



**DİJİTAL VE YEŞİL TEDARİK ZİNCİRİ
SÜRECİNDE ANALİTİK MODELLEME VE
KARAR DESTEK SİSTEMİ**

Deniz MERDİN

**2022
DOKTORA TEZİ
ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ**

**Tez Danışmanı
Prof. Dr. Filiz ERSÖZ**

**DİJİTAL VE YEŞİL TEDARİK ZİNCİRİ SÜRECİNDE ANALİTİK
MODELLEME VE KARAR DESTEK SİSTEMİ**

Deniz MERDİN

**T.C.
Karabük Üniversitesi
Lisansüstü Eğitim Enstitüsü
Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalında
Doktora Tezi
Olarak Hazırlanmıştır**

**Tez Danışmanı
Prof. Dr. Filiz ERSÖZ**

**KARABÜK
Temmuz 2022**

Deniz MERDİN tarafından hazırlanan “DİJİTAL VE YEŞİL TEDARİK ZİNCİRİ SÜRECİNDE ANALİTİK MODELLEME VE KARAR DESTEK SİSTEMİ” başlıklı bu tezin Doktora Tezi olarak uygun olduğunu onaylarım.

Prof. Dr. Filiz ERSÖZ

.....

Tez Danışmanı, Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı

Prof. Dr. Harun TAŞKIN

.....

Tez Eş Danışmanı, Sakarya Üniversitesi Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı

Bu çalışma, jürimiz tarafından Oy Birliği ile Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalında Doktora tezi olarak kabul edilmiştir. 04/07/2022

Ünvanı, Adı SOYADI (Kurumu)

İmzası

Başkan : Prof. Dr. Cevriye GENCER (GÜ)

.....

Üye : Prof. Dr. Filiz ERSÖZ (KBÜ)

.....

Üye : Prof. Dr. Harun TAŞKIN (SÜ)

.....

Üye : Prof. Dr. Mehmet KABAK (GÜ)

.....

Üye : Prof. Dr. Ufuk CEBECİ (İTÜ)

.....

Üye : Doç. Dr. Çağrı KOÇ (ASBÜ)

.....

Üye : Doç. Dr. Taner ERSÖZ (KBÜ)

.....

KBÜ Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Yönetim Kurulu, bu tez ile, Doktora derecesini onamıştır.

Prof. Dr. Hasan SOLMAZ

.....

Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Müdürü



“Bu tezdeki tüm bilgilerin akademik kurallara ve etik ilkelere uygun olarak elde edildiğini ve sunulduğunu; ayrıca bu kuralların ve ilkelerin gerektirdiği şekilde, bu çalışmadan kaynaklanmayan bütün atıfları yaptığımı beyan ederim.”

Deniz MERDİN

ÖZET

Doktora Tezi

DİJİTAL VE YEŞİL TEDARİK ZİNCİRİ SÜRECİNDE ANALİTİK MODELLEME VE KARAR DESTEK SİSTEMİ

Deniz MERDİN

Karabük Üniversitesi

Lisansüstü Eğitim Enstitüsü

Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı

Tez Danışmanı:

Prof. Dr. Filiz ERSÖZ

Tez Eş Danışmanı:

Prof. Dr. Harun TAŞKIN

Temmuz 2022, 284 sayfa

Günümüzde gelişen teknolojiler ve müşteri beklentilerinin değişmesi, işletmeler için iş ve iş modellerinde inovasyonu zorunlu kılmıştır. İşletmelerin bütün paydaşlarının ve sistemlerinin anlık olarak haberleşebildiği, çok daha hızlı geri dönüş olarak çözüm üretebildiği, daha etkili tahmin becerisine sahip, teknolojilerle donatılmış, müşteri odaklı bir sistem geliştirilmesi ihtiyacı doğmuştur. Bu nedenle işletmelerin sürdürülebilirliğini sağlamak için üretim ve yönetim süreçlerinin dijital, yalın ve çevik hale getirilmesi gerekmektedir. Bu çalışmada Türkiye'deki işletmelerin dijital dönüşümdeki mevcut durumunu belirlemek ve çevresel faktörlerin dijital olgunluğa olan etkisini ölçmek amaçlanmaktadır. Bu amaçla çalışmada “Sürdürülebilir İşletme Olgunluk Modeli (Sustainable Enterprise Maturity Model (SEMM))” geliştirilmiştir. Geliştirilen model 417 üretim işletmesine uygulanarak analiz sonuçları verilmiştir.

Ayrıca çalışmada geliştirilen dijital olgunluk modeli ile simülasyon tabanlı yeşil karar destek sistemi tasarlanarak bir mobilya işletmesinde kullanılmıştır. Çalışmada bir mobilya işletmesinin dijital olgunluk tespiti, tedarik zincirini kapsayan yeşil ve dijital bir karar destek sisteminin kurulması ve işletme özelinde strateji ve üretim süreçleri iyileştirmek için öneriler sunulurken, önerilen süreç iyileştirmelerinin mevcut sistem üzerindeki etkisi araştırılmıştır.

Çalışma sonuçları Türkiye'nin dijital olgunluk seviyesinin “*Araştıran*” seviyesinde olduğu (2,43) ve sürdürülebilir faaliyetlerin değerlendirilmesinin; dijital olgunluğa olan etkisi ve karar verme süreçlerinde simülasyon gibi araçlardan faydalanmanın, üretim süreçlerinin olgunluğunu belirleme ve çevresel sürdürülebilirliğini tespit etme açısından avantaj sağladığı görülmüştür. Ayrıca mobilya işletmesinin tespit edilen üretim performansı ve kalitesi, önerilen süreç iyileştirmeleri ile arttırılmıştır.

Anahtar Sözcükler : Dijital olgunluk, dijital dönüşüm, açıklayıcı faktör analizi, ölçek geliştirme, gri ilişkisel analiz, simülasyon, yeşil karar destek sistemi, sistem iyileştirme, dijital yol haritası

Bilim Kodu : 90607, 90612, 90615

ABSTRACT

Ph. D. Thesis

ANALYTICAL MODELING AND DECISION SUPPORT SYSTEM IN THE DIGITAL AND GREEN SUPPLY CHAIN PROCESS

Deniz MERDİN

**Karabük University
Institute of Graduate Programs
Department of Industrial Engineering**

Thesis Advisor:

Prof. Dr. Filiz ERSÖZ

Second Thesis Advisor:

Prof. Dr. Harun TAŞKIN

July 2022, 284 pages

At present, developing technologies and changing customer expectations have necessitated innovation in business and business models for enterprises. The need to develop a customer-oriented system, equipped with technologies, with which all stakeholders and systems of enterprises can communicate instantly, provide solutions by getting much faster feedback, has more effective forecasting skills, has arisen. Therefore, it is necessary to make production and management processes digital, lean, and agile in order to ensure the sustainability of enterprises. In this study, it is purposed to determine the current status of enterprises in Turkey in digital transformation and to measure the effect of environmental factors on digital maturity. For this purpose, the Sustainable Enterprise Maturity Model (SEMM) was developed in this study. The analysis results are given by applying the developed model to 417

production enterprises. In addition, the digital maturity model developed in the study and a simulation-based green decision support system were designed and used in a case study together. In the study, it is also aimed to determine the digital maturity of a furniture enterprise, to establish a green decision support system covering the supply chain, and to see the effect of the proposed process improvements by presenting business-specific strategy suggestions and production process improvement suggestions. The results of the study indicate that the digital maturity in Türkiye is at the "**Researcher**" level (2,43) and that it is advantageous to benefit from such instruments as sustainability and simulation while determining digital maturity. In addition, the performance and quality of the furniture enterprise has been increased upon the proposed process improvements.

Key Word : Digital maturity, digital transformation, explanatory factor analysis, scale development, grey relational analysis (GRA), simulation, green decision support system, system improvement, digital roadmap

Science Code : 90607, 90612, 90615

TEŞEKKÜR

Lisans ve lisansüstü eğitim hayatım boyunca bana yol gösteren, her konuda bana destek olan ve akademik gelişimimde çok büyük katkısı olan danışman hocam Prof. Dr. Filiz ERSÖZ'e sonsuz teşekkür ve şükranlarımı sunarım.

Tezin eş danışmanlığını üstlenen Prof. Dr. Harun TAŞKIN'a, desteklerini hiç esirgemeyen değerli tez izleme komite üyelerim, Prof. Dr. Mehmet KABAK'a ve Doç. Dr. Taner ERSÖZ'e teşekkür ve saygılarımı sunarım.

Geliştirilen dijital olgunluk modeline katılım sağlayan tüm işletme yönetici ve çalışanları ile KOSGEB (T.C. Küçük ve Orta Ölçekli İşletmeleri Geliştirme ve Destekleme İdaresi Başkanlığı), Kastamonu ve Tokat TSO (Ticaret ve Sanayi Odası), başta olmak üzere, modele katılım sağlanması hususunda destek olan herkese değerli katkılarından dolayı teşekkür ederim. Ayrıca doktora tezim boyunca beni destekleyen TÜBİTAK BİDEB'e de teşekkürlerimi sunarım.

Çalışma sürekliliğimi sağlayan Doç. Dr. Murat SEYFİ, Öğr. Gör. Ömer Faruk ACAR, Osman Furkan GÜNEY, Öğr. Gör. Yasemin SAĞLAMCI, Öğr. Gör. Gonca SOYSAL başta olmak üzere, tüm çalışma arkadaşlarıma da teşekkürü bir borç bilirim.

Hayatım boyunca benim arkamda olan, kararlarıma saygı duyan, en büyük motivasyon kaynağım, arkamda her zaman desteğini hissettiğim canım aileme de sonsuz teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

Sayfa

KABUL	ii
ÖZET.....	iv
ABSTRACT.....	vi
TEŞEKKÜR.....	viii
İÇİNDEKİLER	ix
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	xiii
ÇİZELGELER DİZİNİ	xvi
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	xix
BÖLÜM 1	1
GİRİŞ	1
BÖLÜM 2	3
DİJİTAL DÖNÜŞÜM.....	3
2.1. DİJİTAL DÖNÜŞÜM İLE İLİŞKİLİ KAVRAMLAR	3
2.1.1. Sayısallaştırma, Dijitalleşme ve Dijital Dönüşüm	3
2.1.2. Endüstriyel Devrimler, Endüstri 4.0 ve İlişkili Kavramlar	6
2.1.3. Dijital Dönüşüm ve Endüstriyel Devrimler Arasındaki İlişki	12
2.1.4. Akıllı Fabrika ve İlişkili Kavramlar	13
2.2. DİJİTAL DÖNÜŞÜME YOL AÇAN PİYASA UNSURLARI	14
2.3. DİJİTAL DÖNÜŞÜMÜN FIRSAT VE TEHDİTLERİ	17
2.4. DİJİTAL OLGUNLUK MODELİ	22
2.5. DÜNYA VE TÜRKİYE'DEN BAŞARILI DİJİTAL DÖNÜŞÜM UYGULAMA ÖRNEKLERİ.....	23
BÖLÜM 3	29
TEDARİK ZİNCİRİNDE DİJİTAL DÖNÜŞÜM	29
3.1. DİJİTAL TEDARİK ZİNCİRİ.....	29

Sayfa

3.2.	DİJİTAL TEDARİK ZİNCİRİNDE SİBER FİZİKSEL ÜRETİM AĞI	33
3.3.	DİJİTAL TEDARİK ZİNCİRİ UYGULAMALARI	35
3.4.	SÜRDÜRÜLEBİLİR VE YEŞİL TEDARİK ZİNCİRİ UYGULAMALARI	40
3.4.1.	Avrupa Yeşil Mutabakatı	42
3.4.2.	Geri Kazanım Faaliyetleri	43
3.4.3.	Yenilenebilir Enerji	44
3.4.4.	Yeşil Bina Konsepti / Yeşil Bina Sertifikası	46
3.4.5.	Diğer Sürdürülebilirlik Uygulamaları	47
3.5.	DİJİTAL TEDARİK ZİNCİRİNE GEÇİŞ YOL HARİTASI	48
BÖLÜM 4		52
DİJİTAL DÖNÜŞÜMÜN VE OLGUNLUK MODELİNİN LİTERATÜRDEKİ GELİŞİMİ		52
4.1.	ENDÜSTRİ 4.0 VE DİJİTAL DÖNÜŞÜM	52
4.2.	DİJİTAL SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK	58
4.3.	DİJİTALLEŞME ÖLÇEĞİ GELİŞTİRME	59
4.4.	DİJİTAL OLGUNLUK MODELİ	60
4.5.	DİJİTAL YOL HARİTASI BELİRLEME	63
4.6.	DİJİTAL SİSTEM TASARIMI	64
4.7.	DİJİTAL TEDARİK ZİNCİRİ	68
4.8.	DİJİTALLEŞMENİN ÇEVRESEL BOYUTU	70
BÖLÜM 5		75
ARAŞTIRMA METODOLOJİSİ		75
5.1.	SÜRDÜRÜLEBİLİR İŞLETME OLGUNLUK MODELİ (SUSTAINABLE ENTERPRISE MATURITY MODEL - SEMM) METODOLOJİSİ	75
5.2.	SEMM'İN GELİŞTİRİLMESİ	78
5.2.1.	SEMM Ölçeklerinin Oluşturulması	78
5.2.2.	SEMM'de Kullanılan Kavramların Sınıflandırılması	82
5.2.3.	SEMM'in Sınıflandırılması	83

5.3.	SEMM DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİNİN BELİRLENMESİ.....	88
5.3.1.	SEMM Olgunluk Seviyelerinin Belirlenmesi	88
5.3.2.	SEMM Hesaplamasal Formülün Geliştirilmesi	90
5.4.	ÖRNEKLEM VE VERİ TOPLAMA.....	94
5.4.1.	Modelin Güvenilirliği ve Geçerliğinin Araştırılması.....	94
5.4.2.	Değerlendirme Ölçütlerinin Doğrulanması.....	104
5.4.3.	Model Örneklem Büyüklüğü Hesaplama.....	104
5.4.4.	Araştırma Verilerinin Toplanması	106
5.5.	SEMM ANALİZ YÖNTEMİ.....	107
5.6.	SİMÜLASYON MODELLEME METODOLOJİSİ	107
BÖLÜM 6		109
SEMM TÜRKİYE PROFİL ANALİZİ SONUÇLARI		109
6.1.	TANIMLAYICI İSTATİSTİKLER	109
6.2.	BOYUTLAR BAZINDA ANALİZ SONUÇLARI	115
6.2.1.	Strateji	115
6.2.2.	Müşteriler	117
6.2.3.	Çalışanlar.....	122
6.2.4.	Süreç Yönetimi.....	124
6.2.5.	Teknoloji ve Veri Yönetimi	131
6.2.6.	Kurum Kültürü	140
6.2.7.	İnovasyon	147
6.3.	İŞLETMELERİN DİJİTAL OLGUNLUĞUNA YÖNELİK KARŞILAŞTIRMA ANALİZLERİ	158
BÖLÜM 7		190
MOBİLYA İŞLETMESİNDE DİJİTAL YEŞİL KARAR DESTEK SİSTEMİ UYGULAMASI.....		190
7.1.	MOBİLYA İŞLETMESİ SEMM SONUÇLARI.....	190
7.2.	MOBİLYA ÜRETİM FABRİKASININ YEŞİL TEDARİK ZİNCİRİ MODELLEMESİ.....	195
7.2.1.	İşletmenin Tanıtılması.....	195
7.2.2.	Problemin ve Amaçların Tanımlanması.....	196

