Beta Basım Yayım Dağıtım.
- Çetinkaya, F. F. (2021). Endüstri 4.0 farkındalığının inovasyon üzerindeki etkisi. *Anadolu Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 21(2): 571-598.
- Çirkin, E. ve Özdağoğlu, A. (2021). Endüstri 4.0 bünyesindeki otonom robotların sürdürülebilirlik perspektifleri açısından değerlendirilmesi. *Erciyes Akademi*, 35(4), 1534-1553.
- Daft, R.L. (2010). *Organization Theory and Design*. (10. Baskı). Mason: South-Western Cengage Learning.
- Daft, R.L. ve Marcic, D. (2022). *Understanding Management*. (12. Baskı). Mason: South-Western Cengage Learning.
- Davis, F. D. (1989). Perceived usefulness, perceived ease of use, and user acceptance of information technology. *MIS Quarterly*, 13(3): 319-340.
- Davutoğlu, N.A. (2021). Sanayi 4.0 ve yönetim paradoksu. *Management and Political Science Review*, 3(1): 53-67.
- Deane, P. M. (1979). *The First Industrial Revolution*. (2. Baskı). USA: Cambridge University Press.
- Deming, W.E. (2018). Out of the Crisis, <https://deming.org/explore/fourteen-points/>. (10.08.2023).
- Demirbağ, K.Ş. (2020). Current status of industry 4.0 transformation and impact of industry 4.0 on engineering work in Turkish white goods industry. Doktora Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İşletme Mühendisliği Anabilim Dalı, İstanbul, 356 s.
- Dengiz, O. (2017). Endüstri 4.0: Üretimde kavram ve algı devrimi. *Makine Tasarım ve İmalat Dergisi (MATİM)*, 15(1): 38-45.
- DFKI (2021). Industrie 4.0, <https://www.dfki.de/en/web/research/> (23.12.2021).

- Di Capua, M., Ciaramella, A. ve De Prisco, A. (2023). Machine learning and computer vision for the automation of processes in advanced logistics: the integrated logistic platform (ILP) 4.0. *Procedia Computer Science*, 217(1): 326-338.
- Doğan, O. (2022). İş güvenliği açısından Endüstri 4.0 uygulamaları. Doktora Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İşçi Sağlığı ve İş Güvenliği Anabilim Dalı, Adana, 326 s.
- EBSO (2015). Sanayi 4.0: Uyum Sağlayamayan Kaybedecek. Ege Bölgesi Sanayi Odası Araştırma Müdürlüğü, İzmir.
- Ekonomik Forum (2016). Sanayi 4.0'a hazır mıyız?. *TOBB Ekonomik Forum Dergisi*, 259: 16-27.
- Ercan, T. ve Kutay, M. (2016). Endüstride nesnelerin interneti (IoT) uygulamaları. *Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 16(3): 599-607.
- Erdoğan, Y.C. ve Pehlivan, P. (2022). *Finans, Davranışsal Finans ve Güncel Yaklaşımlar*. İstanbul: Efe Akademi Yayınları.
- Ergün, E., Şen, E. ve İri, O. (2020). Endüstri 4.0 çerçevesinde firmaların organizasyon yapılarının insan kaynakları rollerine etkisi, *BMIJ*, 8(3): 3393-3423.
- Erol, S., Jäger, A., Hold, P., Ott, K., Sihn, W. (2016). Tangible Industry 4.0: a scenario-based approach to learning for the future of production. *6th CLF - 6th CIRP Conference on Learning Factories. Procedia CIRP*, 54: 13 – 18.
- Erturan, İ.E.ve Ergin, E. (2018). Muhasebe mesleğinde dijitalleşme: Endüstri 4.0 etkisi. *The Journal of Academic Social Science*, 72: 153-165.
- Fayol, H. (1949). *General and Industrial Management*. C. Storrs (Çev). London: Sir Isaac Pitman & Sons.
- Fırat, O.Z. ve Fırat, S.Ü. (2017). Endüstri 4.0 yolculuğunda trendler ve robotlar. *İstanbul Üniversitesi İşletme Fakültesi Dergisi*, 46(2): 211-223.
- Fiske, J. (1996). *İletişim Çalışmalarına Giriş*. S. İrvan (Çev). Ankara: Bilim ve Sanat Yayınları.
- Fortune Türkiye (2019). Yönetim 4.0 Şirketlerin Geleceğini Belirliyor, <https://www.fortuneturkey.com/yonetim-4-0-sirketlerin-gelecegini-belirliyor> (10.09.2023).
- Gamble, R. H. (1995). Inside outsourcing. *Corporate Cashflow*, 16(8): 2–14.
- Ganzarain, J. ve Errasti, N. (2016). Three stage maturity model in SME's toward industry 4.0. *Journal of Industrial Engineering and Management*, 9(5): 1119-1128.
- Garvin, D.A. (1993). Building a learning organizations. *Harvard Business Review*, July-August: 75-85.

- Gencer, C. ve Kayacan, A. (2017). Yazılım proje yönetimi: şelale modeli ve çevik yöntemlerin karşılaştırılması. *Bilişim Teknolojileri Dergisi*, 10(3): 335-352.
- George, S. ve Weimerskirch, A. (1996). *Total Quality Management: Strategies and Techniques Proven at Today's Most Successful Companies*. New York: John Wiley&Sons.
- George, D. ve Mallery, M. (2010). *SPSS for Windows Step by Step: A Simple Guide and Reference*. (10. Baskı). Boston: Pearson
- Gökalp, E. ve Sener, U. (2017). Development of an assessment model for Industry 4.0: Industry 4.0-MM. *17th International Conference on Software Process Improvement and Capability Determination*, 4-5 Ekim 2017, 128-142.
- Görçün, Ö. F. (2016). *Dördüncü Endüstri Devrimi-Endüstri 4.0*. İstanbul: Beta Basım Yayım Dağıtım.
- Güngör, M.Ö. (2014). Abraham Harold Maslow. Ö. Livvarçin ve D. Kurt (Ed.). *Yönetim Biliminde 49 İnsan 49 Teori İçinde (1-8)*. (3. Baskı). İstanbul: Beta Basım Yayım Dağıtım.
- Güran, T. (1988). *İktisat Tarihi*. İstanbul: İstanbul Üniversitesi Fen Fak. Dön. Serm. İşletmesi.
- Gürün, F. (2019). Endüstri 4.0 ve beşeri sermayenin geleceği. *Sosyal Siyaset Konferansları Dergisi*, 76: 67-88.
- Gürüz, D. ve Gürel, E. (2006). *Yönetim ve Organizasyon*. Ankara: Nobel Yayıncılık.
- Groysberg, B., Lee, J., Price, J., Cheng, J. (2018). The leader's guide to corporate culture. *The definitive management ideas of the year from Harvard Business Review*, 133-164.
- Hajoary, P.K. (2023). Industry 4.0 maturity and readiness- a case of a steel manufacturing organization. *Procedia Computer Science*, 217: 614-619.
- Hamel, G. (2006). The why, what, and how of management innovation. *Harvard Business Review*, 84(2): 72-84.
- Henriette, E., Feki, M. ve Boughzala, I. (2016). *Digital transformation challenges. 10th mediterranean conference on information systems (MCIS)*, AIS Electronic Library (AISeL), September 2016, Paphos, Cyprus, 1-8.
- Hobsbawm, E. J. (2016). *Devrim Çağı*. B.S. Şener (Çev). (8. Baskı). Ankara: Dost Kitapevi Yayınları.
- Hofmann, E. ve Rüsch, M. (2017). Industry 4.0 and the current status as well as future prospects on logistics. *Computers in Industry*, 89: 23-34.