	<u>Sayfa</u>
7.2.3. Verilerin Toplanması ve Analizi.....	196
7.2.4. Kavramsal ve Mantıksal Modelin Kurulması	198
7.2.5. Modelin Doğrulanması ve Geçerlenmesi.....	201
7.2.6. En Az Tekrar Sayısının Tespit Edilmesi.....	203
7.2.7. Mevcut Sistemin Simülasyon Modeli	203
7.2.8. Önerilen Stratejik Yol Haritası ve Sistem İyileştirmesi.....	207
7.2.9. Alternatif Senaryoların Karşılaştırılması	212
 BÖLÜM 8	 234
SONUÇ	214
KAYNAKLAR	222
 EK AÇIKLAMALAR A. ARAŞTIRMA SONUÇLARI.....	 245
EK AÇIKLAMALAR B. ARENA SİMÜLASYON YAZILIMI EKRAN GÖRÜNTÜLERİ.....	255
EK AÇIKLAMALAR C. SÜRDÜRÜLEBİLİR İŞLETME OLGUNLUK MODELİ (SUSTAINABLE ENTERPRISE MATURITY MODEL (SEMM))	258
 ÖZGEÇMİŞ	 284

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa

Şekil 2.1.	Dijital dönüşüm kapsamındaki işletme dinamikleri	5
Şekil 2.2.	Sanayi devriminin gelişimi	6
Şekil 2.3.	Endüstri 4.0 temel teknolojileri	8
Şekil 2.4.	Siber fiziksel sistemler	12
Şekil 2.5.	İşletmelerin yaygın olarak karşılaştığı engeller.....	19
Şekil 3.1.	Temel tedarik zinciri yapısı	31
Şekil 3.2.	Geleneksel ve dijital tedarik zinciri yapısı	32
Şekil 3.3.	Siber fiziksel üretim ağı yapısı	33
Şekil 3.4.	Tedarik zincirinde dairesel ve lineer ekonomik yapı arasındaki ilişki modeli	41
Şekil 3.5.	Avrupa yeşil mutabakatının faaliyet konuları	42
Şekil 4.1.	CIM dijital senaryolar.....	68
Şekil 5.1.	Dijital olgunluk modeli metodolojisi.....	77
Şekil 5.2.	SEMM boyutlarının kriterleri.....	83
Şekil 5.3.	Değişkenlerin isimlendirilmesinde kullanılan genel çerçeve	85
Şekil 5.4.	Ölçekte yer alan değişkenler ve ifadelerinin dağılımı	86
Şekil 5.5.	SEMM değişkenlerinin sınıflandırılması	87
Şekil 5.6.	SEMM dijital olgunluk seviyeleri	89
Şekil 5.7.	SEMM notasyonları.....	92
Şekil 5.8.	SEMM formülasyonları.....	92
Şekil 5.9.	Ölçeğin geçerlilik ve güvenirlik kriterleri	94
Şekil 5.10.	Örneklem büyüklüğü hesaplama formülü	105
Şekil 6.1.	Katılımcı işletmelerin dijital olgunluk seviyeleri dağılımı.....	113
Şekil 6.2.	Modelin boyutları bazında Türkiye’de dijital olgunluk seviyesi	114
Şekil 6.3.	Strateji ile ilgili maddelere verilen cevapların dağılımı	115
Şekil 6.4.	Strateji boyutunun radar grafiği.....	116
Şekil 6.5.	Müşterilere karşı tutumuyla ilgili maddelere verilen cevapların dağılımı.....	117
Şekil 6.6.	İşletmelerin e-ticaret faaliyetleri düzeyleri dağılımı	118

Şekil 6.7.	İşletmelerin web sitesi faaliyetleri düzeyleri dağılımı.....	119
Şekil 6.8.	İşletmelerin sosyal medya faaliyetleri düzeyleri dağılımı.....	120
Şekil 6.9.	Müşteriler boyutunun radar grafiği	121
Şekil 6.10.	Çalışanlar ile ilgili maddelere verilen cevapların dağılımı.....	122
Şekil 6.11.	Çalışanlar boyutunun radar grafiği.....	123
Şekil 6.12.	İşletme süreçlerinin dijital ortama geçme durumu	125
Şekil 6.13.	Kalite süreci sertifikasyonu dağılımı.....	126
Şekil 6.14.	Çevresel sürdürülebilirlik için yapılan faaliyetlerin dağılımı.....	127
Şekil 6.15.	İşletmelerde kullanılan yenilebilir enerji türleri dağılımı.....	128
Şekil 6.16.	İşletmelerin geri kazanım faaliyetleri dağılımı.....	129
Şekil 6.17.	Geri kazanım faaliyetlerinde bulunan işletmelerin faaliyet türüne göre dağılımı.....	129
Şekil 6.18.	Süreç yönetimi boyutunun radar grafiği.....	130
Şekil 6.19.	Veri kullanımı ve teknoloji altyapısıyla ilgili maddelere verilen cevapların dağılımı	132
Şekil 6.20.	İşletmelerin veri yönetimi faaliyetleriyle ilgili maddelere verilen cevapların dağılımı	132
Şekil 6.21.	Veri yönetim faaliyetlerini ürün/müşteri/kaynak yönetim süreçlerine göre değerlendirilmesi	134
Şekil 6.22.	İşletmelerin kullandıkları teknolojilerin teknoloji türüne göre dağılımı	135
Şekil 6.23.	Teknolojileri kullandığını belirten işletmelerin kullandığı teknolojilere göre dağılımı.....	136
Şekil 6.24.	Simülasyon kullanma durumu yüzdeleri	137
Şekil 6.25.	İşletmelerde simülasyon tabanlı uygulamaların kullanıldığı süreçler	137
Şekil 6.26.	Simülasyon kullanan işletmelerin izlenebilirlik seviyeleri dağılımı	138
Şekil 6.27.	Teknoloji ve veri yönetimi boyutunun radar grafiği	139
Şekil 6.28.	Kurum kültürüne yönelik faaliyetlerin uygulanma düzeyi ilgili maddelere verilen cevapların yüzdesi ve dağılımı	141
Şekil 6.29.	İşletmelerdeki eğitimlere yönelik maddelerin cevaplarının yüzdesi	142
Şekil 6.30.	İşletmelerde düzenlenen eğitim türlerine göre dağılımı	142
Şekil 6.31.	Eğitimlerin sıklık düzeyi	143
Şekil 6.32.	Kurum içi/dışı paylaşım ile ilgili maddelere verilen cevapların yüzdesi	144
Şekil 6.33.	Kurum kültürü boyutunun radar grafiği	145

Şekil 6.34.	Ar-Ge merkezine sahip olma durumu yüzdeleri	147
Şekil 6.35.	Ar-Ge merkezi bulunan işletmelerin Ar-Ge merkezlerinin bulunduğu konuma göre dağılımı.....	147
Şekil 6.36.	Ar-Ge personelinin özellikleriyle ilgili maddelere verilen cevapların yüzdeleri	148
Şekil 6.37.	İşletmelerde bilinen yabancı dillerin dağılımı	149
Şekil 6.38.	Ar-Ge faaliyetleri için ayrılan bütçenin yıllık ciroya yaklaşık oranlarının dağılımı	150
Şekil 6.39.	İşletmelerin inovasyon faaliyetleri	150
Şekil 6.40.	İnovasyon faaliyetlerinin tamamlanma ve başarılı olma düzeyleri dağılımı.....	151
Şekil 6.41.	İşletmelerin inovasyona bakış açısıyla ilgili verilen cevapların dağılımı.....	152
Şekil 6.42.	İşletmelerin kurum/kuruluşlar ile i iş birliği yapma düzeyleri	152
Şekil 6.43.	Hibe ve destek kaynaklarından yararlanma düzeyi	153
Şekil 6.44.	İşletmelerin fikri mülkiyet düzeyleri	154
Şekil 6.45.	İnovasyon odaklılığı ve açık inovasyona bakış açısıyla ilgili maddelere verilen cevapların yüzdesi	155
Şekil 6.46.	İnovasyon boyutunun radar grafiği	156
Şekil 6.47.	İşletme büyüklüklerine göre model boyutlarının dijital olgunluğunun karşılaştırılması.....	159
Şekil 6.48.	Türkiye’de dijital dönüşüm çalışmalarının başlama durumuna göre faaliyet yıllarının boyutlar bazında değerlendirilmesi.....	161
Şekil 6.49.	Çalışan gruplarının farklı beceri gruplarına göre beceri düzeylerinin karşılaştırılması.....	180
Şekil 7.1.	Mobilya işletmesinin SEMM sonuçları.....	191
Şekil 7.2.	Boyutlar bazında işletme SEMM sonuçlarının Türkiye ile karşılaştırılması.....	192
Şekil 7.3.	Sistemin mantıksal modeli	200
Şekil 7.4.	Arena girdi analizi en az tekrar sayısının bulunması.....	203
Şekil 7.5.	Mevcut durum sistem görüntüsü	204
Şekil 7.6.	Mevcut durum üretim çıktıları.....	205
Şekil 7.7.	Yeşil karar destek sistemi değişkenleri ve hesaplamaları	206
Şekil 7.8.	Üretim çıktıları karşılaştırma.....	212

ÇİZELGELER DİZİNİ

Sayfa

Çizelge 4.1.	Türkiye’de dijital dönüşümün kilometre taşlar	54
Çizelge 5.1.	Literatürde geliştirilen dijital olgunluk modelleri	79
Çizelge 5.2.	SEMM’in boyutları ve açıklamaları	82
Çizelge 5.3.	Değişkenlerin istatistiksel değerleri	96
Çizelge 5.4.	Açıklayıcı faktör analizi (EFA) sonuçları	97
Çizelge 5.5.	Strateji (S) ölçeğinin faktör yükleri ve faktörlerin güvenilirlik analizi sonuçları	98
Çizelge 5.6.	Müşteriler (M) ölçeğinin faktör yükleri ve faktörlerin güvenilirlik analizi sonuçları.....	99
Çizelge 5.7.	Teknoloji ve veri yönetimi (T) ölçeğinin faktör yükleri ve faktörlerin güvenilirlik analizi sonuçları	100
Çizelge 5.8.	Kurum kültürü (KK) ölçeğinin faktör yükleri ve faktörlerin güvenilirlik analizi sonuçları	101
Çizelge 5.9.	İnovasyon (Y) ölçeğinin faktör yükleri ve faktörlerin güvenilirlik analizi sonuçları.....	102
Çizelge 5.10.	Analiz özet sonuçları	104
Çizelge 5.11.	Veri hata türleri analizi	106
Çizelge 6.1.	İşletmelerin sosyo-ekonomik ve demografik özellikleri	110
Çizelge 6.2.	İşletmelerin dijital olgunluğunun dijital dönüşümden önce ve sonra faaliyete başlama durumuna göre karşılaştırılması	160
Çizelge 6.3.	İşletmelerin dijital olgunluğunun faaliyet gösterdiği sektördeki pazar payına göre karşılaştırılması.....	162
Çizelge 6.4.	İşletmelerin dijital olgunluğunun faaliyet gösterdiği müşteri faaliyetlerine göre karşılaştırılması	163
Çizelge 6.5.	İşletmelerin dijital olgunluğunun sertifikasyona sahip olma durumuna göre karşılaştırılması	164
Çizelge 6.6.	İşletmelerin dijital olgunluğunun sahip olduğu sertifikasyon sayısına göre karşılaştırılması	164
Çizelge 6.7.	İşletmelerin sahip olduğu sertifikasyon çeşitlerinin dijital olgunluk puanı ortalaması, standart sapması ve dağılımı.....	165
Çizelge 6.8.	İşletmelerin dijital olgunluğunun sahip olduğu ISO sertifikasyonu çeşidine göre karşılaştırılması	166

Çizelge 6.9. İşletmelerin dijital olgunluğunun çevresel sürdürülebilirlik faaliyetleri yürütme durumuna göre karşılaştırılması	167
Çizelge 6.10. İşletmelerin çevresel sürdürülebilirlik faaliyetleri çeşitlerinin dijital olgunluk puanı ortalaması, standart sapması ve dağılımı.....	168
Çizelge 6.11. İşletmelerin dijital olgunluğunun kullanılan yenilenebilir enerji türüne göre karşılaştırılması	169
Çizelge 6.12. İşletmelerin dijital olgunluğunun faydalanan yenilenebilir enerji türü sayısına göre karşılaştırılması.....	169
Çizelge 6.13. İşletmelerin dijital olgunluğunun geri kazanım faaliyetlerinde bulunma durumuna göre karşılaştırılması	170
Çizelge 6.14. İşletmelerin geri kazanım faaliyet türlerinin dijital olgunluk puanı ortalaması, standart sapması ve dağılımı.....	171
Çizelge 6.15. İşletmelerin dijital olgunluğunun işletmelerde yapılan geri kazanım faaliyetleri sayısına göre karşılaştırılması	171
Çizelge 6.16. İşletmelerin dijital olgunluğu açısından kullanılan teknolojiler.....	172
Çizelge 6.17. İşletmelerin dijital olgunluğunun simülasyon tabanlı uygulama kullanma durumu.....	173
Çizelge 6.18. İşletmelerin dijital olgunluğunun işletmelerde simülasyon tabanlı uygulama kullanılan süreçlerin sayısına göre karşılaştırılması.....	173
Çizelge 6.19. İşletmelerde simülasyon tabanlı uygulama kullanılan süreçlerin dijital olgunluk puanı ortalaması, standart sapması ve dağılımı.....	174
Çizelge 6.20. İşletmelerin dijital olgunluğu açısından verilen eğitim türleri	175
Çizelge 6.21. İşletmelerin dijital olgunluğu açısından etkinlik düzenleme durumu	176
Çizelge 6.22. İşletmelerin dijital olgunluğu açısından düzenlenen etkinlik türleri	176
Çizelge 6.23. İşletmelerin dijital olgunluğu açısından Ar-Ge merkezine sahip olma durumu.....	177
Çizelge 6.24. İşletmelerin dijital olgunluğunun işletmelerdeki Ar-Ge merkezi sayısına göre karşılaştırılması.....	178
Çizelge 6.25. İşletmelerde Ar-Ge merkezinin bulunduğu yerlerin dijital olgunluk puanı ortalaması, standart sapması ve dağılımı.....	178
Çizelge 6.26. İşletmelerin dijital olgunluğu açısından Ar-Ge personelinin özellikleri	179
Çizelge 6.27. İşletmelerin dijital olgunluğu açısından Ar-Ge personelinin yabancı dil bilme durumu	181
Çizelge 6.28. İşletmelerin dijital olgunluğu açısından Ar-Ge personelinin bildiği yabancı dil sayısı	181
Çizelge 6.29. İşletmelerin dijital olgunluğu açısından Ar-Ge personelinin bildiği yabancı diller	182

Çizelge 6.30. İşletmelerin dijital olgunluğu açısından Ar-Ge'ye yapılan yatırım oranları.....	183
Çizelge 6.31. İşletmelerin dijital olgunluğu açısından Ar-Ge merkezine sahip olma durumu.....	183
Çizelge 6.32. İşletmelerin dijital olgunluğu açısından kurum / kuruluşlarla iş birliği yapma durumu	184
Çizelge 6.33. İşletmelerin dijital olgunluğunun iş birliği yapılan kurum/kuruluş sayısına göre karşılaştırılması.....	185
Çizelge 6.34. Kurum ve kuruluşlarla iş birliği yaptığını belirten işletmelerin iş birliği yaptığı kuruluş türlerinin dijital olgunluk açısından değerlendirilmesi	185
Çizelge 6.35. İşletmelerin dijital olgunluğu açısından hibe ve destek kaynakları..	186
Çizelge 6.36. İşletmelerin dijital olgunluğu açısından fikri mülkiyet durumu.....	187
Çizelge 6.37. İşletmelerin dijital olgunluğunun sahip olunan belge/başvuru türü sayısına göre karşılaştırılması.....	187
Çizelge 6.38. İşletmelerin dijital olgunluğu açısından sahip olunan belge/başvuru türü.....	188
Çizelge 6.39. İşletmelerin dijital olgunluğu açısından pandemide iş süreçlerini durdurma durumu	188
Çizelge 6.40. İşletmelerin dijital olgunluğu açısından uzaktan çalışma çeşitleri ...	189
Çizelge 7.1. Mobilya işletmesinin SWOT analizi	193
Çizelge 7.2. Modül özellikleri	197
Çizelge 7.3. İstasyonlara ait standart zamanlar	198
Çizelge 7.4. Gerçek veriler ile tasarlanan benzetim verilerinin karşılaştırılması .	202
Çizelge 7.5. Sistem modeli ve duyarlılık analizi sonuçları	202
Çizelge 7.6. Çevresel çıktıların modül bazında etkileri.....	207
Çizelge 7.7. İşletme için önerilen yol haritası	208
Çizelge 7.8. Çevresel çıktıların modül bazında etkileri.....	213