- Hozdić, E., Kozjek, D. ve Butala, P. (2020). A cyber-physical approach to the management and control of manufacturing systems. *Journal of Mechanical Engineering*, 66(1): 61–70.
- IFR (2023). World Robotics 2023, https://ifr.org/img/worldrobotics/2023_WR_extended_version.pdf (22.12.2023).
- IMF (2022). World Economic Outlook. <https://www.imf.org/external/datamapper/PPPGDP@WEO/OEMDC/ADVEC/WEOWORLD/TUR> (13.11.2023).
- Joynt, P. (1977). Contingency analysis for effective administration. *OMEGA (The International Journal of Management Science)*, 5(4): 425–435.
- Juran, J.M. (1992). *Juran on Quality by Design*. New York: The Free Press.
- Kaal, W.A. (2021). Blockchain-based corporate governance. *Stanford Journal of Blockchain Law and Policy*, 4(1): 1-28.
- Kagermann, H., Lukas, W. ve Wahlster, W. (2011). Industrie 4.0 –mit dem internet der dinge auf dem weg zur 4. industriellen revolution, *Aus VDI Nachrichten*, 13(2): 2-3.
- Kagermann, H. ve Wahlster, W. (2022). Ten years of Industrie 4.0. *Sci*, 4(3): 1-10.
- Kalaycı, Ş. (2006). *SPSS Uygulamalı Çok Değişkenli İstatistik Teknikleri*. Ankara: Asil Yayın Dağıtım Ltd. Şti.
- Kalkınma Ajansları (2023). Kalkınma Planlamasında İstatistiki Bölge Birimleri Sınıflandırması, <https://ka.gov.tr/sayfalar/kalkinma-planlamasinda-istatistiki-bolge-birimleri-siniflandirmasi--24> (17.04.2021).
- Kasnak, E. ve Özkara, B. (2022). Türkiye’deki imalat şirketlerinin Endüstri 4.0 olgunluk düzeyinin belirlenmesi. *Verimlilik Dergisi*, 3: 365-380.
- Koçel, T. (2020). *İşletme Yöneticiliği*. (Genişletilmiş 18. Baskı). İstanbul: Beta.
- Kol Tetik, E. (2023). Endüstri 4.0'ın Döngüsel Ekonomi Performansına İş Birliği Bağlamında Etkileri: Türkiye Otomotiv Tedarik Zincirinde Bir Uygulama. Doktora Tezi, Ankara Yıldırım Beyazıt Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İşletme Anabilim Dalı, Ankara, 244 s.
- Körpe, E. (2021). Dijital dönüşüm ile yeni finans çağı ve gelecek yaklaşımları. *Journal of International Banking Economy and Management*, 4(2): 108-131.
- KPMG. (2015). Sanayi 4.0: Dördüncü Sanayi Devrimi, Yarının Fabrikaları Neye Benziyor?, <https://home.kpmg/content/dam/kpmg/tr/pdf/2016/08/tr-sanayi-4.PDF> (02.05.2022).

- KPMG (2018). Growing Pains: 2018 Global CEO Outlook. KPMG International. [https://kpmg.com/xx/en/home/insights/2018/05/ceo-outlook.html#:~:text=\(06.08.2023\).](https://kpmg.com/xx/en/home/insights/2018/05/ceo-outlook.html#:~:text=(06.08.2023).)
- KPMG (2023). KPMG Perspektifinden WEB3. <https://kpmg.com/tr/tr/home/gorusler/2023/06/kpmg-perspektifinden-web3.html> (28.12.2023).
- Kumaş, E. (2021). Endüstri 4.0 Olgunluk Modeli: Türkiye Endeksi Ve Değerlendirmesi. Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi Bilişim Enstitüsü, Yönetim Bilişim Sistemleri Anabilim Dalı, Ankara, 261 s.
- Küçük, N.E. (2023). Endüstri 4.0'ın Sanayi Bölgeleri Üzerine Etkisi: İstanbul İlindeki Organize Sanayi Bölgeleri Üzerine Bir Değerlendirme. Doktora Tezi, Marmara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İktisat Anabilim Dalı, İstanbul, 230 s.
- Küçükkalay, A.M. (1997). Endüstri devrimi ve ekonomik sonuçlarının analizi. *Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 2: 51-68.
- Krafçik, J. (1988). Triumph of the lean production system. *Sloan Management Review*, 30(1): 41-52.
- Lancioni, R.A., Smith, M.F. ve Oliva, T.A. (2000). The role of the internet in supply chain management. *Industrial Marketing Management*, 29(1): 45-56.
- Lankford, W.M. ve Parsa, F. (1999). Outsourcing: a primer. *Management Decision*, 37(4): 310-316.
- Lee, J., Bagheri, B. ve Kao, H. (2015). A cyber-physical systems architecture for industry 4.0-based manufacturing systems. *Manufacturing Letters*, 3: 18-23.
- Lin, B., Wu, W. ve Song, M. (2019). Industry 4.0: driving factors and impacts on firm's performance: an empirical study on China's manufacturing industry. *Annals of Operations Research*, 329(8): 1-21.
- Liu, Q., Chen, J., Liao, Y., Mueller, E., Jentsch, D., Boerner, F., She, M. (2015). An application of horizontal and vertical integration in cyber-physical production systems. *2015 International Conference on Cyber-Enabled Distributed Computing and Knowledge Discovery*. January 17-19, Xi'an, China.
- Luca, M., Kleinberg, J. ve Mullainathan, S. (2016). *Algoritmalar da Yöneticilere İhtiyaç Duyar*. N. Özata (Çev). İstanbul: Optimist Yayıncılık.
- Luthra, S. ve Mangla, S.K. (2018). Evaluating challenges to Industry 4.0 initiatives for supply chain sustainability in emerging economies. *Process Safety and Environmental Protection*, 117: 168-179.
- Mann, D. (2010). *Creating a Lean Culture*. (2. Baskı). New York: CRC Press.
- Marangunić, N. ve Granić, A. (2015). Technology acceptance model: a literature review from 1986 to 2013. *Universal Access in the Information Society*, 14(1): 81-95.

- Maslow, A.H. (1943). A theory of human motivation. *Psychological Review*, 50(4): 370–396.
- Masood, T. ve Sonntag, P. (2020). Industry 4.0: Adoption Challenges and Benefits for SMEs. *Computers in Industry*, 121: 1-26.
- Metin, S. (2019). İşletmelerin Dijital Dönüşüm (Endüstri 4.0) Farkındalık ve Algı Düzeyinin Değerlendirilmesi: Elazığ OSB Örneği. Doktora Tezi, Fırat Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Teknoloji ve Bilgi Yönetimi Anabilim Dalı, Elazığ, 159 s.
- Mckinsey (2020). İşimizin Geleceği: Dijital Çağda Türkiye'nin Yetenek Dönüşümü Raporu, <https://www.mckinsey.com/tr/our-insights/future-of-work-turkey> (08.01.2023).
- McGregor, D. (1960). *The Human Side of Enterprise*. New York: McGraw-Hill.
- McNeill, W.H. (2001). *Dünya Tarihi*. A. Şenel (Çev). Ankara: İmge Kitabevi Yayınları
- Michna, A. ve Kmiecik, R. (2020). Open-mindedness culture, knowledge-sharing, financial performance and Industry 4.0 in SMEs. *Sustainability*, 12(21): 1-17.
- Microsoft Dynamics 365 (2023). What is Erp?, <https://dynamics.microsoft.com/tr-tr/erp/what-is-erp/> (12.05.2023).
- Min, H. ve Zhou, G. (2002). Supply chain modeling: past, present and future. *Computers & Industrial Engineering*, 43(1): 231-249.
- MIT Stephen A. Schwarzman College of Computing (2023). About, <https://computing.mit.edu/about/>. (19.12.2023).
- Monostori, L. (2014). Cyber-physical production systems: roots, expectations and R&D challenges. Variety Management in Manufacturing. *Proceedings of the 47th CIRP Conference on Manufacturing Systems, Procedia CIRP*, 17(1): 9 – 13.
- Nalbantoğlu, C.B. (2021). Dijital dönüşümün örgüt kültürü üzerine yansımaları. *Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi Sosyal ve Ekonomik Araştırmalar Dergisi*, 23(40): 193-207.
- Onat, E. (1969). *Organize Sanayi Bölgeleri Fiziki Planlama Esasları*. Ankara: TOBB Yayınları.
- OSBÜK, (2023). Türkiye’de ve Dünyada OSB Uygulamaları, <https://osbuk.org/view/menu/goster.php?Guid=d745cb99-4c4b-11ec-83b3-00090faa0001>(09.07.2023).
- Ouchi, W.G. ve Price, R.L. (1978). Hierarchies, clans, and Theory Z: a new perspective on organization development. *Organizational Dynamics*, 7(2): 25–44.

- Özcan, K. ve Barca, M. (2010). Yönetim düşüncesinin evrim dinamiği: çevresel determinizm mi, düşünsel ilerleme mi?. *Amme İdaresi Dergisi*, 43(1): 1-31.
- Özdamar, K. (2004). *Paket Programlar ile İstatistiksel Veri Analizi*. Eskişehir: Kaan Kitabevi.
- Özdemir, A.İ. (2004). Tedarik zinciri yönetiminin gelişimi, süreçleri ve yararları. *Erciyes Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 23(1): 87-96.
- Özdoğan, O. (2017). *Endüstri 4.0: Dördüncü Sanayi Devrimi ve Endüstriyel Dönüşümün Anahtarları*. İstanbul: Pusula.
- Özen, M.T. ve Koç, M. (2021). Çevik yönetime dair bazı tespitler: yazılım sektöründe hazırlanan raporlar kapsamında dönemsel bir analiz. *Uluslararası Yönetim Akademisi Dergisi*, 4(2): 385-408.
- Özışık, T. ve Şahin, B.E. (2022). Endüstri 4.0 teknolojilerinin iş gücü ve işin geleceğine etkileri. *Journal of Life Economics*, 9(2): 81-96.
- Özkan, M., Al, A. ve Yavuz, S. (2018). Uluslararası politik ekonomi açısından dördüncü sanayi-endüstri devrimi'nin etkileri ve Türkiye. *Marmara Üniversitesi Siyasal Bilimler Dergisi*, 6(1): 126-156.
- Özkoç, T. (2014). Douglas McGregor. Ö. Livvarçin ve D. Kurt (Ed.). *Yönetim Biliminde 49 İnsan 49 Teori İçinde (75-85)*. (3. Baskı). İstanbul: Beta Basım Yayım Dağıtım.
- Pacchini, A.P.T., Wagner, C.L., Facchini, F. ve Mummolo, G. (2019). The degree of readiness for the implementation of Industry 4.0. *Computers in Industry*, 113: 1-8.
- Pearce II, J.A. ve Robinson, R.B. Jr. (2015). *Stratejik Yönetim: Geliştirme, Uygulama ve Kontrol*. M. Barca (Çev). (12. basımdan çeviri). Ankara: Nobel.
- Pekkaya, M. (2016). Hizmet kalite standartları temelli hastanelerin ÇKKV ile değerlendirilmesi, *XVII. Uluslararası Ekonometri, Yöneylem Araştırması ve İstatistik Sempozyumu*, 2-4 Haziran 2016, Sivas, 974-982.
- Perçin, S. ve Gök, A. (2013). ERP yazılımı seçiminde iki aşamalı AAS-TOPSIS yaklaşımı. *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 8(2): 93-114.
- Pijpers, A.G.M. (2001). Senior Executives' Use of Information Technology: An Examination of Factors Influencing Managerial Beliefs, Attitude And Use Of Information Technology. Phd Thesis, Technische Universiteit Eindhoven Industrial Engineering and Innovation Sciences, Eindhoven, 200 p.
- Pindur, W., Rogers, S. E. ve Suk Kim, P. (1995). The history of management: a global perspective. *Journal of Management History (Archive)*, 1(1): 59-77.

- Pirola, F., Cimini, C. ve Pinto, R. (2019). Digital readiness assessment of Italian SMEs: a case-study research. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 31(5): 1045–1083.
- Porter, M.E. (2013). *HBR's 10 Must Reads: Strateji*. M. İnan (Çev). İstanbul: Optimist.
- Powell, D. ve Skjelstad, L. (2012). RFID for the extended lean enterprise. *International Journal of Lean Six Sigma*. 3: 172-186.
- Prinz, C., Morlock, F., Freith, S., Kreggenfeld, N., Kreimeier, D. ve Kuhlenkötter, B. (2016). Learning factory modules for smart factories in Industrie 4.0. *Procedia, CIRP*, 54: 113-118.
- Ricci T. (2012). Richard Trevithick, <https://www.asme.org/topics-resources/content/richard-trevithick> (10.12.2023).
- Rigby, D.K., Sutherland, J. ve Takeuchi, H. (2016). Embracing agile: how to master the process that's transforming management. *Harvard Business Review*, 94(5): 40-50.
- Rockwell Automation (2016). The Connected Enterprise Maturity Model, <https://www.rockwellautomation.com/en-us/company/news/blogs/the-connected-enterprise-maturity-model--metrics-that-matter.html> (10.06.2021).
- Roszkowska, E. (2013). Rank ordering criteria weighting methods—a comparative overview, *Optimum, Studia Ekonomiczne*, 65(5): 14–33.
- Saçak, R., Gür, Ş. ve Eren, T. (2020). Türkiye'nin dijital dönüşüm yol haritasında yer alan stratejilerin topsis yöntemi ile sıralanması. *Dokuz Eylül Üniversitesi İşletme Fakültesi Dergisi*, 21(2): 335-346.
- Sander, O. (2011). *Siyasi Tarih: İlkçağlardan 1918'e*. Ankara: İmge Kitabevi.
- Saucedo-Martinez, J. A., Pérez-Lara, M., Marmolejo-Saucedo, J. A., Salais-Fierro, T. E. ve Vasant, P. (2017). Industry 4.0 framework for management and operations: a review. *Journal of Ambient Intelligence and Humanized Computing*, 9(3): 789–801.
- Schuh, G., Gottschalk, S. ve Höhne, T. (2007). High resolution production management. *CIRP Annals – Manufacturing Technology*, 56(1): 439–442.
- Schultz, L.A. (2017). Integrating lean and visual management in facilities management using design science and action research. *Built Environment Project and Asset Management*, 7(3): 300-312.
- Schumacher, A., Erol, S. ve Sihn, W. (2016). A maturity model for assessing Industry 4.0 readiness and maturity of manufacturing enterprises. *Procedia CIRP*, 52: 161-166.