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

SİMGELER

- N : Evrendeki birey sayısı
n : Örneklem alınacak birey sayısı
P : İncelenen olayın görülme olasılığı
q : İncelenen olayın görülmemeye olasılığı
t : Belirli serbestlik derecesinde ve saptanan yayılma düzeyinde t tablosunda bulunan teorik değer
d : Örneklem hatası

KISALTMALAR

- ABD : Amerika Birleşik Devletleri
AR : Augmented Reality (Artırılmış Gerçeklik)
VR : Virtual Reality (Sanal Gerçeklik)
MR : Mixed Reality (Karma Gerçeklik)
CBM : Cloud-Based Manufacturing (Bulut Tabanlı Üretim)
IaaS : Infrastructure as a Service (Hizmet Olarak Altyapı)
PaaS : Platform as a Service (Hizmet Olarak Platform)
HaaS : Hardware as a Service (Hizmet Olarak Donanım)
SaaS : Software as a Service (Hizmet Olarak Yazılım)
CBDM: Cloud-Based Design and Manufacturing (Bulut Tabanlı Tasarım ve Üretim)
IIoT : Industrial Internet of Things (Endüstriyel Nesnelerin İnterneti)
PLC : Programmable Logic Controller (Programlanabilir Mantık Kontrolörü)
OT : Operasyonel Teknolojiler
BT : Bilişim Teknolojileri
MIT : Massachusetts Institute of Technology (Massachusetts Teknoloji Enstitüsü)
PwC : PricewaterhouseCoopers

İTÜ : İstanbul Teknik Üniversitesi
CEO : The Chief Executive Officer (Yönetim Ofisleri Şefi)
MES : Manufacturing Execution System (Üretim Yönetim Sistemi)
ERP : Enterprise Resource Planning (Kurumsal Kaynak Planlama)
JIT : Just In Time (Tam Zamanında Üretim)
RFID : Radio Frequency Identification (Radyo Frekanslı Tanıma)
EDI : Electronic Data Interchange (Elektronik Veri Değişimi)
BCG : Boston Consulting Group (Boston Danışmanlık Grubu)
KOBİ : Küçük ve Orta Büyüklükteki İşletmeler
SCM : Supply Chain Management (Tedarik Zinciri Yönetimi)
SEMM: Sustainable Enterprise Maturity Model (Sürdürülebilir İşletme Olgunluk Modeli)

BÖLÜM 1

GİRİŞ

Günümüzde hızlı değişen piyasa koşulları, öngörülemeyen belirsizlikler ve beklentiler endüstriyel bir değişim ihtiyacını doğurmuştur. Söz konusu ihtiyaçlar göz önüne alınarak, Endüstri 4.0 yaklaşımı ortaya çıkmıştır. Dijital dönüşüm, bilgi teknolojilerinin kullanımıyla birlikte iş süreçlerinin ve şirketin organizasyonel yapısının daha verimli, esnek ve çevik hale getirebilmesini sağlayan süreçler bütünüdür. Dijital dönüşüm için her kurumun standart olarak kullanabileceği tanımlanmış bir hedef veya geçiş yolu yoktur. Dijital dönüşüm zaman alan bir yolculuktur. Dijital dönüşüm, çoğu işletme tarafından sadece teknolojik yenilik olarak görülse de aslında bu yaklaşım bütün iş ve iş modellerinin, sistemlerin, çalışan yetkinliklerinin ve kurum kültürünün paydaşlarla birlikte yeniden tasarlanması anlamını taşır.

Bu çalışmanın amacı, işletmelere dijital dönüşüm sürecine ne kadar hazır olduklarını göstermek ve başlaması gereken noktayı belirlemek için sürdürülebilir bir dijital olgunluk modeli (SEMM) geliştirmektir. Ayrıca çalışmada geliştirilen dijital olgunluk modeli ile simülasyon tabanlı yeşil bir karar destek sistemi tasarlanarak, SEMM ile birlikte bir vaka analizinde kullanıldığında, sistemin olgunluk seviyesinin tespitine katkısını göstermek de hedeflenmiştir. Bunların yanı sıra çalışmada bir mobilya işletmesinin dijital olgunluk tespiti, tedarik zincirini kapsayan yeşil karar destek sisteminin kurulması ve işletme özelinde strateji ve üretim süreçlerine yönelik iyileştirme önerilerinin sunulması, önerilen süreç iyileştirmelerinin sistem üzerindeki sonuçlarını göstermektir.

Çalışma, genel itibariyle sekiz kısımdan oluşmaktadır. Birinci bölüm olan giriş bölümünde çalışmanın kısa özetine yer verilmiştir. İkinci bölüm; dijital dönüşümün kavramsal çatısını, üçüncü bölüm; tedarik zincirinde dijital dönüşümün yeri ve önemini, dördüncü bölüm; literatür araştırmalarını, beşinci bölüm; SEMM'in araştırma metodolojisini, altıncı bölüm; Türkiye'de SEMM'in uygulanmasını, yedinci bölüm ise; mobilya işletmesinde simülasyon destekli yeşil karar destek sisteminin kurulması, stratejik ve üretim süreçlerine yönelik iyileştirmelerin sunulması ile iyileştirmelerin beklenen kazançlarının ortaya konulmasını içermektedir. Geliştirilen modellerin sonuçlarının verildiği sekizinci ve son bölümde, araştırmalar sonucunda elde edilen bulgular değerlendirilerek çalışma sonuçlandırılmıştır.



BÖLÜM 2

DİJİTAL DÖNÜŞÜM

Teknolojik gelişmeler, ekonomik ve sosyal yapının değişmesi gibi faktörler, işletmelerin dijital dönüşüme geçişini zorunlu kılmaktadır. Dijital dönüşüm, bilgi teknolojilerinin kullanımıyla birlikte iş süreçlerinin ve işletmenin organizasyonel yapısının daha verimli, esnek ve çevik hale getirebilmesini sağlayan süreçler bütünüdür. Bir başka ifade ile dijital dönüşüm için sadece teknolojik olarak gelişim yeterli değildir. Bununla birlikte iş ve iş yapış biçimleri, üst yönetim başta olmak üzere diğer tüm çalışanların desteği ve farkındalığı bu sürecin başarılı bir şekilde tamamlanabilmesi için gereklidir. Dijital dönüşüm için her kurumun standart olarak kullanabileceği tanımlanmış bir hedef veya geçiş yolu yoktur. Bu nedenle dijital dönüşüm emek ve sabırla çaba sarf etmeyi gerektiren uzun bir süreçtir [1,2].

2.1. DİJİTAL DÖNÜŞÜM İLE İLİŞKİLİ KAVRAMLAR

2.1.1. Sayısallaştırma, Dijitalleşme ve Dijital Dönüşüm

Sayısallaştırma kavramı; analog verileri alarak, depolayabilmesi, işleyebilmesi ve iletebilmesi için bilgisayarların anlayacağı dile çevrilmesi ve verilerin tümünün bilgisayar sistemlerine aktarılmasıdır. Kısaca sayısallaştırma, kâğıttaki her şeyin dijital ortama geçirilmesidir. Dijitalleşen süreç değil, bilgidir. *Dijitalleşme*, bir işletme için dijital süreçlere geçilmesi bir başka ifade ile dijitalin kullanılmasıdır. Sistem süreçlerinin otomatikleştirilerek düzenin sağlanması olarak tanımlanabilir. *Dijital dönüşüm* ise, dijital teknolojilerin uygulanmasının yanı sıra organizasyonel değişimleri de gerektirir [3]. Dijital dönüşüm, ilk başlarda “dijital teknolojinin insan yaşamının her alanında neden olduğu veya etkilediği değişiklikler” olarak ifade edilmektedir [4]. Aynı zamanda dijital dönüşümün dijitalleşme yoluyla sağlandığı belirtilmiştir. Ancak dijital dönüşüm teknolojik yeniliklerden daha geniş bir kapsama

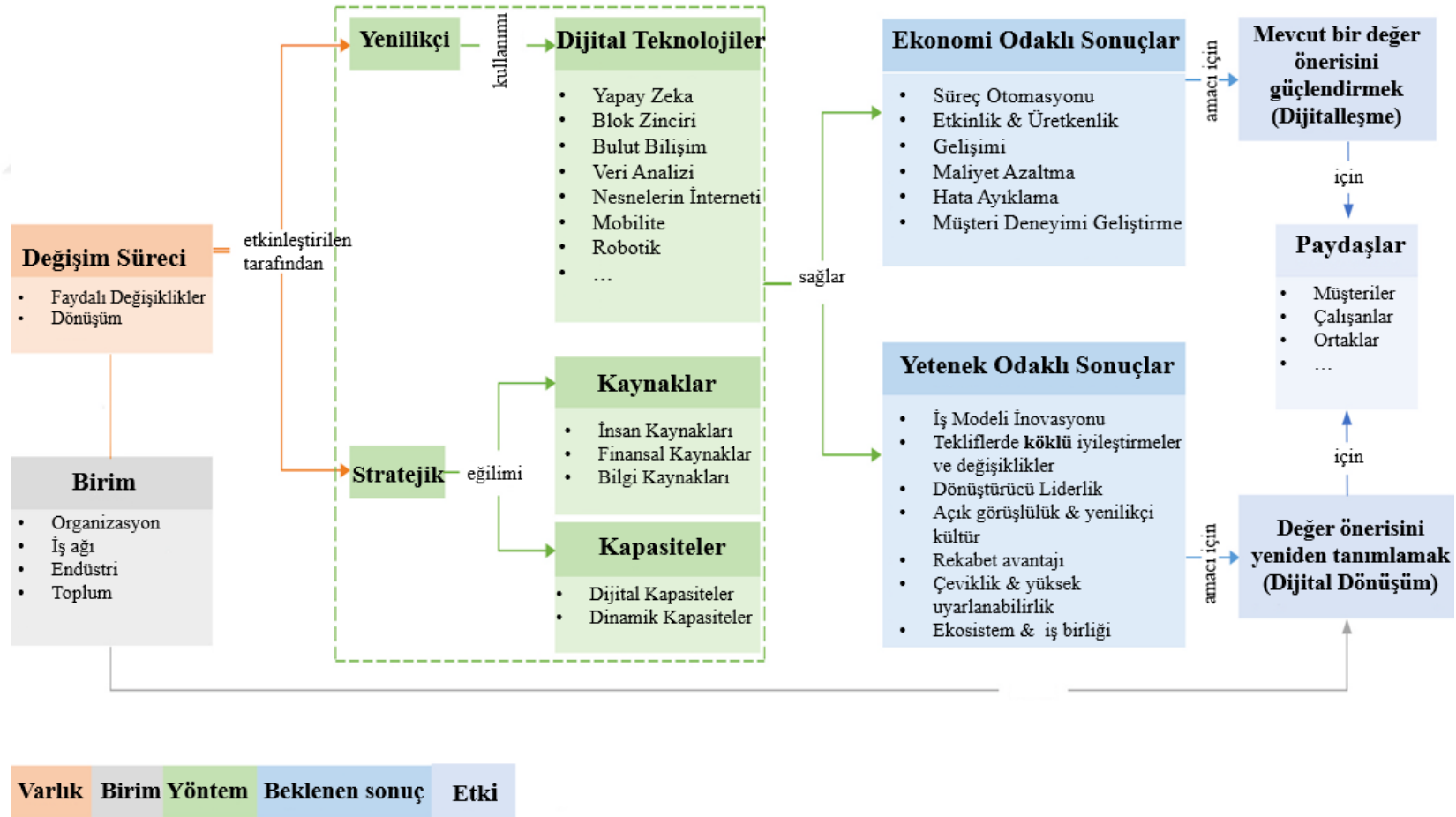
sahiptir. Dijital dönüşüm gerçekte bir organizasyonu her yönüyle etkiler [5]. Bu nedenle dijitalleşme teknolojiyi kullanmak olarak ifade edilirken, dijital dönüşüm ise gerekli teknolojileri entegre ederek iş süreçlerine değer katmak olarak ifade edilebilir. Bir başka ifade ile dijital dönüşüm, bilgi teknolojilerini kullanarak süreçlerin ve işletme kültürünün yeniden şekillenmesidir.

Dönüşüm kavramı değişim ile karıştırılmamalıdır. Değişim mevcudu iyileştirmek, geliştirmek anlamlarını taşıırken, dönüşüm yeni bir hal oluşturmak anlamına gelmektedir. Değişimde geçmişten gelenler korunurken, dönüşümde tamamen öncekinden farklı yeni bir felsefe benimsenebilir. Ancak her ikisi için de inovasyon odaklılık, sürekli öğrenme, kurum içi ve dışı iş birliği ve bilgi entegrasyonu sağlanmalıdır [6].

Dijital dönüşümün gerçekleşebilmesi için işletme içindeki pek çok dinamik, entegre bir şekilde geliştirilmeli ve dönüştürülmelidir. Şekil 2.1’de dijital dönüşüm kapsamındaki işletme dinamikleri verilmiştir [7].

Şekil 2.1’de görüldüğü gibi dijital dönüşüm, işletmeye dijital teknolojilerin entegre edilerek, teknolojik değişimlerin yapılmasının çok daha ötesinde; işletmelerin operasyonel ve organizasyonel yapısının dönüşerek, daha verimli, esnek, çevik ve sürdürülebilir olmasını sağlayan süreçler bütünüdür.

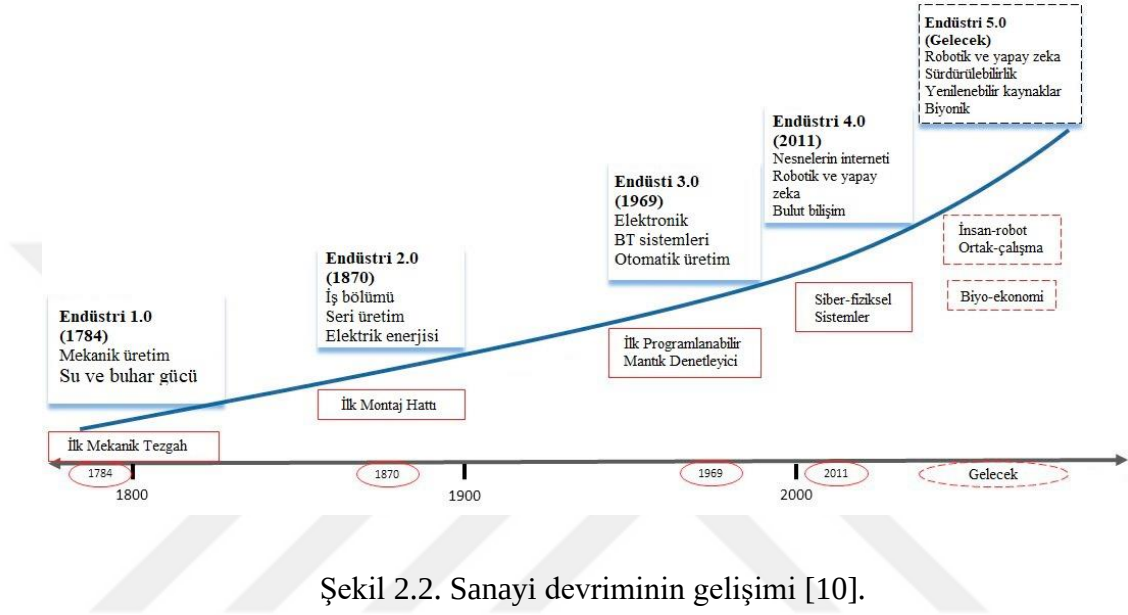
Dönüşümünü tamamlayan bir işletmede üst yönetimin değişmesi dijital dönüşüm süreçlerinde hiçbir değişiklik göstermezken, tamamlayamayan işletmelerde yönetimin değişmesi dönüşüm sürecinin başarısız olmasına neden olabilmektedir. Bu nedenle gerçek bir başarılı dijital dönüşümden bahsedebilmek için, işletme ekosisteminin tümüyle dönüşüm düşüncesini benimsemesi önem arz etmektedir [8].