- Schwab, K. (2016a). The Fourth Industrial Revolution: What It Means, How to Respond, <https://www.weforum.org/agenda/2016/01/the-fourth-industrial-revolution-what-it-means-and-how-to-respond/> (14.06.2022).
- Schwab K. (2016b). *Dördüncü Sanayi Devrimi*. Z. Dicleli (Çev). İstanbul: Optimist Yayıncılık.
- Senge, P. M. (1993). *Beşinci Disiplin*. A. İldeniz ve Doğukan, A. (Çev). İstanbul: Yapı Kredi Yayınları.
- Serçemeli, M. ve Kurnaz, E. (2016). Denetimde bilgi teknoloji ürünleri kullanımının teknoloji kabul modeli (tkm) ile araştırılması. *İstanbul Üniversitesi İşletme Fakültesi Dergisi*, 45(1): 43-52.
- Shah, R., Ward, P. (2007). Defining and developing measures of lean production. *International Journal of Operations Management*, 25(1): 785-805.
- Sığırcı, M. (2021). Bilgisayar: Kim, Ne Zaman İcat Etti?, <https://bilimgenc.tubitak.gov.tr/makale/bilgisayar-kim-ne-zaman-icad-etti> (09.11.2023).
- Siemens (2023). Implement Advanced Robotics in the Journey to the Factory of Tomorrow, <https://resources.sw.siemens.com/en-US/white-paper-industrial-advanced-robotics?gclid=EAIaIQobChMIYrGZo> (22.11.2023).
- Sonnenfeld, J.A. (1985). Shedding light on the hawthorne studies. *Journal of Organizational Behavior*, 6(2): 111–130.
- Spear, B. (2008). James Watt: The steam engine and the commercialization of patents. *World Patent Information*, 30(1): 53–58.
- Tabachnick, B.G. ve Fidell, L.S. (2013). *Using Multivariate Statistics (Sixth ed.)*. Boston: Pearson.
- Tan, F.Z. (2014). Öğrenme, örgütlerde öğrenme, öğrenen organizasyonlar terimlerinin tanımı ve kavramsal ayırımı. *Business&Management Studies: An International Journal*. 2(2): 188-217.
- Tan, F.Z., Eracar, R. ve Çavaş, F. (2023). Türkiye’deki “öğrenen organizasyon (learning organization) tezlerinin bibliyometrik profili. *Ekonomi İşletme ve Yönetim Dergisi*, 7(1): 168-191.
- Tao, F., Cheng, Y., Zhang, L. ve Nee, A.Y.C. (2015). Advanced manufacturing systems: socialization characteristics and trends. *Journal of Intelligent Manufacturing*, 28(5): 1079–1094.
- Taş, B. (2006). AB uyum sürecinde Türkiye için yeni bir bölge kavramı: istatistiki bölge birimleri sınıflandırması (İBBS), *Afyon Kocatepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 13(2): 185-197.

- Tavşancıl, E. ve Aslan, E.A. (2001). *Sözel, Yazılı Ve Diğer Materyaller İçin İçerik Analizi Ve Uygulama Örnekleri*. İstanbul: Epsilon.
- Thames, L. ve Schaefer, D. (2016). Software-defined cloud manufacturing for Industry 4.0. *Procedia CIRP*, 52: 12–17.
- T.C. Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı (2018). Türkiye'nin Sanayi Devrimi: “Dijital Türkiye” Yol Haritası, <https://www.sanayi.gov.tr/tsddtyh.pdf> (12.07.2022).
- T.C. Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı (2019). 2023 Sanayi ve Teknoloji Stratejisi, <https://www.sanayi.gov.tr/assets/pdf/SanayiStratejiBelgesi2023.pdf> (12.07.2022).
- T.C. Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı (2019). T.C. Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı 2020-2024 Stratejik Planı, http://www.sp.gov.tr/upload/xSPStratejikPlan/files/fmdJw+SANAYI_VE_TEKNOLOJI_BAKANLIGI_2020-2024_STRATEJIK_PLANI-YENILEME.pdf (12.07.2022).
- T.C. Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı (2023). Organize Sanayi Bölgeleri Hizmetleri, <https://www.sanayi.gov.tr/sanayi-bolgeleri/organize-sanayi-bolgeleri-hizmetleri> (27.12.2023).
- T.C. Kalkınma Bakanlığı (2018). Sanayide Dijitalleşme Çalışma Grubu Raporu, <https://www.sbb.gov.tr/> (10.11.2022).
- T.C. Kalkınma Bakanlığı (2018). Ar-Ge ve Yenilik Ekosisteminin Güçlendirilmesi Özel İhtisas Komisyonu Raporu, <https://www.sbb.gov.tr/> (10.11.2022).
- TDK (2023). Güncel Türkçe Sözlük, <https://sozluk.gov.tr/> (18.11.2023).
- terra0 (2016). Can An Augmented Forest Own And Utilise Itself?, https://terra0.org/assets/pdf/terra0_white_paper_2016.pdf (17.10.2023).
- Timeout Erp&Bilişim Teknoloji Hizmetleri (2023). Timeout ERP Yazılım, <https://www.timeout.com.tr/timeout-erp-yazilim/> (10.11.2023).
- Timurcanday Özmen, Ö.N., Eris, E.D., Süral Özer, P. ve Zerey, H. (2019). Endüstri 4.0'a bütüncül bir yaklaşım: örnek olay analizi ve stratejik yol haritası. *Dokuz Eylül Üniversitesi İşletme Fakültesi Dergisi*, 20(2): 499-520.
- TOGG (2023).YeniLige Yolculuk, <https://www.togg.com.tr/> (19.12.2023).
- Tosun, F. (2023). Endüstri 4.0 Ve Çalışma Hayatı: Bir Otomotiv Firması Ve Paydaşları Üzerine Alan Araştırması. Doktora Tezi, Yalova Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Çalışma Ekonomisi ve Endüstri İlişkileri Anabilim Dalı, Yalova, 231 s.
- TÜBİSAD (2022). Türkiye'nin Dijital Dönüşüm Endeksi 2022, <https://www.tubisad.org.tr/tr/images/pdf/DDE-2022-Raporu-Final.pdf> (01.10.2023).
- TÜBİTAK (2016). Yeni Sanayi Devrimi: Akıllı Üretim Sistemleri Teknoloji Yol Haritası. TÜBİTAK Bilim, Teknoloji ve Yenilik Politikaları Daire Başkanlığı, Ankara.