Şekil 2.1. Dijital dönüşüm kapsamındaki işletme dinamikleri [7].

2.1.2. Endüstriyel Devrimler, Endüstri 4.0 ve İlişkili Kavramlar

Küresel ekonominin önemli bir parçası olan sanayileşme sürecinin başlangıcından bu yana paradigma değişimlerinden etkilenmektedir. Bu değişimler sanayide teknolojik sıçramalara ve endüstriyel devrimlere neden olmaktadır [9]. Şekil 2.2’de sanayi devriminin gelişimi gösterilmektedir.



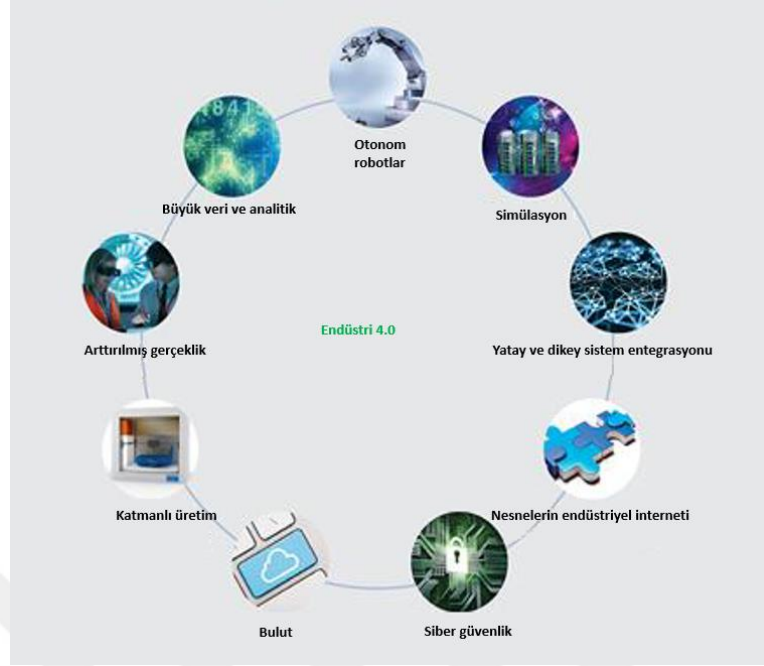
Şekil 2.2. Sanayi devriminin gelişimi [10].

Birinci sanayi devriminde, buharlı makinelerin icadı ile insan gücünden mekanik güce geçiş yapılmış ve takım tezgâhları geliştirilmiştir. İkinci sanayi devrimine, 20. yy'ın başlarında endüstride elektrik enerjisinin kullanımı ve seri üretimin yapılmaya başlanması ile geçilmiştir. Üçüncü sanayi devrimi ise 1950'li yıllarda bilgi üretiminin ve işlemenin yeni yolu olan bilgisayarların ve otomasyon sistemlerinin üretim sistemlerinde kullanımıyla gerçekleştirilmiştir [11,12]. Son yıllarda özellikle Avrupa'daki genç nüfusun giderek azaldığı ve nitelikli işgücü bulmanın zorlaştığı görülmektedir. Bunun yanı sıra dünyadaki gelişim trendinin giderek yavaşladığı bilinmektedir [13]. Hızlı kentleşme, iklim değişikliği ve kaynakların kıtlığı, küresel ekonomik güçteki değişim, demografik ve sosyal değişimler ve teknolojik atılımlar dolayısıyla yeni yaklaşımların geliştirilme ihtiyacına neden olmaktadır [14]. Ayrıca bilişim ve iletişim alanındaki yeni gelişmeler, otomasyon sistemlerinin kullanımı, veri toplama ve paylaşımının önem kazanması ile üretim teknolojilerinde yeni yaklaşımlar dördüncü sanayi devrimini getirmiştir [15].

Endüstri 4.0 (I4.0) olarak da bilinen dördüncü sanayi devrimi ilk olarak Almanya’da 2011 yılında Hannover Fuarı’nda ortaya çıkmıştır. Endüstri 4.0, internetin kullanımıyla beraber siber fiziksel sistemler (CPS) ve nesnelerin internetinin kullanımı ile gerçekleşmiştir [16].

Endüstri 4.0’ın amacı; dinamik ve entegre bilgi sistemleri ile endüstriyel sistemlerin takibi, planlaması, analizi, modellenmesi ve sistem tasarımının yapılmasını sağlamaktır. Bu sayede işletmeler rekabet gücünü arttırarak, sürdürülebilirliğini ve kültürel gelişimini sağlayabilmektedir [17]. Endüstri 4.0 ile; değer zinciri boyunca birbirinden bağımsız şekilde iletişim içerisinde olan, bilgisayar tarafından yönlendirilen sistemlerin fiziksel süreçleri izlediği, kendi kendini organize edebilen mekanizmalara sahip, otonom karar verebilen bir yapıya sahip bir sistem tasarımı yapılması mümkün olmaktadır. Kısaca üretim sistemlerini akıllı ve bağlantılı hale getirmektedir.

Dördüncü sanayi devrimi için bazı faktörler itici güç olarak belirlenmiştir. Dünya Ekonomi Formu ve Global Gündem Konseyleri yaptığı çalışmalarda bu itici güçleri “Megatrendler” olarak tanımlamıştır. Megatrendler; fiziksel (Otonom araçlar, dronlar, eklemeli imalat, 3D yazıcılar, ileri robotik, yeni malzemeler vb.), dijital (Nesnelerin interneti, blok zinciri, paylaşım ekonomisi vb.) ve biyolojik (Gen dizileme, sentetik biyoloji, biyobaskı vb.) olarak sınıflandırılmaktadır. Megatrendler, dijitalleşmenin ve enformasyon teknolojisinin gücünü kullanarak işletmenin kalkınmasına katkı sağlamaktadır. Yaşam ve iş yapma şeklimizi değiştirmektedir [18]. Megatrendlerdeki bazı teknolojiler endüstri 4.0 için yapı taşı olarak görülmektedir. Endüstri 4.0’ın temelini oluşturan teknolojiler Şekil 2.3’te verilmiştir.



Şekil 2.3. Endüstri 4.0 temel teknolojileri [19].

Büyük veri ve analitiği, gerçek zamanlı üretilen veriler ve bu verilerin değerlendirilmesi ile karar sistemlerine destek sağlayabilecek yapılandırılmış verilerin kullanılmasıdır [19]. Büyük veri, verilerin anlamlı ve işlenebilir hale getirilmiş biçimidir. Büyük veri; işletme performansının artırılmasında, sistem optimizasyonunda, tahminlemelerde, daha iyi kararlar alabilmek için bilgiyi kullanarak içgörü geliştirilmesinde, gerçek zamanlı değerlendirmelerin yapılmasında kullanılmaktadır [20]. Bu açıdan bakıldığında büyük veri, işletmelere mevcut iş modellerini değerlendirme ve yenilerini tasarlama imkânı tanımaktadır. Örneğin; dünya devlerinden biri olan Walmart, müşteri ihtiyaçlarını anlamak ve onlara satın almak istedikleri ürünleri sunmak için büyük veriden faydalanmakta ve müşteri tercihinine göre satış ve pazarlama stratejilerini belirlemektedir [21]. Bir başka ifade ile büyük veri, işletme süreçlerinde değer yaratabildiği ölçüde rekabet gücünde fark yaratma yeteneğine sahiptir.

Otonom robotlar, İmalatta kullanılan robotların mikroişlemciler ve yapay zekâ teknolojileri ile daha özerk, esnek ve işbirlikçi hale getirilmiş halidir. Robotlar esnek ve uyarlanabilir yapay zekaya sahiptir. İlk kez 1960’larda ABD, Japonya ve Avrupa’da

montaj hatlarında kullanılmıştır. Otonom robotlar ile imalatın daha ucuz, hatasız olması ve ürün çeşitliliğın artması sağlanabilmektedir [19,22,23].

Sistem entegrasyonu, standartlaştırılmış süreçler boyunca iletişim, iş birliğı ve bilgi akışının sağlanmasıdır. Temel olarak yatay entegrasyon, dikey entegrasyon ve ağ bağlantılı üretim sistemleri, ürün yaşam döngüsü boyunca uçtan uca entegrasyon olmak üzere temel olarak üç boyutta incelenir [24]. Yatay entegrasyon, kurum içi ve kurum dışı akıllı çapraz bağlantılarını ve dijitalleşmesini, dikey entegrasyon organizasyonun farklı hiyerarşik seviyeleri ve değeri zinciri faaliyetlerinin akıllı çapraz bağlantılarını ve dijitalleşmesini, uçtan uca entegrasyon ise bir ürünün yaşam döngüsünün tüm aşamalarında akıllı çapraz bağlantılarını ve dijitalleşmesini tanımlar [25].

Arttırılmış gerçeklik (AR) ve Karma gerçeklik (MR), fiziksel sistemlerin sanal ortamda oluşan duyuşal unsurlarla birleştirilerek bir sistemin doğrudan veya dolaylı görümünün oluşturulmasıdır. Fiziksel sistemlere dijital olarak üretilmiş ses, görüntü, grafik vb. eklenebilir. Gerçeklik algısının artmasıyla kullanılan sistemin zenginleşmesi sağlanır. **Sanal gerçeklik (VR)** ise birden fazla duyuya hitap eden, üç boyutlu, etkileşime girmemize imkân tanıyan tamamen sanal bir ortamdır [26]. Sanal ortamlarla, dijital nesnelerle ve sanal gerçeklik (VR) ve artırılmış gerçeklik (AR) gibi insanlarla çok duyuşal etkileşimler sağlayan teknolojilerin yakınsamasına dayanan **metaverse** ise, fiziksel gerçekliğı dijital sanallıkla birleştirerek çok kullanıcının erişebildiğı sürekli ve kalıcı bir ortam sağlayan gerçeklik sonrası evrendir. Metaverse, kalıcı çok kullanıcılı platformlarda birbirine bağlı sosyal, ağı bağlı sürükleyici ortamlardan oluşan bir ağıdır. Dijital eserlerle gerçek zamanlı ve dinamik etkileşimlerde sorunsuz somutlaştırılmış kullanıcı iletişimi sağlar [27].

Eklemeli imalat ve çok boyutlu yazıcılar, malzeme katmanlarına sürekli ekleme veya eksiltmeyle fiziksel bir nesne üretme veya şekillendirme için kullanılan teknolojilerdir [28]. Ürünlerin protiplerinin oluşturulması ve farklı ürün çeşitlerinin ard arda üretilebilmesine imkân tanır. Karmaşık ürünlerin hızlı bir şekilde üretilmesini sağlayan ve kişiselleştirilmiş ürün üretim imkânı sağlayan bu teknolojiler sayesinde stok tutma ihtiyacı ve lojistik maliyetleri azalmaktadır [19].

Bulut teknolojisi, anlık toplanan verilerin ve sensörlerin işlendiği platformdur. Bulut tabanlı üretim (Cloud-Based Manufacturing- CBM), geçici ve yeniden yapılandırma imkânına sahip siber-fiziksel üretim hatları oluşturmak için isteğe bağlı olarak çeşitlendirilmiş ve dağıtılmış üretim kaynaklarına, talep üzerine erişimi sağlayan bir üretim modelidir. CBM'nin karakteristik özellikleri ile; ağ tabanlı üretim, ölçeklenebilirlik, çeşitlilik, hız, sanallaştırma, büyük veriler ve IoT ve IaaS, PaaS, HaaS vb. hizmetleri gerçekleştirildiği gibi, ölçeklenebilir bir veri kaynak havuzu da sağlanır. CBDM (Bulut Tabanlı Tasarım ve Üretim- Cloud-Based Design and Manufacturing) ise genel tasarım ve üretim kaynakları sistem bileşenlerinin, bulut bilişim modeline entegre edildiği bir yapıyı ifade eder. Bulut tabanlı tasarım ve üretim, tasarım ve üretim kaynaklarının ve bileşenlerinin ortak hizmet havuzları ile sosyal ağ ve kitle tedarik platformları aracılığıyla, toplu açık inovasyon ve minimum maliyetle hızlı ürün geliştirme sağlayan bir ürün geliştirme modelidir [29]. Bulut servisleri işletmenin uzmanlık becerisine bağlı olarak yazılım ve veri depolama, depolanan verilere erişim, yedekleme ve güvenlik hizmetleri için kullanılır [15].

Nesnelerin interneti (IoT); nesnelere, sensörler ve aktüatörler kullanılarak, bulut sistemleri aracılığıyla nesneler arası ağ bağlantısı kurma ve bilgi işleme yeteneğinin kazandırılmasıdır. Bu akıllı nesneler veri üretmek, değiştirmek, analiz etmek gibi işlevleri minimum düzeyde müdahale ile gerçekleştirebilir [30]. Endüstriyel nesnelerin internet üretim sürecinde bütün nesnelerin iletişim halinde olmasını sağlayan sistemlerdir. Endüstriyel IoT (IIoT); sensörler, aktüatörler, robotlar, freze makineleri gibi üretim cihazları, 3D yazıcılar ve montaj hattı bileşenleri, kimyasal karışım tankları, motorlar, insülin ve infüzyon pompaları gibi sağlık cihazları ve hatta uçaklar, trenler ve otomobil gibi cihazları içerir. Programlanabilir mantık kontrolörü (Programmable Logic Controller -PLC), dağıtılmış kontrol sistemleri (Distributed Control Systems -DCS) ve insan-makine arayüzleri (Human-machine interfaces-HMI) içeren operasyonel teknolojiler (OT) ile bilgi sistemlerinin (IT) entegrasyonu sağlanmasıyla, endüstriyel IoT teknolojileri operasyonel alanlarda kullanılır [29].

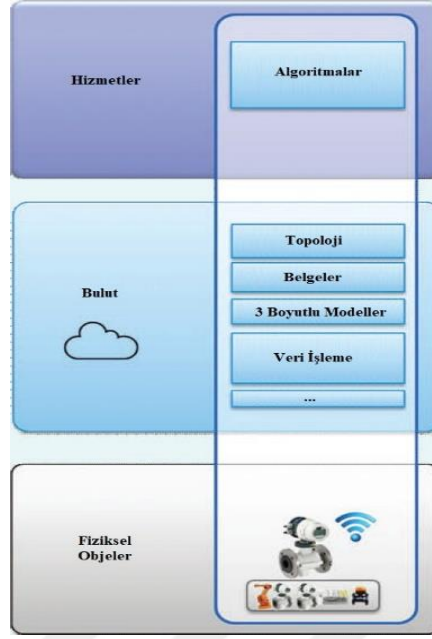
Siber güvenlik; sistemlerin gizliliğini, bütünlüğünü ve kullanılabilirliğini sağlamayı amaçlar. Bu sayede enformasyonun izinsiz kullanımı önlenir, depolanan ve yedeklenen enformasyonun eksiksiz, tam ve tutarlı olması sağlanır ve ihtiyaç olunan

bilgiye anında ulaşılması sağlanır [15]. Veriyi iş faaliyetleri ve stratejilerinin odak noktası haline getiren bu yaklaşımlar, siber saldırıların artmasına ve veri ihlallerinin yaygınlaşmasına neden olmaktadır. Bu nedenle siber güvenlik de, kullanılan teknolojiler ve regülasyonlar nedeniyle dinamik bir değişim süreci içerisinde [31].