- TÜBİTAK Sosyal Bilimler Ansiklopedisi (2023). Sanal İşletme/Örgüt, https://ansiklopedi.tubitak.gov.tr/ansiklopedi/sanal_isletmeorgut (17.05.2023).
- TÜİK (2022). İmalat Sanayiinde KOBİ Ve Büyük Ölçekli Girişimlerin Teknoloji Düzeyine Göre Oranları (%). Küçük ve Orta Büyüklükteki Girişim İstatistikleri, 2022.
- Türk, A. (2020). An Investigation For Maturity Level And Roadmap Of Unmanned Aerial Vehicle Technologies İn Turkey. Doktora Tezi, Orta Doğu Teknik Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Bilim ve Teknoloji Politikası Çalışmaları Anabilim Dalı, Ankara, 313 s.
- TÜSİAD ve BCG (2016). Türkiye'nin Küresel Rekabetçiliği İçin Bir Gerekliklik Olarak Sanayi 4.0: Gelişmekte Olan Ekonomi Perspektifi. TÜSİAD Yayınları, Yayın No: TÜSİAD-T/2016-03/576.
- TÜSİAD ve BCG (2017). Türkiye'nin Sanayide Dijital Dönüşüm Yetkinliği. TÜSİAD Yayınları, Yayın No: TÜSİAD-T/2017, 12-589.
- University of Warwick (2017). An Industry 4 Readiness Assessment Tool, https://warwick.ac.uk/fac/sci/wmg/research/scip/reports/final_version_of_i4_report_for_use_on_websites.pdf (10.04.2022).
- URL-1 <https://www.businessinsider.com/> (24.06.2023).
- URL-2 https://kosano.org.tr/wp-content/uploads/2021/11/cin-lke-Profil_2548171.pdf (01.11.2023).
- URL-3 <https://www.aa.com.tr/tr/analiz/3-soruda-cinin-teknoloji-hamlesi-ve-2030-hedefleri/2901062> (25.09.2023).
- URL-4 <https://www.globaltimes.cn/page/202304/1289287.shtml> (25.09.2023).
- URL-5 <https://www.deutschland.de/tr/topic/ekonomi/kuresel-tedarik-zincirlerinde-yapay-zekâ-anita-wolf-roportaji-ifo-enstitusu> (26.09.2023).
- URL-6 <https://www.deutschland.de/tr/topic/ekonomi/yenilikcilik-teknoloji/dunyayi-birlestiren-ag> (20.07.2023).
- URL-7 <https://agilemanifesto.org/iso/tr/manifesto.html> (15.09.2023).
- URL-8 <https://initiatives.weforum.org/reskilling-revolution/home> (19.11.2023).
- URL-9 <https://www.maersk.com/> (04.09.2023).
- URL-10 <http://cdoturkey.com/cdoturkey> (04.12.2023).
- URL-11 <https://www.aboutamazon.com/news/operations/amazon-introduces-new-robotics-solutions> (06.11.2023).

- URL-12 <https://cbddo.gov.tr/SharedFolderServer/Genel/File/TR-UlusalYZStratejisi2021-2025.pdf> (14.12.2023).
- URL-13 <https://www.4ware.com.tr/> (08.05.2022).
- URL-14 <https://cayorsan.org.tr/> (25.10.2023).
- URL-15 <https://www.zeosb.org.tr/> (25.10.2023).
- URL-16 <https://www.alapliosb.org.tr/> (25.10.2023).
- URL-17 <https://karorsan.org.tr/> (25.10.2023).
- URL-18 <https://www.bartinosb.org.tr/> (25.10.2023).
- Van Neuss, L. (2015). Why did the industrial revolution start in Britain?. *SSRN Electronic Journal*, 1-94.
- Von Bertalanffy, L. (1928). *Kritische Theorie der Formbildung*. J.H. Woodger (Çev). Oxford: Clarendon Press.
- Vyatkin, V., Salcic, Z., Roop, P.S. ve Fitzgerald, J. (2007). Now that's smart. *IEEE Industrial Electronics Magazine*, 4: 17-29.
- Wagire, A.A., Joshi, R., Rathore, A.P.S. ve Jain, R. (2020). Development of maturity model for assessing the implementation of Industry 4.0: learning from theory and practice. *Production Planning & Control*, 32(8): 603- 622.
- Wang, K. (2016). Logistics 4.0 Solution-new challenges and opportunities. *International Workshop of Advanced Manufacturing and Automation (IWAMA 2016)* içinde (68-74). Paris: Atlantis Press.
- Wanger, J. (2023). We Need to Move Beyond the Idea That AI Is the Solution to Everything, Expert Says, <https://www.weforum.org/agenda/2023/10/move-beyond-idea-that-ai-is-the-solution-to-everything/> (28.12.2023).
- Wilkesmann, M. ve Wilkesmann, U. (2017). Industry 4.0 – organizing routines or innovations?. *VINE Journal of Information and Knowledge Management Systems*, 48(2): 238-254.
- Winkelhaus, S. ve Grosse, E.H. (2019). Logistics 4.0: a systematic review towards a new logistics system. *International Journal of Production Research*, 58(1): 18-43.
- Womack, J.P. ve Jones, D.T. (2003). *Lean Thinking: Banish Waste and Create Wealth in Your Corporation*. (2nd Edition). New York: Simon & Schuster.
- Womack, J.P., Jones, D.T. ve Roos, D. (2007). *The Machine That Changed the World*, London: Simon & Schuster.

- Wood, J.C. ve Wood, M.C. (2003). *Henry Ford: Critical Evaluations in Business and Management*. London: Taylor & Francis.
- World Bank ve The Development Research Center of the State Council, P.R. (2013). *China 2030: Building A Modern, Harmonious, and Creative Society*. Washington, DC: World Bank.
- World Bank (2021). Ülkelerin Yüksek Teknoloji Ürün İhracatının Toplam İhracat İçerisindeki Payı, <https://databank.worldbank.org/> (14.11.2023).
- WEF (2023). Digital Matters, <https://initiatives.weforum.org/digital-transformation/home> (27.12.2023).
- WEF (2023). Future of Jobs Report, <https://www.weforum.org/publications/the-future-of-jobs-report-2023/infographics-2128e451e0/> (27.12.2023).
- WEF (2023). Top 10 Emerging Technologies of 2023, <https://www.weforum.org/publications/top-10-emerging-technologies-of-2023/> (27.12.2023).
- Wren, D.A. ve Bedeian, A.G. (2009). *The Evolution of Management Thought*. (6th Edition). New York: John Wiley & Sons
- Xu, L.D., Xu E.L. ve Li, L. (2018). Industry 4.0: state of the art and future trends. *International Journal of Production Research*, 56(8): 2941-2962.
- Yang, Y., Zhong, M., Yao, H., Yu, F., Fu, X. ve Postolache, O. (2018). Internet of things for smart ports: technologies and challenges. *IEEE Instrumentation & Measurement Magazine*, 21(1): 34-43.
- Yıldırım, S. (2009). İşletmelerde tedarik zinciri yönetimi ve toplam kalite yönetimi ilişkisi. *Süleyman Demirel Üniversitesi Vizyoner Dergisi*, 1(1): 175-191.
- Yıldırım, S.C. ve Kaplan, B. (2019). Mobil uygulama kullanımının benimsenmesi: teknoloji kabul modeli ile bir çalışma. *KAÜİİBFD*, 10(19): 22-51.
- Yılmaz Gezgin, A. (2023). Yönetim 4.0 Öngörüsü Bağlamında Çevresel, Kültürel ve Teknolojik Değişimlerin Yönetim Fonksiyonlarına Etkisinde Endüstri 4.0'ın Rolü: ISO 1000 İşletmeleri Üzerine Bir Araştırma. Doktora Tezi, Necmettin Erbakan Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İşletme Anabilim Dalı, Konya, 221 s.
- Yılmaz Orhan, B.Z. (2022). Merkeziyetsiz otonom organizasyonlar, kurumsal yönetim ve blokzincir. *Maltepe Üniversitesi Hukuk Fakültesi Dergisi*, 2: 153-164.
- Yücebalkan, B. ve Aksu, B. (2018). Geleceğin işgücü olarak Z kuşağının dijital teknolojiye yönelik tutumları. *Current Academic Studies In Social Sciences* içinde (469-488). Ankara: Gece Kitablığı.
- Yüksel, Ö. ve Erkutlu, H. (2003). Personeli güçlendirme. *Gazi Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 5(1): 131-142.

Yülek, M.A. (2022). SanayileŖme, <https://ansiklopedi.tubitak.gov.tr/ansiklopedi/sanayilesme>. (10.11.2023).



BİBLİYOGRAFYA

Buer, M. C. (1926). Health, Wealth and Population in the Early Days of the Industrial Revolution, 1760–1815 (London: George E. Routledge & Sons), s. 30



EKLER

EK 1: Etik Kurul Raporu



T.C.
BARTIN ÜNİVERSİTESİ REKTÖRLÜĞÜ
Sosyal ve Beşeri Bilimler Etik Kurulu



Sayı : E-23688910-050.01.04-2100051088
Konu : Sosyal ve Beşeri Bilimler Etik Kurulu
Onay Formu

30.06.2021

Protokol No:	2021-SBB-0298
Araştırmanın Başlığı:	Üretim Ve Lojistikte Akıllı Dönüşüm Kapsamında İşletmelerin Endüstri 4.0 Olgunluk Düzeylerinin Değerlendirilmesi: TR81 Bölgesinde Bir Uygulama
Proje Yürütücüsü:	İlknur Asar
Başvuru Formunun Geliş Tarih:	17.06.2021
Karar Tarihi:	30.06.2021
Toplantı No:	12

Başvuru dosyasında etik sorun oluşturabilecek sorular/maddeler, süreçler ya da unsurlar bulunmadığından 30.06.2021 tarihli ve 12 numaralı toplantıda 2021-SBB-0298 numaralı başvuruya araştırma için ETİK KURUL ONAY belgesinin verilmesine oy birliği ile karar verilmiştir.

EK 2: Uygulama Anketi

ÜRETİM VE LOJİSTİKTE AKILLI DÖNÜŞÜM KAPSAMINDA İŞLETMELERİN ENDÜSTRİ 4.0 OLGUNLUK DÜZEYLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ: TR81 BÖLGESİNDE BİR UYGULAMA

Değerli Katılımcı,

Bu anket, bir bilimsel çalışmaya veri desteği sağlamak amacıyla hazırlanmıştır. Amacımız, TR81 Bölgesi'nde bulunan Bartın, Karabük ve Zonguldak illerindeki Organize Sanayi Bölgeleri'nde faaliyet gösteren işletmelerin üretim ve lojistikte akıllı dönüşüm kapsamında Endüstri 4.0 olgunluk düzeylerinin değerlendirilmesidir.

Cevaplarınıza ilişkin gizlilik kesin bir şekilde sağlanacak ve toplanan veriler yalnızca bilimsel araştırma amacıyla kullanılacaktır.

Değerli zamanınızı ayırarak vereceğiniz destek ve araştırmamıza yapacağınız önemli katkıdan dolayı şimdiden çok teşekkür ederiz.

İlknur ASAR

Bartın Üniversitesi Lisansüstü Eğitim
Enstitüsü

Prof. Dr. Şaban ESEN

Bartın Üniversitesi İ.İ.B.F Fakültesi Dekanı

Firmanızın NACE kodu nedir?
Firmanızdaki toplam çalışan sayısı nedir?
Firmanızda çalışanların eğitim durumuna göre ayrımı nasıldır?
Doktora: Yüksek Lisans: Lisans: Ön Lisans: Lise: Meslek Lisesi: İlköğretim:
Firmanızda çalışan mühendis sayısı nedir?
Firmanızda Ar-Ge departmanınız var mı?
☐ Evet ☐ Hayır
Ar-Ge çalışanınız var mıdır? Varsa kaç personel olduğunu belirtiniz.
Endüstri 4.0 alanında çalışan/çalışabilecek mühendis veya çalışanınız var mıdır? (yazılım, elektronik, mekatronik vb.) Varsa açıklayınız.
Firmanızın Sektörü Nedir?
☐ Demir-Çelik ☐ Orman Ürünleri ☐ Plastik Makine Metal ☐ Enerji ☐ Maden ☐ Gıda ☐ Tarım ☐ Turizm ☐ Diğer.....(belirtiniz)
Firmanızın son 3 yıl içerisindeki ortalama cirosu (TL) nedir?
☐ 0 – 1.000.000 ☐ 1.000.001 – 8.000.000 ☐ 8.000.001 – 20.000.000 ☐ 20.000.001 – 30.000.000 ☐ 30.000.001 – 40.000.000 ☐ 40.000.001 ve üzeri
Lütfen Son 5 yıldaki kârlılık trendinizi belirtiniz.
☐ Artışta ☐ Azalışta ☐ Sabit ☐ Diğer
Firmanızın faaliyet kapsamı nedir?
☐ Yerel/ Bölgesel Ölçekte

☐ Ulusal Ölçekte ☐ Uluslararası Ölçekte ☐ Dünya Ölçeğinde										
1. STRATEJİ										
1.1. Şirket vizyonunuz nedir?										
1.2. Şirket misyonunuz nedir?										
1.3. Şirket stratejiniz (yazılı, yazılı olmayan, kısa/uzun vadeli hedefler) var mıdır? Varsa belirtiniz.										
1.4. Tanımlı stratejik hedefleriniz varsa üst ve orta yöneticileriniz ve çalışanlarınız tarafından bilinmekte midir? Cevabınız evetse açıklayınız.										
1.5. Tanımlı Ar-Ge ve İnovasyon stratejik hedef(ler)iniz var mıdır? Varsa belirtiniz.										
1.6. Tanımlı bir Endüstri 4.0 stratejisi hedefleriniz arasında var mıdır? Varsa belirtiniz.										
2. ORGANİZASYON YAPISI										
2.1. Çalışanlarınızın uygulanabilir iş tanımları (yazılı, sözlü, tanımlı, usta-çırak ilişkisi) var mıdır? Varsa belirtiniz.										
Mevcut Durum						Firma İçin Önemi				
5=Sık sık 1=Hiç Yapılmıyor						5=Çok Önemli 1=Hiç Önemli Değil				
5	4	3	2	1	2.2. Çalışanlarınız işletme hedefleri dâhilinde proje bazlı disiplinler arası çalışmalarda ne sıklıkla yer almaktadır. Çalışanlarınızın proje bazlı disiplinler arası çalışmalarda bulunması ne derecede önemlidir?	5	4	3	2	1
5	4	3	2	1	2.3. Çalışanlarınız ne sıklıkla farklı departmanlarda çalışmakta ve yetkinlik geliştirmektedir. Çalışanlarınızın farklı departmanlarda çalışması ve yetkinlik geliştirmesi ne derecede önemlidir?	5	4	3	2	1
5=Yüksek 1= Düşük						5=Çok Önemli 1=Hiç Önemli Değil				
5	4	3	2	1	2.4. İşletmenizde çalışanlarınızın operasyonel süreçlerde karar/inisiyatif alma düzeyi nedir?	5	4	3	2	1
5	4	3	2	1	2.5. Çalışanlarca alınan kararların merkezi yönetim kararlarına etki düzeyi nedir?	5	4	3	2	1
5	4	3	2	1	2.6. Çalışanlarınızın hatalarının işletme operasyonlarına etki düzeyi nedir?	5	4	3	2	1
5	4	3	2	1	2.7. Akıllı fabrika/ürün/üretim gibi kavramlar konusunda firma yöneticilerinin bilgi düzeyi nedir?	5	4	3	2	1
2.8. Organizasyonunuzda yeni teknolojiler ile ilgili eğitimler verilmekte midir? Cevabınız evetse örnek veriniz.										
2.9. İşletmenizde geri bildirim mekanizmalarınız (müşteri, çalışan, pazar, rakip vb.) var mıdır? Varsa										