Blok zinciri; depolanan verilerin kaybolmasını, bozulmasını, değiştirilmesini, silinmesini veya çalınmasını engelleyen dağıtık yapıda bir teknolojidir. Blok zincirleri tarih bilgisi ve belirli bir kişiye ait olmayan veri blokları içerir. Dağıtık veritabanına sahip olması, iletişimin merkezileştirilmeyen bir sistemde doğrudan taraflar arasında gerçekleşmesi, aktarımların şeffaflığının takma adlar kullanılarak sağlanması, sadece ekleme yapmaya izin vermesi ve düğümler arasındaki etkileşimi tetikleyen algoritma ve kuralların oluşturulabilmesi blok zincirinin temel ilkeleridir [32].

Simülasyon; mevcut ve önerilen bir sistemin performansının ve işleyişinin uzun gerçek zamanlı periyotlar boyunca değerlendirilmesini sağlayan bir araçtır. Gerçek bir sistemin sanal sisteme aktararak takip ve analiz edilmesini sağlar. Simülasyonlar sayesinde mevcut sistem değiştirilmeden ya da yeni bir sistem kurulmadan önce, öngörülen darboğazlar kaldırılır, kaynakların yetersiz veya aşırı kullanıldığı alanlar belirlenir, sistem performansı belirlenir ve sistem optimize edilebilir [33].

Siber Fiziksel Sistemler, sanal sistemlerin fiziksel süreçlerle entegre edilmesidir. Bir başka ifade ile fiziksel nesnelerle, bir ağ altyapısında kullanılan fiziksel nesnelerin veri modelleri ve mevcut verilere dayalı algoritmaları barındıran sistemler olmak üzere üç temel seviyeden oluşur. Siber fiziksel sistemlerin temel üç seviyesi Şekil 2.4'te verilmiştir. Gömülü bilgisayarlar ve ağlar, geri bildirim döngüleri oluşturarak fiziksel süreçleri izler ve kontrolünü gerçekleştirir. Bu sayede sistemlerin sanal olarak entegre edilmesi, test edilebilmesi ve optimize edilebilmesi sağlanır [34,35].



Şekil 2.4. Siber fiziksel sistemler [35].

Fiziksel sistemlerle sanal hesaplamaların senkronizasyonun sağlanması üretim sürecinde daha önce görülmemiş bir düzeyde kontrol, gözetim, şeffaflık ve verimlilik sağlamaktadır [36]. Siber fiziksel sistemler, ürünlerin otonom olarak gezinmesiyle anlık takibini sağlar ve iş modelleri, hizmetleri ve ürünlerin kişiselleştirilmesi için yeni yöntemler geliştirilmesine imkan tanır [35].

Günümüzde biyolojik kaynakların endüstriyel alanlarda kullanılması; çevresel sürdürülebilirlik, endüstri ve ekonomi arasındaki dengenin sağlanması açısından önem arz etmektedir. Bu nedenle biyolojik kaynakların, biyoenerji gibi katma değerli ürünlere dönüşmesi ve insan-robot ortak çalışmasını amaçlayan endüstri 5.0 yaklaşımı ortaya çıkmıştır [10]. Teknolojideki hızlı gelişmeler ve öngörülemeyen piyasa beklentisi ihtiyaçları nedeniyle endüstriyel değişim hızının artması ve daha kısa zamanlarda başka devrimlerin de gerçekleşmesi beklenmektedir.

2.1.3. Dijital Dönüşüm ve Endüstriyel Devrimler Arasındaki İlişki

Dijital dönüşüm tek seferlik yapılarak tamamlanan bir süreç değildir. Piyasa koşulları, müşteri beklentileri, ekonomik yönelimlere göre değişiklik göstererek her an takipte

olunması gereken bir yolculuktur. Dijital dönüşüm sadece Endüstri 4.0'dan başlamamaktadır. Ancak endüstri 3.0'ı tamamlamayan bir işletmenin de endüstri 4.0'a geçebilmesi söz konusu değildir. Dijital dönüşüm, işletmenin bulunduğu endüstriyel düzeyden itibaren (Endüstri 2.0 – 3.0 – 4.0) en son gelinen endüstri devrimine ulaşmayı amaçlar. Hatta mevcut endüstriyel gelişimlerin ötesine geçerek, yeni teknolojilerin, konseptlerin, iş modellerinin, ürünlerin, satış yaklaşımlarının vb. geliştirilmesini içerir. Bu nedenle işletmelerin öncelikle hangi endüstriyel devrim düzeyinde olduklarının belirlenmesi önem arz etmektedir. Bunun için en yaygın olarak kullanılan araç, dijital olgunluk modelleridir. Dijital olgunluğu belirlenen bir işletme kendi karakteristiğini ve yol haritasını belirleyerek dijital dönüşüm yolculuğuna başlar. Dijital dönüşüm süreci işletmenin ihtiyaçları, ulaşmak istediği hedefler ve yatırım için ayırabileceği bütçeye göre şekillenir. Her dijital dönüşüm yolculuğu endüstri 4.0 ile sonuçlanmak zorunda değildir. Yatırım maliyetleri düşünüldüğünde, özellikle KOBİ'lerin endüstri 4.0 değil dijital dönüşüme odaklanması önerilebilir.

Dijital dönüşüm sürecinin temel bileşenleri ise; dijitalleşmeye ilişkin bir vizyon, etkili bir dijital dönüşüm stratejisi ve yol haritasının belirlenmesi, örgütsel değişim yaklaşımlarının benimsenmesi, süreçlerde bağlamsal sorgulamaların yapılması ve teknolojik yenileme için iyi bir altyapı ile enformasyon sisteminin kurulmasıdır [37].

2.1.4. Akıllı Fabrika ve İlişkili Kavramlar

Dijital / Akıllı üretim veya akıllı fabrika alanındaki temel araştırma, Alman Araştırma Vakfı (German Research Foundation) tarafından finanse edilen Institute of Industrial Manufacturing and Management'ta (IFF) Akıllı Fabrika, Center of Excellence Nexus (SFB 627) bünyesinde gerçekleştirilmiştir. Araştırmaya göre akıllı fabrika, sistemlerin bir nesnenin konumunu ve durumunu tespit edebildiği insan ve makinelere görevlerini gerçekleştirmesinde yardımcı olan bir fabrikadır. Endüstri 4.0 konseptine dayanarak, fabrikalardaki bireysel birim süreçlerini optimize etmek için, üretim zekasını tüm üretim operasyonunda gerçek zamanlı olarak entegre eden sistemlerdir. Daha akıllı, esnek ve dinamik bir fabrika tasarımının yapılmasıdır. Makine ve teçhizatların kendi karar verme yetisini kullanarak süreçlere müdahale etmesi ve iyileştirmesini mümkün kılan sistemlerdir [38,39].

Dünya Ekonomik Forumu (WEF) tarafından mevcut işletmelerin endüstri 4.0 teknolojilerini kapsamlı bir şekilde benimseyebilmesi ve fabrika ve değer zincirlerinde yeni değer yaratılabilmesini hızlandırmak amacıyla “İleri Üretim ve Değer Zincirlerinin Geleceğini Şekillendirme Platformu” (Shaping the Future of Advanced Manufacturing and Value Chains platform) olan “**Global Lighthouse Network**” kurulmuştur. Bu kuruluş endüstri 4.0 teknolojilerini en iyi kullanan firmaları bir listede toplamış ve bu firmaları “Lighthouse” olarak adlandırmıştır. Global Lighthouse Network'ün amacı, en iyi uygulamaları paylaşmak ve bunlardan ders almak, yeni ortaklıkları desteklemek ve diğer üreticilerin teknolojiyi dağıtmasına, sürdürülebilir çözümleri benimsemesine ve işgücünü hızla ve ölçekte dönüştürmesine yardımcı olmaktır. Listede bulunan üçü sürdürülebilir olmak üzere toplamda 90 firma, ortak bir öğrenme ile farklı projelerde iş birliği yaparak Dördüncü Endüstri Devrimi teknolojilerini etkili ve kapsamlı bir şekilde hayata geçirmiştir. Şu ana kadar “Global Lighthouse Network” listesinde Türkiye’den dört kuruluş yer almaktadır. Bunlar: Petkim, Arçelik, Ford ve Otosan’dır [40].

Endüstri 4.0 konseptinin öngörülen son aşamasına gelmeyi başarmış fabrikalara “**Karanlık Fabrika**” denilmektedir. Otonom kontrol sistemleriyle donatılmış tam entegre bir yapıya sahip ve üretim sırasında insan gücünden hiç faydalanılmayan fabrikalardır [41].

2.2. DİJİTAL DÖNÜŞÜME YOL AÇAN PİYASA UNSURLARI

Günümüzde gelişen teknoloji ve piyasa beklentileri gibi pek çok faktör işletmeleri dijital dönüşüm sürecine zorlamakta ve değişimi zorunlu hale getirmektedir. Bu faktörleri temel olarak; yeni ekosistemlerin ortaya çıkışı, ürün beklentilerinin değişmesi, satış ve satış sonrası hizmetlerde beklentilerin değişmesi, liderlik anlayışının değişmesi, değer zinciri yapısının değişime zorlanması, varlık ve altyapı sahipliğinin azalması, piyasaların dinamik yapısındaki değişimlerin, kaynak verimliliğinin öneminin artmasının neden olduğu söylenebilir. Dijital dönüşüme yol açan piyasa ekonomisi unsurları aşağıda tanımlanmıştır:

- **Yeni ekosistemlerin ortaya çıkışı:** Günümüzde müşteriler dünya genelindeki ürün ve hizmetlere dijital kanalları kullanarak (aplikasyonlar, web siteleri, sosyal medya) ulaşabilmektedir. Bu durumu işletmeler eğer fırsata dönüştürebilirse; maliyetlerini düşürülerek yeni pazarlara erişim sağlarken, fırsata dönüştüremezse; mevcut pazar payının kaybedilmesine neden olmaktadır [2].
- **Piyasaların dinamik yapısı:** Piyasadaki belirsizliklerin giderek artması, sürekli yeni değişikliklere adaptasyonu gerektirmektedir. Bu koşullarla başa çıkmak için işletmeler daha hızlı karar vererek gerekli prosedürleri hazırlamalıdır. Bu yüzden doğru kararların alınması kadar zamanında bu kararların verilmesi de önem arz etmektedir. Hızlı kararlar alabilmek için organizasyonel hiyerarşiler azaltılarak daha çevik bir yapı kurulmalıdır. Bu yapı işletmelerin sürdürülebilirliklerini sağlayabilmeleri için adaptasyon hızının ve dayanıklılığının artmasını sağlayabilmektedir [2,17].
- **Ürün beklentilerinin değişmesi:** Günümüzde müşteri beklentilerinin giderek artması yadsınamaz bir gerçektir. Bu beklentileri karşılamak da ancak daha kaliteli, hızlı ve kişiselleştirilmiş ürünlerin müşterilere sağlanması ile mümkündür. Bu da bilgiyi anlamlandırmak ve yararlanmak için güçlü iş analitiği çözümlerinin kullanmasını gerekli kılmaktadır [42].
- **Satış ve satış sonrası hizmetlerde beklentilerin değişmesi:** Müşterilerin ürünleri satın almadan önce bağımsız bilgi ve tavsiye alma alışkanlıkları geliştirmesi, sorduğu sorulara hızlı yanıt almayı beklemesi, benzer ürün alternatiflerini görebileceği bir platformun oluşturulması, daha önce ürünü almış kişilerin fikirlerini değerlendirmek istemesi, aldıkları ürünle ilgili geri bildirimlerin hızlı bir şekilde alma isteği ve varsa müşteri sorunlarının etkili bir şekilde çözülmesi gibi faaliyetler müşterilerin söz konusu ürünü satın alma kararını etkilemektedir. Bunun yanı sıra müşteri ihtiyaçlarını doğru tespit ederek, ürün revizyonlarının yapılması da gereklidir. Her türlü müşteri verisinin toplanıp analiz edilmesi ile doğru zamanda doğru ürünlerin piyasaya sürülmesi gerekmektedir. Ayrıca çok farklı alternatifin olduğu bir piyasada müşteri bağlılığını sağlamak da oldukça güçleşmiştir. Bu durum geliştirme ve yenilik

periyotlarının bir başka ifade ile ürünün pazara çıkış süresinin mümkün olduğu düzeyde hızlı olmasını gerektirmektedir [1,17].

- **Liderlik anlayışının değişmesi:** Çalışanların daha yüksek değer yaratabileceği, katma değer sağlayabileceği, kendini geliştirebileceği, emeği ölçüsünde değer görebileceği ve onaylanacağı işlerde çalışma isteği, liderlik anlayışını denetimden çok rehberlik odaklı yaklaşıma doğru çekmektedir. Ayrıca dijital yerlilerin (Z ve K kuşakları) şimdiye kadarki olan tüm kuşaklardan farklı beklenti ve ihtiyaçları mevcuttur. İş ve eğlence arasında dengeye önem vermeleri, kendilerine ulaşılması daha zor hedefler tanımlamaları, kurumlarından mükemmellik değil açıklık beklemeleri, kişisel hedeflerini örgütsel hedeflerin üstünde görmeleri, iş değiştirme hızlarının yüksek olması, piyasadan beklentilerinin sürekli değişmesi ve özellikle K kuşağının yerleşik kurumlara karşı yaşadığı derin güvensizlik ve özgürlük isteği yeni nesil kuşağın başlıca özellikleri arasında sayılabilir. Ayrıca yine özellikle bu nesille beraber gelen dinamik bir şekilde değişen müşteri ihtiyaçlarına cevap verebilmek, inovasyonu hiç olmadığı kadar önemli bir noktaya getirmektedir. Söz konusu değişimler işletmelerde yeni liderlik yaklaşımlarının geliştirilmesini zorunlu kılmaktadır. Bu sebeple iki yönlü liderlik anlayışı ortaya çıkmıştır. Sağ el ve sol el olarak tanımlanan bu yaklaşımda, sağ el ile yaratıcılık ve inovasyona teşvik edilir. Hatalar öğrenme etkisi olarak değerlendirilir ve cezalandırılmaz. Sol el ise geleneksel yönetim yaklaşımına sahiptir. Günlük işlerin uygulanmasıdır. Muhasebe işlemleri, üretim performans takibi vb. işlemlerdir. Bu işlemlerde yönergelere uyulmalı ve hatalardan kaçınılmalıdır. Özetle iki yönlü liderlik anlayışında sağ el rehberlik odaklı, sol el ise denetim odaklı olmalıdır [42].

- **Değer zinciri yapısının değişime zorlanması:** Müşterilerin bire bir istedikleri ürüne sahip olma isteği işletmelerde parti büyüklüğü bir olan üretim yapılmasını gerektirmektedir. Kişiye özel ürün konseptinin gelişmesi işletmeleri; ürün geliştirme ve üretim süreçlerinde daha yüksek hıza, kaliteye, esnekliğe ve şeffaflığa sahip olmaya ve aynı zamanda değer zinciri elemanlarını birbirine entegre edilerek iş birliği içerisinde çalışmasını sağlamaya zorlamaktadır [17].