belirtiniz.												
5=Sık sık 1= Hiç Yapılmıyor								5=Çok Önemli 1=Hiç ÖnemliDeğil				
5	4	3	2	1	2.10. İşletmede müşterilerden ne sıklıkla geri bildirim alınmaktadır?			5	4	3	2	1
5	4	3	2	1	2.11. Müşterilerden alınan geri bildirimler ürün geliştirme süreçlerinde ne sıklıkla kullanılmaktadır?			5	4	3	2	1
2.12. Organizasyon yapınızın hızlı veya esnek üretim metodolojileri için uygunluğunu değerlendiriniz.												
5=Sık sık 1= Hiç Yapılmıyor								5=Çok Önemli 1=Hiç ÖnemliDeğil				
5	4	3	2	1	2.13. Müşterilerinizin (B2B veya B2C) taleplerini/problemleri belirli teknolojiler ve yön-temler kullanmak suretiyle ne düzeyde yerine getirebilmekte/çözüm bulabilmektesiniz?			5	4	3	2	1
5	4	3	2	1	2.14. Değişen pazar koşullarına uyum sağlama yetkinlik düzeyiniz nedir?			5	4	3	2	1
2.15. İşletmede çalışanlarınızın yenilikçiliklerini geliştirebilecekleri uygun ortam(lar) var mıdır? (Esnek saat uygulaması, inisiyatif alma gibi) Varsa belirtiniz.												
2.16. İşletmede çalışanlarınızın özgüvenlerini arttırmaya yönelik teşvik edici motivasyon sistemleri var mıdır? Varsa belirtiniz.												
2.17. Bu bölümdeki sorular ışığında iyileştirmeler yapmayı planlıyor musunuz? Cevabınız evetse örnek veriniz.												
3. KAYNAKLAR												
3.1. Finansal Altyapı												
3.1.1. Yeni teknolojilere yatırım yapmak için ayırabileceğiniz finansman/kredi imkânı mevcut mu?												
3.1.2. Çalışma alanınızın dışındaki sektörlere yatırım yapmayı düşünür müsünüz? Cevabınız evetse örnek veriniz.												
3.2. İnsan Kaynakları												
5=Yüksek 1= Düşük								5=Çok Önemli 1=Hiç ÖnemliDeğil				
5	4	3	2	1	3.2.1. Çalışanlarınız arasındaki yatay formal iletişim kanalları ne düzeydedir?			5	4	3	2	1
5	4	3	2	1	3.2.2. Çalışanlarınız arasındaki dikey formal iletişim kanalları ne düzeydedir?			5	4	3	2	1
3.3. Fiziksel Altyapı												
3.3.1. Operasyonlarınızdan haberleşme portları sayesinde veri çekebiliyor musunuz? Cevabınız evetse örnek veriniz.												

3.3.2. Endüstri 4.0 ile uyumlu makineleriniz mevcut mu? (Başında insan bulunmadan çalışabiliyor mu?)										
5=Yüksek 1= Düşük						5=Çok Önemli 1=Hiç ÖnemliDeğil				
5	4	3	2	1	3.3.3. Cihazlarınızın haberleşme portlarını kullanma düzeyiniz nedir?	5	4	3	2	1
5	4	3	2	1	3.3.4. Makinelerinizle mevcut durumlarıyla veya sensör entegre edilmiş halleriyle veri toplanması konusundaki bilgi düzeyiniz nedir?	5	4	3	2	1
5	4	3	2	1	3.3.5. Üretim öncesi ve üretim süreçlerinde makinalar tarafından, bağımsız ve otomatik olarak, hata tespit ve kalibrasyon yapılmakta mıdır?	5	4	3	2	1
3.3.6. Üretim ile ilgili operasyonel süreçlerinizde sensör kullanıyor musunuz? Cevabınız evetse örnek veriniz.										
5=Yüksek 1= Düşük						5=Çok Önemli 1=Hiç ÖnemliDeğil				
5	4	3	2	1	3.3.7. Çalışanlarınız dijital araçlar (sensör vb.) tarafından üretilen verileri stratejik karar almada kullanabilmekte midir?	5	4	3	2	1
5	4	3	2	1	3.3.8. Üretim süreçleri akıllı sensörler/RFID ile takip edilip toplanan veri otomatik olarak karar destek sistemlerini besleyecek şekilde dönüştürülmekte midir?	5	4	3	2	1
3.3.9. Çalışanlar ile makinalar arasında bilgi transferi sağlayacak ara elemanlar/sistemler (donanım, kablolu bağlantı sistemleri vb.) var mıdır?										
3.4. Lojistik Altyapı										
5=Yüksek 1= Düşük						5=Çok Önemli 1=Hiç ÖnemliDeğil				
5	4	3	2	1	3.4.1. Tedarikçilerle entegre sistemler kullanma düzeyiniz nedir?	5	4	3	2	1
5	4	3	2	1	3.4.2. Üretim ve teslimat planlamasında eşgüdüm düzeyiniz nedir?	5	4	3	2	1
5	4	3	2	1	3.4.3. Gerçek zamanlı sipariş takibi yapma düzeyiniz nedir?	5	4	3	2	1
5	4	3	2	1	3.4.4. Sevkiyatlarda yük, rota, maliyet optimizasyonunda gelişmiş yöntemler kullanma	5	4	3	2	1

					düzeğiniz nedir?							
5	4	3	2	1	3.4.5. Sevkiyat yönetimi ve takibinde otomasyon düzeyiniz nedir?	5	4	3	2	1		
5	4	3	2	1	3.4.6. Saha/depodaki malların yönetiminde otomasyon düzeyiniz nedir?	5	4	3	2	1		
5	4	3	2	1	3.4.7. Giriş-çıkışların, stok seviyelerinin gerçek zamanlı takibini yapma düzeyiniz nedir?	5	4	3	2	1		
5	4	3	2	1	3.4.8. Stok/ürün transferlerinde otonom robot kullanma düzeyiniz nedir?	5	4	3	2	1		
5	4	3	2	1	3.4.9. Paketlemenin tam otomatik makinelerle yapılmasını sağlama düzeyiniz nedir?	5	4	3	2	1		
3.4.10. Bu bölümdeki sorular ışığında iyileştirmeler yapmayı planlıyor musunuz? Cevabınız evetse örnek veriniz.												
4. BİLGİ SİSTEMLERİ												
4.1. Veri Entegrasyonu												
4.1.1. Firmanızda veritabanı yönetim sistemi var mıdır? Varsa belirtiniz.												
4.1.2. Firmanızda ERP gibi yazılımlar kullanılmakta mıdır? Cevabınız evetse örnek veriniz.												
5=Yüksek					1= Düşük						5=Çok Önemli	1=Hiç ÖnemliDeğil
5	4	3	2	1	4.1.3. Bilişim sistemlerini etkin olarak kullanma düzeyi nedir?	5	4	3	2	1		
5	4	3	2	1	4.1.4. Farklı birimlerde üretilen verilerin entegrasyon düzeyi nedir?	5	4	3	2	1		
5	4	3	2	1	4.1.5. Bilgi kaynaklarından üretilen verilerin standartlaşma düzeyi nedir?	5	4	3	2	1		
5	4	3	2	1	4.1.6. Kurumunuzda siber güvenlik için alınan tedbir düzeyi nedir?	5	4	3	2	1		
5=Sık Sık 1= Hiç Yapılmıyor										5=Çok Önemli	1=Hiç ÖnemliDeğil	
5	4	3	2	1	4.1.7. Bilgi teknolojilerinin kullanıldığı süreçlerde kullanıcı tanımlama, yönetici kullanıcı ayırımı ve veri akışı sağlanma (IEC62443 standardı vb.)düzeyi nedir?	5	4	3	2	1		
5	4	3	2	1	4.1.8. Firma faaliyetleri kapsamında yürütülen	5	4	3	2	1		

					operasyonların (lojistik, üretim, pazarlama vb.) sorumlularına (yönetici, operatör vb.) operasyonun işleyişi ve kritik süreçleri hakkında yazılım uygulamaları vasıtasıyla ne düzeyde otomatik bilgilendirme yapılmaktadır?					
4.2. Karar Alma Süreçlerinde Veri Kullanımı										
5=Yüksek 1= Düşük						5=Çok Önemli 1=Hiç ÖnemliDeğil				
5	4	3	2	1	4.2.1. İşletme fonksiyonlarından (üretim, lojistik, servis, Ar-Ge ve pazarlama) operasyonlarından anlık veri çekebilme düzeyi nedir?	5	4	3	2	1
5	4	3	2	1	4.2.2. İşletme fonksiyonlarından anlık veri çekilebiliyorsa, çekilen verilerin gerçek zamanlı olarak izlenebilme düzeyi nedir?	5	4	3	2	1
5	4	3	2	1	4.2.3. Üretilen verileri anlamlı hale getirip, planlamada kullanma düzeyi nedir?	5	4	3	2	1
5	4	3	2	1	4.2.4.Üretilen verileri görev bazlı kullanma düzeyi nedir?	5	4	3	2	1
5=Sık Sık 1= Hiç Yapılmıyor						5=Çok Önemli 1=Hiç ÖnemliDeğil				
5	4	3	2	1	4.2.5. Çalışanlarınızın veri girişi yapması adına, kişiselleştirilmiş (işaret, sesli komut vb.) yöntemleri kullanma sıklığı nedir?	5	4	3	2	1
4.2.6 Fiziki server, bulut tabanlı server, sistem yedekleme bilgisi (NAS vb.) gibi bilgi teknolojileri alt yapısına sahip misiniz?										
5=Yüksek 1= Düşük						5=Çok Önemli 1=Hiç ÖnemliDeğil				
5	4	3	2	1	4.2.7 İşletme verilerine uzaktan erişim etkinlik düzeyiniz nedir?	5	4	3	2	1
4.2.8 Bu bölümdeki sorular ışığında iyileştirmeler yapmayı planlıyor musunuz? Cevabınız evetse örnek veriniz										
5. KÜLTÜR										
5=Yüksek 1= Düşük						5=Çok Önemli 1=Hiç ÖnemliDeğil				
5	4	3	2	1	5.1. Şirket fonksiyonlarının işletilmesinde çalışan hatalarını telafi etmeye yönelik mekanizmaların firma içi yayılma düzeyi nedir?	5	4	3	2	1

5	4	3	2	1	5.2. Çalışanlarınızın yeni bir uygulamaya/yönteme adapte olma düzeyi nedir?	5	4	3	2	1
5	4	3	2	1	5.3. Çalışanlarınızın bilişim teknolojilerine(veri kaydı, transferi, manipülasyonu, kullanımı ve yorumlaması için geliştirilmiş teknolojiler) yönelik yetkinlik düzeyi nedir?	5	4	3	2	1
5	4	3	2	1	5.4. Firma operasyonlarında yaşanan problemlerin sebepleri firma içerisinde ne düzeyde yayılmaktadır?	5	4	3	2	1
5	4	3	2	1	5.5. Çalışanlarınızın bilgi sistemlerinin aldığı kararlara olan güven düzeyi nedir?	5	4	3	2	1
5	4	3	2	1	5.6. Çalışanlarınız ne sıklıkta yeni yetkinlikler geliştirilmesine yönelik yönetime eğitim talepleri iletmektedir?	5	4	3	2	1
5	4	3	2	1	5.7. Çalışanlarınızdan işletmenin sektörü ile alakalı küresel yenilikler konusunda işletme yapısının/aksiyonlarının değiştirilmesine yönelik ne sıklıkta teklifler gelmektedir?	5	4	3	2	1
5	4	3	2	1	5.8. Çalışanlarınızın geri bildirimlerine göre ne sıklıkta şirket stratejisi ve işleyişine yönelik acil/hızlı kararlar alınmaktadır?	5	4	3	2	1
5.9. Bu bölümdeki sorular ışığında iyileştirmeler yapmayı planlıyor musunuz? Cevabınız evetse örnek veriniz.										
6. ENDÜSTRİ 4.0'A GENEL BAKIŞ VE ENGELLER										
6.1. İşletmelerin Endüstri 4.0 teknolojilerini kullanmayı tercih etme sebepleri sizce nelerdir?										
6.2. İşletmelerin Endüstri 4.0 teknolojilerini kullanmaya yönelik fikirleri rakiplerinin Endüstri 4.0'a yönelik fikirlerinden ve uygulamalarından etkileniyor mu?										
6.3. Endüstri 4.0 teknolojilerinin kullanılmasını kolaylaştırıcı ve zorlaştırıcı faktörler sizce nelerdir? Endüstri 4.0 kullanımını zorlaştırıcı faktörler dijital dönüşümün etkin olarak gerçekleşmesini geciktiriyor olabilir mi?										
6.4. Endüstri 4.0 teknolojilerindeki temel faydalar sizce nelerdir?										
6.5. Endüstri 4.0 teknolojilerini kullanan işletmelerin belirgin, ortak özellikleri sizce nedir?										
6.6. Aşağıda verilen ifadeleri Endüstri 4.0 teknolojilerinin işletmelerde kullanılmasının önündeki engeller										

açısından değerlendiriniz.					
5= Son derece önemli bir engeldir 1=Hiç önemli değil					
6.6.1. Yatırım maliyetinin yüksek olması	5	4	3	2	1
6.6.2. Yatırımın geri dönüşünün belirsizliği	5	4	3	2	1
6.6.3. Gerekli finansmanı sağlamanın zor olması	5	4	3	2	1
6.6.4. Teknoloji alt yapısının yetersizliği	5	4	3	2	1
6.6.5. Yerel tedarikçi eksikliği	5	4	3	2	1
6.6.6. Dijital teknolojiler hakkında bilgi eksikliği	5	4	3	2	1
6.6.7. Nitelikli insan kaynağının yetersizliği	5	4	3	2	1
6.6.8. Üst yönetimin Endüstri 4.0 teknolojilerini öncelik olarak görmemesi	5	4	3	2	1
6.6.9. Veri güvenliği riski	5	4	3	2	1



ÖZGEÇMİŞ