- **Varlık ve altyapı sahipliğinin azalması:** Verilerin giderek büyümesi; veri gizliliği, güvenliği, şeffaflığı gibi sorunları ortaya çıkarmaktadır. Ayrıca işletmeler demirbaşları ve lojistik ekipmanlarını satın almak yerine, kiralanmasına daha olumlu bakmaktadır [18].
- **Kaynak verimliliğinin öneminin artması:** Kaynak kıtlığındaki artışlar, fiyatlarda bir artışa sebep olmaktadır. Bunun yanı sıra ekolojik sürdürülebilirlik de tehlike altındadır. Yakın zamanda dünyanın en büyük çip üreticilerinden biri olan Tayvan'da, yaşanan kuraklık sebebiyle artan çip talepleri karşılanamamıştır. Çip üretimi için TSMC'nin günde yaklaşık 156 bin ton suya ihtiyaç duyduğu bilinmektedir. Tayvandaki su kaynaklarının kısıtlı olması, küresel düzeydeki çip krizi daha da çözülemez hale gelmiştir [43]. Bu nedenle hem sosyal bağlamda hem de endüstriyel olarak sürdürülebilirliğe yoğun bir şekilde odaklanılarak kaynak kullanım verimliliği hatta kaynakların geri kazanımı ve yenilebilir enerji teknolojilerinin kullanımı kritik bir öneme sahiptir [17].

2.3. DİJİTAL DÖNÜŞÜMÜN FIRSAT VE TEHDİTLERİ

Dijital dönüşüm sürecine başlanması işletmelere pek çok fırsatlar sunmaktadır. Boston Group 2019'da yaptığı araştırmada, dijital olgunluklarını belirlemiş ve buna göre hedeflerini güncelleyerek aksiyon almış, değer zinciriyle entegre şirketlerin, %30'e kadar çıkan maliyet tasarrufu ve %20'ye kadar çıkan gelir artışı olduğu belirlemiştir [44]. MIT 2012'de yaptığı araştırmada ise, olgunlaşmış işletmelerin çalışan başına geliri ve yıllık sabit cirosunun rakiplerine göre %6-9 daha yüksek ve net kar marjının %9-26 daha fazla olduğu tespit edilmiştir [45]. Bu sonuçlar, dijital dönüşüm fırsatlarını değerlendirmenin işletmelere; sürdürülebilir rekabet, daha yüksek adaptasyon ve öngörebilme kabiliyeti, müşteri odaklı ve tamamen entegre bir yapıya sahip olma gibi büyük fırsatlar sunduğunu göstermektedir [42,46,47].

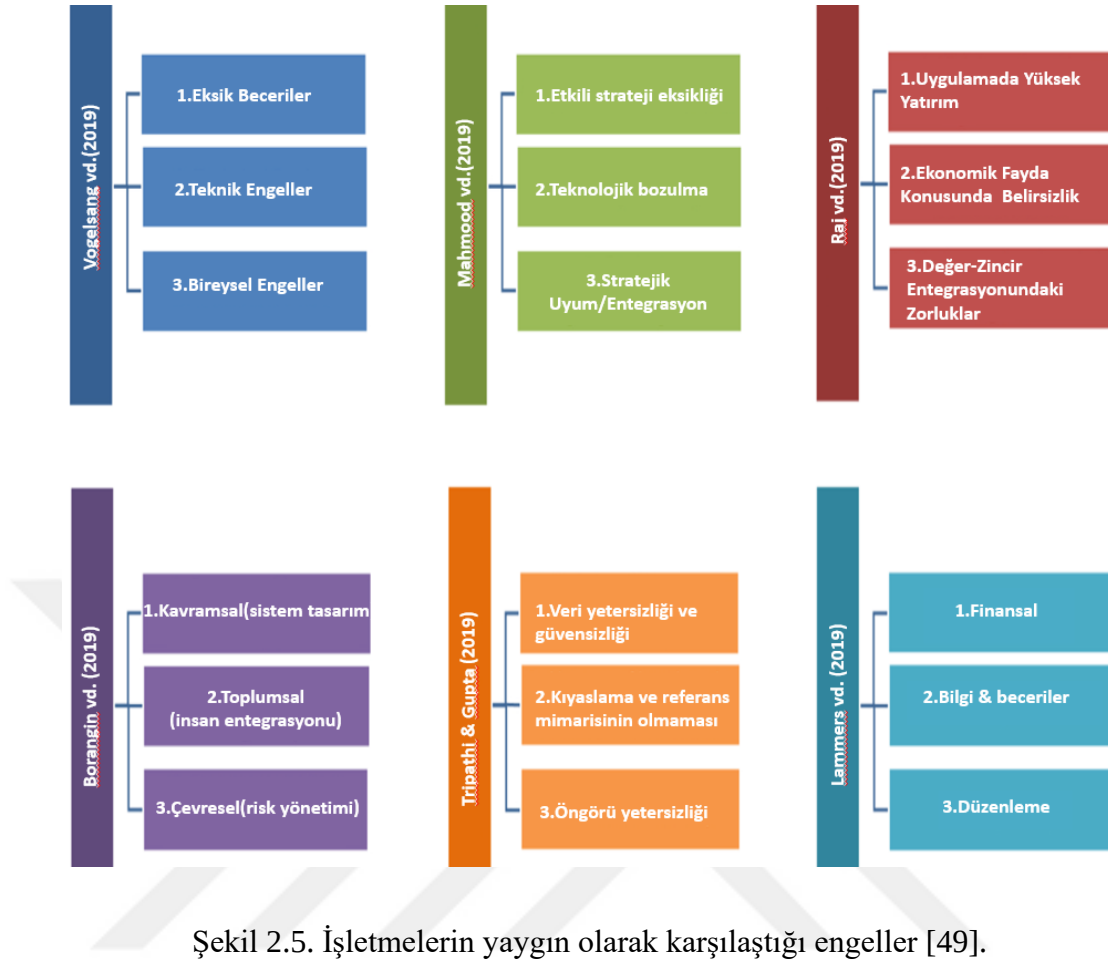
Türkiye dijital dönüşümde, çok yönlü kurumsal bir yapısının olması ve kurucu geleneğe sahip olması nedeniyle büyük bir potansiyele sahip ülkeler arasındadır.

İşletmelerin dijital dönüşümünü gerçekleştirmesi ile aşağıda verilen avantajlar sağlanabilir [42,45,48]:

- Dijital dönüşüm gerçekleştirilmeye başlanmasından itibaren her bir operasyon ve sürecinde gözle görülen verimlilik ve müşteri/paydaş memnuniyeti artışı,
- Daha esnek ve çevik bir şirket yapısı,
- Daha hızlı ve etkili karar verebilme imkânı,
- Dijital yıkımın işletmenin pazar payını ele geçirmesine engel olmak, rekabet gücünde artış,
- Dijital araçlarla büyüyen yeni neslin fabrikadaki ortama uyum sağlayıp, çalışmaya devam edebilmesi için gerekliliklerin sağlanması,
- Çalışanlara daha değerli işler yapabilmek için zaman bırakmak ve
- Çalışan mutluluğu ve aidiyet duygusunu arttırmak gibi daha pek çok avantaj sağlayabilmektedir.

Ancak işletmeler dijital dönüşüm fırsatlarını geç görürse, dönüşümde başarılı olan şirketler, alelacele ve panik içinde taklit edilmeye çalışılır. Birdenbire karşılaşılan aşırı değişim şirkete zarar vermektedir. Çalışanların kafası karışır ve değişimin anlam ve amacından şüphe etmeye başlar. Bu da kültürel değişimin kültür şokuna dönüşmesine sebep olur. Sonuç olarak işletme içi bir kaos ortamı oluşur. Büyük bir şok ve korku içinde eyleme geçmeye çalışılır. Ancak tahmin edildiği üzere yüksek derecede kaygı, doğru kararların alınmasına ve çalışan desteğinden mahrum kalınmasına sebep olacağından, yapılan yatırımların ve dönüşümün başarısız olması, işletmenin bu serüven sonunda karşılaşacağı sonuç olacaktır. Bu yüzden, geç kalmadan doğru planlama ve adımlarla dönüşümün gerçekleştirilmesi, işletmelerin sürdürülebilirliği açısından kritiktir [42].

Dijital dönüşüme geçiş süreci kolay bir süreç değildir. Hem işletme kültürünün hem de operasyonel süreçlerinin sürekli gelişime açık, esnek, çevik ve şeffaf bir yapıya sahip olması gerekir. Ancak bu yapıyı kurarken işletmeler çeşitli engellerle karşılaşabilmektedir. Şekil 2.5'te işletmelerin yaygın olarak karşılaştığı engeller verilmiştir.



Şekil 2.5. İşletmelerin yaygın olarak karşılaştığı engeller [49].

Raj vd. 2020’de dijital dönüşüm uygulamalarının imalat sektöründe uygulanması önündeki engelleri Dematel yaklaşımıyla araştırmıştır. Araştırma sonuçları gelişmiş veya gelişmekte olan ülkelerde kaynak kıtlığı, dijital bir stratejinin olmaması, ülkelerdeki regülasyon düzenlemelerinin teknolojik gelişmelerle koordineli bir şekilde yürütülememesi sonucu, işletmelerde teknolojilerin yayılımının engellenmesi gibi faktörler olduğunu göstermektedir [50]. Ayrıca yeni iş modeli fikirlerinin oluşmasını engelleyen kısa vadeli satış hedefleri ve teklif ücretleri, yanlış ve çok uzun vadeli sonuç alınamayan hedefler, katı ve oteriter yönetim yapıları, sadece kendi sorumlu olduğu alana odaklanan silo benzeri organizasyon yapısına sahip olmak da dijital dönüşümün çalışanlar tarafından faydalı bir girişim olduğunu düşünmesini engelleyebilecek faktörlerdendir [49].

Çalışanların dönüşümü benimsemesinde yaşanan zorluklar (Dijital zihniyet- Digital mindsets), çalışanların BT yeteneklerinin yetersizliği, yetersiz teknolojik altyapı,

yetersiz finansman erişimi gibi engeller de söz konusudur. Ayrıca aşırı heterojen şirket yapıları, yatırım getirisinin (ROI – Return on Investment) tahmin edilememesi ve yenilikçinin ikilemi gibi özellikler dönüşüm hızını yavaşlatmaktadır [51].

Popüler inanın aksine dijital dönüşüm teknolojiden çok insanla ilgilidir. Dijital bir geleceği uyum sağlama yeteneği, yeni nesil beceriler geliştirebilebilme düzeyi, yetenek arzını karşılayabilme, çalışanların potansiyelini ortaya çıkarabilme becerisi, dijital zihniyetin geliştirilmesi çok daha önemli konulardır [52]. Dijital dönüşümün önemli engellerinden bir olan dijital zihniyetin oluşturulamaması, çalışanların teknolojik değişimlere yönelik bireysel inançlarını ölçer. Çalışanların dijital zihniyetlerini oluşturan inançları anlayabilmek, dijital dönüşüm girişimlerinin şekillendirilmesi için önem arz etmektedir. Amazon'un Mechanical Turk (MTurk) platformunda 2020 yılında 282 çalışana yapılan araştırmada, katılımcılara işletmelerinin son üç yılında kullanılan dijital teknolojiler ile ilgili fikirleri sorulmuştur. Katılımcılardan ayrıca bu yeni dijital teknolojilerin işletmelerinde uygulanmasının, iş ve iş yapış biçimlerini nasıl değiştirdiğini açıklamaları istenmiştir. Çalışanlar yeni teknolojileri öğrenmelerinin zaman aldığını, ancak işlerini uzun vadede kolaylaştıracağını düşündüklerini belirtmişlerdir. Ayrıca teknolojik yeteneklerin geliştirilmesine inanmayan çalışanların iyi bir performans göstermek için gerekli becerilere sahip olmadıklarına inandıkları ve bu nedenle daha şüpheci ve yeni girişimlere açık olmadığı tespit edilmiştir. Bazı çalışanların ise dijital zihniyetinin neredeyse hiç oluşmadığı görülmüştür. Bu gruplar değişime karşı, yeni girişimlerden çekinerek gelişimi ve risk almayı reddeden çalışanlardan oluşmaktadır. Ayrıca temel olarak dijital dönüşümün işe yaramayacağı fikrine sahiptirler [53].

Teknolojinin ve piyasanın daha dinamik kompleks ve öngörülemez olacağı artık kabul edilen bir gerçektir. Böyle bir gelecekte insanların değişime uyum sağlaması, daha donanımlı olabilmek için yeni beceriler edinmesi veya mevcut becerilerini geliştirmesi ile tehdit gibi görünen pek çok faktör fırsata çevrilebilir. Bu yüzden başarılı bir dijital dönüşüm için önce insandan başlanmalıdır. Dönüşüm felsefesinin benimsemiş liderler ile işletmelerde dönüşüm kültürü ekosistemi oluşturulmalıdır. Dijital dönüşümün temelini inovasyon ve farkındalık oluşturur. İnovasyonun yaratıcı gücü de ancak nitelikli çalışanlar tarafından ortaya çıkarılabilir. Bu nedenle iş birliği ve sürekli

gelişime açık, dönüşüm felsefesini benimsemiş, adaptasyon gücü yüksek çalışanlar istihdam etmek veya mevcut çalışanların gelişimi yönünde yatırım yapmak ilk başta düşünülmesi gereken faaliyettir. Ancak dijital becerilerden çok hassas becerilere (Sabır, ikna yeteneği, ekip çalışmasına yatkınlık, problem çözebilme, empati vb.) odaklanılması gerekmektedir. Bir işletmenin daha veri merkezli ve dijital hale getirmenin yolu; uyumlu, meraklı ve esnek olan çalışanlar seçerek, bunlara yatırım yapmaktan geçmektedir. Gelecekteki ihtiyaç olacak temel becerileri kimse tarafından net olarak bilinmemektedir. Bu nedenle öğrenme hızı ve isteği yüksek, meraklı kişiler fark yaratabilecek olanlardır. Dinamik gelecek yapısı düşünüldüğünde teknik yeterlilik geçici, entelektüel merak ise kalıcıdır. Bu değişim hareketi ise hiyerarşik veya korku kültürüne dayalı olmayan liderler tarafından yönetilmelidir. Öncelikle üst yönetim, sonra dijital dönüşüm ekibi ve yöneticiler, onların sağladığı motivasyon ve sinerjiyle de diğer çalışanlar dijital dönüşümü benimseyebilir. Bu nedenle kıdemli ve herkes tarafından sevilip saygı duyulan liderler, dönüşüm hareketinde kritik öneme sahiptir. Bu liderler; dijital farkındalığa ve bilgisine sahip, şirket değerlerine bağlı, dürüst, sözünün arkasında duran ve çalışanlar için örnek olabilecek niteliğe sahip olmalıdır. Bu niteliğe sahip kişiler, yazılım mühendislerini nitelikli diğer çalışanlarla ekip haline getirip potansiyellerini ortaya çıkarmasını sağlayarak bir dönüşüm etkisi yaratabilir [8,52]. Ancak dijital kültürün işletmelerde oluşturulması uzun zaman alabilecek bir süreçtir. Dinamik piyasa yapısı düşünüldüğünde işletmelerin hem kültürel hem de operasyonel değişimi aynı anda gerçekleştirmesi gerekmektedir. Bu yüzden işletmelerin kalıcı dijital bir yapı kurmaya çalışırken, dijital tasarımla da rekabetten geri kalmaması önem arz etmektedir.

Bu nedenle işletmelerde aciliyet duygusu yaratılmalı, dijital bir vizyon oluşturulmalı, oluşturulan vizyon her konuyla sentezlenerek kurum içinde yaygınlaştırılmalı, çalışanlara vizyona göre hareket etmeleri için yetki verilmeli, kısa vadede kazanım getirecek faaliyetler öncelikli olarak planlanmalı, yapılan iyileştirmeleri pekiştirmeli ve daha da fazla değişiklik üretilmeli ve geliştirilen yeni yaklaşımları kurumsallaştırmalıdır [8,37,54]. Ancak tüm bunlar yapılmadan önce işletmenin kendi karakteristik özelliklerini, güçlü ve zayıf yönlerini iyi bir şekilde tespit ederek mevcut durumunu belirlemesi gerekmektedir. Bunun için yaygın olarak kullanılan yöntem ise dijital olgunluk modelleridir.

2.4. DİJİTAL OLGUNLUK MODELİ

Son yıllarda teknolojik gelişmeler ile, işletmelerin ve insanların etkileşim alanları yeni bir boyut kazanmaya başlamıştır. Artık insanlar işletmeler için sadece bir müşteri olmanın ötesinde, ürettikleri büyük veri ile işletmenin tüm süreçlerinde önemli birer karar etkileyici konumuna gelmiştir [55]. Bu durum dijital araçların önemini ve etki alanının işletmeler açısından çok daha farklı değerlendirilmesine sebep olmuştur. Diğer taraftan, dijital araçların getirdiği rekabet ve yıkıcı inovatif uygulamalar işletmelerin de en büyük korkusu olmaya başlamıştır [2,56,57]. İşletmeler rakiplerinin olası bir dijital araç ile kendilerini yok edebileceği kaygısı ile yaşamaya başlamıştır. Son 30 yıla baktığımızda özellikle Nokia ve Kodak gibi dünya firmalarının çöküşü, büyükten küçüğe tüm işletmeler için önemli bir kırılma noktası olmuştur [58,59]. Bu durum işletmelerin değişim ve dönüşüm kavramlarını ayırt edemeden kontrolsüzce harekete geçmesine neden olmuştur. Bunun sonucunda işletmeler, insan odaklı bir yaklaşımdan uzaklaşarak, sadece var olan teknolojiyi tüketen veya çok yüksek maliyetler ile satın aldığı teknolojiyi kendi sistemine entegre etmeye çalışan hantal yapılara dönüşmüştür. Kontrolsüzce yapılan bu dijital dönüşüm veya dijitalleşme çabaları, hem firmalara çok büyük bir parasal maliyet getirmeye hem de önemli bir zaman kaybına sebep olmaya başlamıştır [60–62]. Bütün bu kontrolsüz ve değer üretmeyen büyük yatırımlar gerektiren, ancak işletme süreçleri için gerekli olmayan teknolojilerin kullanılması, birbirinden farklı teknolojik altyapılara sahip teknolojilere yatırım yapılması gibi yenilikler, firmaların dönüşüm süreçlerini sürdürülemez bir hale getirmiştir. Bu büyük soruna çözüm bulabilmek için; işletmenin stratejik planları ve kültürüne adapte edilebilecek dijital dönüşüm olgunluk ölçme araçları geliştirilmeye yönelmiştir [48,63,64]. Literatürde yeni olan “Dijital Olgunluk” kavramı ile ilgili yapılan akademik çalışmalar sektörel ihtiyaçlara tam olarak cevap veremediği için, üzerine sürekli çalışma yapılan ve tam olarak tanımlanamayan bir yapıya dönüşmüştür. Bu nedenle dijital dönüşüm süreci başlatılmadan önce işletmenin mevcut dijital olgunluk seviyesi, dijital olgunluk modelleri ile belirlenmektedir [65]. Dijital olgunluk seviyesinin belirlenmesi, işletmenin dijital kapasitesi ile mevcut yetenekleri arasındaki farklılıklarının ortaya konulması ve böylece stratejik planlamalardaki dijital hedeflerin tespit edilmesine yardımcı olmaktadır [66]. Bu nedenle olgunluk modelleri, stratejik yönetimde değerlendirme için önemli araçlar

olarak görülmektedir. Dijital olgunluk modelleriyle işletmelere hedeflerine ulaşmak ve çabalarının sonucu hakkında netliğe sahip olmaları için parametreler belirlenmekte ve bu parametreler takip edilmektedir [67]. Ayrıca zaman içerisinde dönüşüm kavramının, değişim kavramının çok ötesinde bir işletmenin yatay ve dikey tüm organik ve organik olmayan yapıları içerisinde bir etkileşim ve dönüşümü tetikleyen bir süreci ortaya çıkarması, konu ile ilgili çok yönlü çalışmaların yapılmasını zorunlu hale getirmiştir.

2.5. DÜNYA VE TÜRKİYE'DEN BAŞARILI DİJİTAL DÖNÜŞÜM UYGULAMA ÖRNEKLERİ

PwC 2020 yılında 2380 yöneticinin katılımıyla yaptığı araştırmada dijital dönüşüm konusunda öncü olan şirketleri “Sınır Tanımayanlar (Transcenders)” olarak isimlendirmektedir. Araştırma sonuçları, sınır tanımayan şirketlerin organizasyonunu yukarıdan aşağı yeniden şekillendirdiği ve %84'ünün çalışanları ile iş birliği, çapraz fonksiyonel çalışmayı ve değişimi zorunlu kıldığını göstermiştir. Dijital yatırım konusunda da doğru tercihleri yapan bu %5'lik bölümün, kâr marjı büyümesinin diğer şirketlere oranla %17 daha fazla olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca sınır tanımayanların fikirler üzerine uzun uzun düşünmediği ve fikirleri yakalayarak harekete geçtiği belirlenmiştir. Bu şirketlerin %84'ü inovasyon için daha çok vakit ve emek harcamaktadır. Sınır tanımayanların %96'sı dijital dönüşüm yol haritasını belirlemiştir. %89'unda çalışanlar dönüşüm hareketine destek vermekte ve %72'sinde yeni teknoloji ve süreçlere adaptasyon kabiliyeti yüksektir. Bunun yanı sıra %98'inin değişimden korkmadığı ve %90'ının dijitalleşme süreçlerinde geri kalmadığı elde edilen bulgular arasındadır [68]. Harvard Business School'un araştırmasına göre ise, dijital dönüşümü benimsemeyen işletmelerin, ortalama üç yıllık brüt kar marjı % 37 iken, önde gelen dijitali benimseyen işletmelerin ortalama % 55'tir [69].

Dijital dönüşüm yolculuğuna yeni başlamış veya süreci başlatmayı planlayan işletmelerin, süreçte başarılı olarak nitelendirilen diğer işletmelerin başarılı ve başarısız uygulamalarını inceleyerek “Benchmarking (Kıyaslama)” yapması avantaj sağlayabilmektedir. Bu işlem hem sürecin daha hızlı yürütülmesini hem de başarısızlık riskinin azaltılmasını sağlamaktadır. Bu nedenle Dünya ve Türkiye'deki bazı

işletmelerin farklı alanlardaki başarılı uygulamaları çalışma kapsamında incelenmiştir. Dijital dönüşümde başarılı olan işletmelerin genel özelliği; müşterilerden doğrudan geri bildirim alabilme, ne ve neleri geliştirebileceğini ilk elden deneyimleme, müşterilerle bir aile olduğunu hissettirerek, müşteri bağlılığını güçlendirmesiyle, sektöründe başarılı ve çok popüler olmayı sağlamasıdır.

Amazon, yatırım süreci boyunca pek çok para kaybetmesine rağmen günümüzde en büyük teknolojik işletmelerinden biridir. 10 yıl boyunca sürekli olarak, 12 yıl boyunca aralıklı olarak kar elde edememeye devam etmiş, 2017 yılında ilk 58 çeyreğin toplamından daha fazla bir kâr açıklayarak teknoloji devlerinin arasında yerini almıştır. Amazon bu gelişimini ileriye dönük yol haritasını iyi planlamasına ve inovasyon kültürünü şirketinin her noktasına yaygınlaştırmasına borçludur [68]. Hayattaki tek sabit şeyin değişim olduğunu savunan AWS kıdemli dönüşüm mimarı, Dr. Saša Bařkarada, çevikliğin başarının devamı için kritik faktör olduğunu belirtmektedir. Ayrıca teknolojik yeniliklerin yavaşlamayacağı için dijital dönüşüm baskısının her geçen gün daha çok artacağını savunmaktadır [70].

Unicornların (değerı en az bir milyon dolar olan girişimler) başında gelenlerden bir olan Microsoft, öğrenme odaklı bir kültüre geçerek inovasyon hızını ve öngörebilme kabiliyetini arttırmıştır. 1990'larda geliştirdiği Windows işletim sistemi ile başlayan bu yenilik hareketi, 2011'de Skype ve LinkedIn'in alınmasının ardından, bulut bilişim işletmelerde kurulmasına kadar sürmüş ve hale devam etmektedir [68].

Google ise şu anki başarısını daha etkili ve dinamik bir ekibe sahip olmasına bağlamaktadır. Ekipte güvensizlik hissetmeden ve dışlanmadan risk alabilme, çalışanların birbirine ve üst yönetimine yüksek kaliteli ve riskli işler yaptığında güvenebilmesi, ekipteki çalışanların hedeflerinin, rollerinin, yürütme planlarının net bir şekilde hazırlanması ve herkes tarafından bilinmesi, çalışanların her birinin kişisel olarak başka önemli çalışmalarda bulunmasına destek sağlanması ve yapılan işin anlamlı olduğuna dair sahip olunan inanç sayesinde, daha etkili ve başarılı ekipler kurulabilmektedir [42].

Otomotiv sektöründe öncü konumda olan Porche, dijital dönüşümü kullanarak daha iyi bir sürüş keyfi ve otomobil sahibi olmanın nasıl bir his olduğunu tahmin edilmesini sağlamayı amaçlamaktadır. Ayrıca kişiselleştirilmiş ürünlerin piyasaya sunulması için de çalışmalar yapmaktadır. Bu amaçla bilişim teknolojisi bütçesinin yarısını dijital dönüşüme yatırım yapmak için kullanmaktadır. Bunun yanı sıra Porche, trafiğin simülasyonu için modeller kuran PTV Group'u satın almış ve arttırılmış gerçeklik işletmelerine yatırımlar yapmıştır [68].

Paylaşım ekonomisinin en popüler olanlarından Uber, ulaşım hizmetleri için çevrimiçi ulaşım hizmeti sağlamaktadır. Müşteri hizmetlerinde yeni bir bakış açısı getirmeyi, müşteri bağlılığını güçlendirmeyi, çevre kirliliğini ve araç trafiğini azaltmayı amaçlayarak kurduğu sistem sayesinde dünyadaki unicornlardan biri konumuna gelmiştir [71]. Cesur yaklaşımları sayesinde bu noktaya geldiğini belirten Uber, “Önce yap, sonra sor” anlayışına sahiptir. Çalışanlar yeni fikirlerini önce uygular, daha sonra da sonuçları için bekler [42]. Bu yaklaşım sayesinde çalışanların hata yapmaktan korkmadığı, yeni fikirler üretmekten çekinmediği bir işletme ekosistemi sağlanmaktadır.

Tarım makineleri üreticisi John Deere, son yıllarda dijital dönüşüm için önemli adımlar atmıştır. Nitelikli çalışanları istihdam etmek ve mevcut nitelikli çalışanlarını kaybetmemek için işgücü programlarına yatırımlar yapmıştır. Otonom çiftlik kontrolü, yapay zekâ ve derin öğrenme sistemlerinin makinelerde kullanılması, sağlıklı ekinlerin tespiti ve hasarlarının düzeltilmesi gibi teknolojileri süreçlerine entegre etmiştir. Bu ve benzeri yatırımlar ile John Deere firması rekabet gücünü arttırmış ve farklılaşmayı sağlamıştır [68].

Unilever firması iş birliği yapmaya odaklanmıştır. Bu amaçla farklı disiplinlerden insanları bir araya getiren dijital merkezler kurmuştur. Ayrıca tersine mentörlük programları ile dijitalde daha hakim genç neslin daha önceki nesillere dijital rehberlik yapması sağlanmıştır [68].

Domino's Pizza, iş stratejilerinde nesnelerin internetinden (IoT) yararlanan ilk şirketler arasında görülen en başarılı dijital dönüşümlerden biridir. “Her yerde

platformu” sayesinde müşteriler, ana web sitesi dışında çeşitli şekillerde sipariş verebilmektedir. Ayrıca müşteriler en sevdikleri pizzayı sipariş etmek için emojiiler kullanarak mesaj veya bir tweet gönderebilmektedir. Neredeyse tüm bilgisayar cihazlarından, hatta akıllı saatlerden bile sipariş vermek mümkündür [42].

İçecek firması olan Innocent Smoothies ise sürdürülebilirliğin toplumla desteklendiği bir kurumsal yapıyı benimsemiştir. Dünyada açlıkla mücadele etmek için yıllık karının %10’unu bağışlamaktadır. Ayrıca müşterileri tarafında örülen, el örgüsü şapkaları 20 cente onlardan satın alıp, meyve suyu şişelerinin kapaklarında kullanmakta ya da yaşlılara bağış yapmaktadır. Şişelerinin üstüne “Şişeyi açmadan önce çalkalayınız, sonra değil.” gibi komik ifadeler koymaktadır. Şapkaları örenler, örgüyü hobi olarak sevenler ve şapkaları satın alan müşterilerden oluşan bir topluluk oluşturulmuştur. Şirketin etkinliklerine isteyen herkes katılabilmekte, hatta şirketi müşteriler istediği zaman ziyaret edebilmektedir. Müşteriler Banana fon (Innocent Smoothies’in müşteri hizmetlerine verdiği isim) aracılığıyla herhangi bir sorun olduğunda şirketle rahatlıkla iletişim kurulup samimi bir iletişim sağlayabilmektedir [42]. Müşterilerin iş süreçlerine katılımını üst düzeyde sağlayan bu işletme, sadece smoothie satmasına rağmen farklılaşarak, vazgeçilmez bir marka haline gelmiştir.

Tekstil sektöründe faaliyet gösteren H&M, Google ile iş birliği yaparak yedi gün boyunca müşterinin konumlarını, hava durum verilerini, kullanıcının fiziksel aktivitelerini kaydedip bir araya getirmiştir. Ayrıca Google reklamlarında kullanıcının yaşam tarzına göre bireysel olarak uyarlanmış kıyafetler sunmuştur. Bunun yanı sıra artırılmış gerçeklik teknolojisini kullanarak, müşterilerin henüz giymeden üzerinde görmesini sağlayan ayna teknolojisini geliştirmiştir [42].

Türkiye’de ise özellikle kurumsal büyük işletmelerde dijital dönüşüm için ciddi adımlar atılmıştır. Bunlardan Petkim, Petrokimya Holding, Dijitalleşme ve Teknoloji Genel Müdür Yardımcılığı ve Petkim Dijitalleşme Enstitüsü kurmuştur. Çalışanlarına “Dijital Farkındalık” ve “İleri Analitik” konusunda eğitimler vermiştir. Ayrıca stratejik işlere daha fazla odaklanmayı sağlamak üzere rutin, kural tabanlı, yüksek hacimli işler için dijital asistanlar kullanmaktadır. Bunun yanı sıra MIT ve İTÜ start-

upları ile iş birliği kurmuş ve yirmiden fazla dijital dönüşüm projesini hayata geçirmiştir [72].

Brisa, üretimden ziyade, daha yenilikçi çözümler sunarak değişen dünyaya uçtan uca hizmet sağlamaya odaklanmaktadır. “Dijitalleşme stratejileri teknolojiyi uygulamak değil, şirketin ana hedeflerini desteklemek için gerekli teknolojileri kullanmaktır” felsefesini benimsemektedir. Bu nedenle, teknolojinin işletmede kişiselleştirmesi için gerekli aksiyonları almaktadır. Dijital dönüşüm süreci boyunca BT ile birlikte diğer departmanlarla çalıştaylar düzenlenmiştir. Konuşma robotu teknolojisi, görüntü işleme teknolojisi, işletmede işlenen bütün verileri işleyip sonuç alınan ve yazılım teknolojiyle entegre edilmiş robotik süreç otomasyonu teknolojisi kullanılmaktadır (Metal yaka-ROBİ). ROBİ işletmedeki 11 departman için kullanılmaktadır. ROBİ sayesinde, 22 tane süreç artık robotlar kullanılarak yönetilmektedir. Yapılan bu değişikliklerle işletmede %50’den %98’e varan verim elde edilmiş, hata yapma olasılığı azalmıştır. Çalışanlara rutin ve sürekli tekrar eden işler yapmak yerine, daha katma değeri yüksek işlere odaklanmasına fırsat tanınmıştır. Böylece aynı işi, manuel, az ya da katma değersiz bir şekilde yapmayı tercih etmeyen çalışanların tutumlarının iş memnuniyetsizliğine dönüşme riski ortadan kaldırılmıştır. Yapılan bu uygulamanın kendisine fayda sağladığını gören çalışanlar, robot teknolojisinin kendileri için bir tehdit olmadığını ve çalışan sayısını azaltmak amacıyla kullanılmadığını fark etmiştir [69].

Siemens Türkiye, dijital teknolojileri iş süreçlerine entegre etmesinin yanı sıra dokuz alandan oluşturduğu çalışma gruplarıyla (Hizmet Merkezli Mimaride (SOA) Endüstriyel Otomasyon, Nesnelerin İnterneti ve Güvenliği, Sanayi için Veri Analizi, Endüstriyel Otomasyon ve Endüstri 4.0 için Bulut Teknolojileri, Endüstriyel İletişim Teknolojileri, Zaman Duyarlı Ağlar (TNS) Uygulamaları, Yazılım Kalitesi, Test Otomasyonu, Test Kalitesi ve Metodolojisi, Simatic HMI Panelleri’nde Gömülü Linux) çalışanların yeni fikirler önermesini sağlamayı amaçlamaktadır. Ayrıca akademisyenler, deneyimli sektör çalışanları, karar vericiler ve öğrenciler gibi endüstriyle yakından ilgili tüm paydaşları bir araya getirmeyi amaçlayan Türkiye’deki ilk Endüstri 4.0 platformunun (www.endustri40.com) da sponsorluğunu yapmaktadır. Bunun yanı sıra teknolojik aletler üretmek dışında; üretim simülasyonu, enerji

dağıtımı, otomotiv çizelgeleme –CArs (Control Architecture Standard) gibi farklı hizmetler sağlamakta ve bu yeni iş modellerini uygulamaktadır [73].

Ülkemizin sanayi toplumu olmasının önünü açmak ve dijital dönüşümü hızlandırmak amacıyla kurulan model fabrikalar (Yetkinlik ve Dijital Dönüşüm Merkezleri), gerçek bir üretim ortamında katılımcılara uygulamalı öğrenme fırsatı tanıyarak, bir fabrikanın daha verimli hale getirilmesini sağlamayı amaçlamaktadır. Bu amaçla Türkiye’de yedi bölgede model fabrikalar kurularak “Öğren-Dönüş” programları planlanmıştır. Özellikle küçük ölçekli işletmelerin bu programda öğrendiklerini süreçlerine uygulayarak, hiçbir maliyete katlanmak zorunda olmadan verimliliğini arttırması ile ülke ekonomisine büyük katkılar sağlanacaktır. Bunun yanı sıra çalışanların mutlu olabilecekleri ve hayallerini gerçekleştirebilecekleri bir iş ortamı da sunulabilecektir. Bu ve benzeri katkıların, uzun vadede ülkemizin teknolojiyi tüketen değil, üreten ülke olmasının önünü açması beklenmektedir [74].

BÖLÜM 3

TEDARİK ZİNCİRİNDE DİJİTAL DÖNÜŞÜM

3.1. DİJİTAL TEDARİK ZİNCİRİ

Tedarik zinciri yönetimi, müşteriler için değer katan ürün, hizmet ve bilgi sağlayan en son kullanıcıdan hammadde tedarikçilerine kadar iş akışının entegre edilmesidir. Tedarik zincirinin yönetimi birçok faaliyetten oluşan, bilgi akışının ve iletişimin güçlü olması gereken karmaşık bir yapıya sahiptir [75]. Temel tedarik zinciri yapısı Şekil 3.1’de verilmiştir.

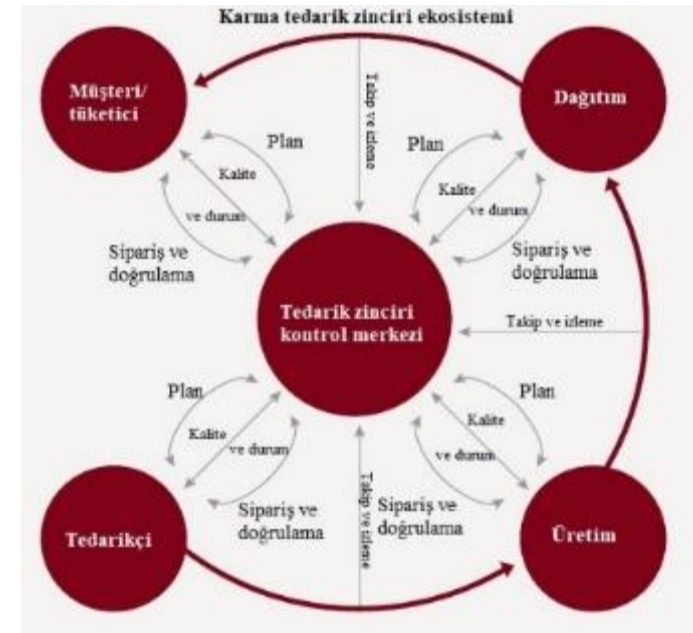
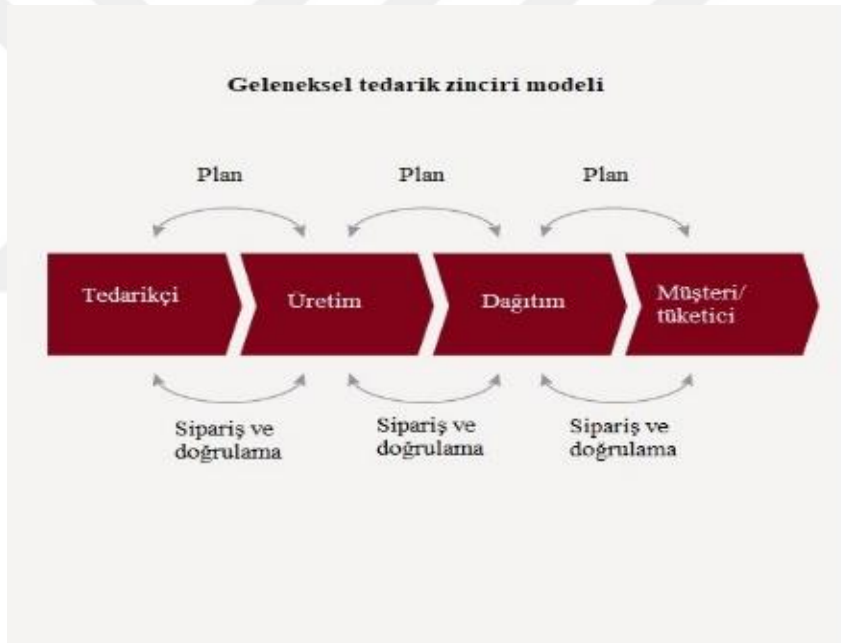
Tedarik Zinciri Yönetimi Bileşenleri (TZYB-SCMC'ler), tedarik zinciri boyunca iş süreçlerinin entegre edildiği ve yönetildiği faaliyetlerdir. Temel olarak fiziksel-teknik ve yönetsel-davranışsal yönetim bileşenleri olmak üzere ikiye ayrılır [76]. Tedarik Zinciri Yönetim Süreçleri (TZYS- SCMP'ler), müşteriye belirli bir değer çıktısı üretmeyi sağlayan müşteri ve tedarikçi ilişkisi, talep ve üretim akışı yönetimi gibi faaliyetlerdir. Tedarik Zinciri Ağ Yapıları (TZAY- SCNS) tedarik zinciri bileşenleri arasındaki bağlantılar ve ilişkilerle ilgilidir. Tedarik Zinciri Akışları (TZA- SCF'ler) ise, tedarik zinciri faaliyetleri ve TZAY'deki her bir aktör arasındaki faaliyetlerdir. Ürün, hizmet, bilgi ve finansal geri dönüş akışlarının birbiriyle entegrasyonu sayesinde, sistematik etkileşim sağlayan faaliyetler bu sisteme örnek verilebilir. Söz konusu yapıyı oluşturabilmek için geleneksel tedarik zinciri yapısı eksikliklere sahiptir. 2014 ve 2018 yılları arasında tedarik zincirinin yönetimiyle ilgili araştırmalar artmış ve çoğunlukla çalışmalarda endüstri 4.0 teknolojileri uygulamalarına yer verilmiştir [77]. Çalışma bulguları, dijital dönüşüm yaklaşımının gelişmesiyle tedarik zinciri yapısının değişmeye ve gelişmeye başladığını göstermektedir. Bu nedenle işletmelerin dijital dönüşüm faaliyetlerini benimsemeye başlaması giderek daha önem kazanmaktadır. Dijital dönüşüm fırsatlarını zamanında yakalama amacıyla, işletmelerde dijital dönüşümle bütün tedarik zincirinde izlenebilir hale getirilerek ürün

tasarımından geri dönüşüne kadar anlık takibi sağlanabilir. Bu nedenle işletmelerde dijital tedarik zinciri yapısı kurulmalıdır. Şekil 3.2.'de geleneksel ve dijital tedarik zinciri yapısı verilmiştir.

Geleneksel tedarik zincirinde, ürünün daha önceki talepleri dikkate alınarak yapılan talep tahminlerinden sonra üretim miktarı belirlenir. Üretime başlanarak müşteri talebi karşılanır. Müşteri talebi karşılanamazsa, talebi karşılamak amacıyla fabrikanın yeniden üretime geçmesi gerekir. Ancak üretim için gerekli olan materyalin veya üretim kapasitesinin yeterli olmaması ve tedarikçide üretim için gerekli olan hammaddenin olmaması, tedarik süresinin uzun olması sorunuyla karşılaşılabilir ya da dağıtım ağında sorunlar yaşanabilir. Üretimin müşteri talebinin yüksek olduğu zamana yetişememesi durumunda ise ürünün satılamaması, ekstra maliyetlere katlanması ve bunun sonucunda kâr marjının düşmesi hatta zarar edilmesi söz konusudur. Fakat akıllı endüstrilerin hayata geçmesiyle oluşturulacak bir tedarik zinciri ağı bütün bu sorunları çözebilir. Dijital tedarik zinciri, tedarik ağındaki, fabrikadaki ve müşteri gereksinimindeki değişen taleplere cevap verebilmek amacıyla gerçek zamanlı olarak doğru bilgi sağlayan, tam entegre ve iş birliğine dayalı bir sistemdir. Bir başka ifade ile müşteri çözümlerine ve dijital süreçlere dayalı hataları minimize etmeyi amaçlayan, kendi kendine öğrenebilen ve öğretebilen bir sistemdir. Bu sistemde müşteri talebinde beklenmeyen bir artış olursa ve öncelikle proaktif algılama kabiliyeti sayesinde, sosyal medya verileri de dahil olmak üzere bütün veriler toplanarak beklenmeyen talep tahmin edilir. Üretim planı yeni talebe göre otomatik olarak güncellenir ve aynı zamanda bütün tedarikçilere güncellenen tedarik talebi iletilir. Bu sırada müşterilerden bilgi toplanmaya devam ederek bir değişim olup olmadığı kontrol edilir. Bütün bu sürecin eş zamanlı ve birbiriyle bağlantılı olarak işlemesi sayesinde zaman ve maliyet kaybı en aza indirilir. Bu nedenle dijital tedarik zincirine sahip bir akıllı fabrika, esnek üretim yapabilme özelliğinden dolayı müşteri ihtiyaçlarını daha iyi karşılayabilmektedir [13,78].



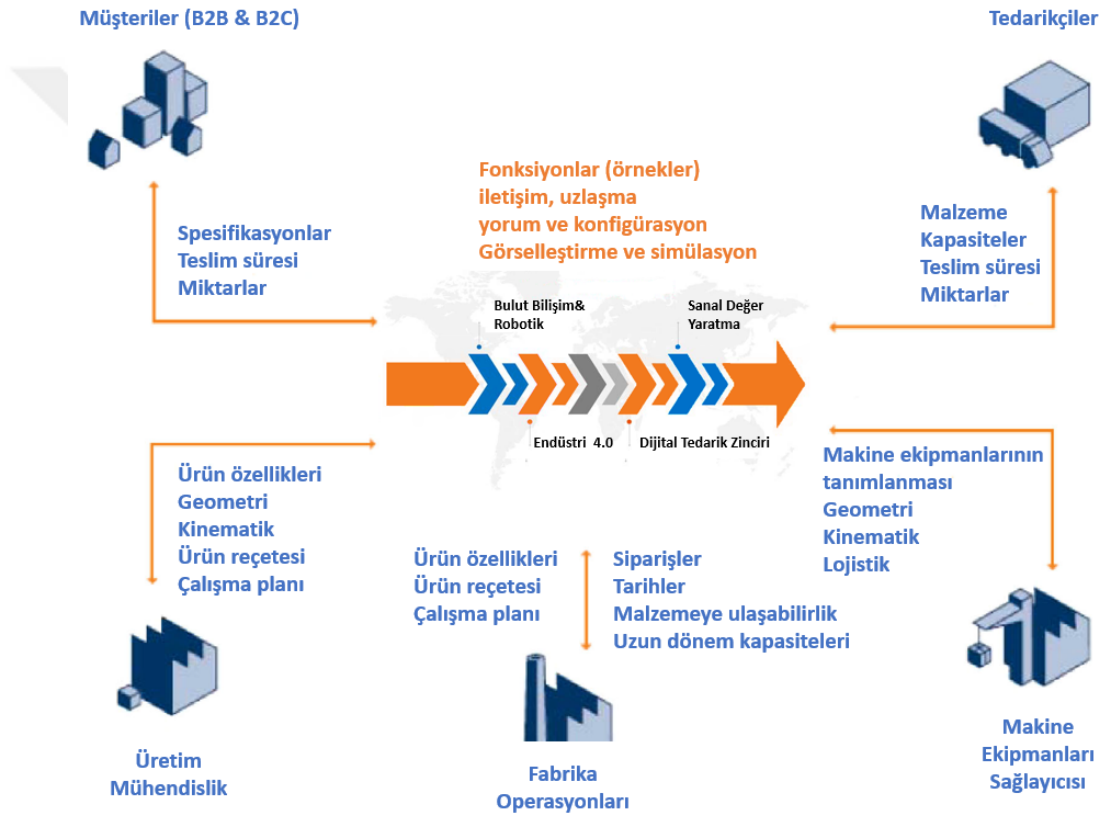
Şekil 3.1. Temel tedarik zinciri yapısı [77].



Şekil 3.2.Geleneksel ve dijital tedarik zinciri yapısı [79].

3.2. DİJİTAL TEDARİK ZİNCİRİNDE SİBER FİZİKSEL ÜRETİM AĞI

Dijital tedarik zincirinin takibinin ve zincire müdahalelerin daha kolay hale getirilmesi için sistemin bir siber fiziksel üretim ağına tasarlanması gerekir. Siber fiziksel üretim ağı ile tedarik zincirinde siber fiziksel sistemlerin kapsamlı entegrasyonu sağlanır. Özellikle konumdan bağımsız özerk eylemler, entegrasyon, çeşitli otonom hizmetler, müşteri ihtiyaç ve gereksinimlerine tepki verme yeteneği ile karakterize edilir [17]. Şekil 3.3.'de siber fiziksel üretim ağı yapısı verilmiştir.



Şekil 3.3. Siber fiziksel üretim ağı yapısı [77,80].

Siber fiziksel üretim ağı aracılığıyla tedarikçiler ve müşteriler arasında uçtan uca entegrasyon bir başka ifade ile bilgi akışı ve iletişim sağlanmaktadır. Dolayısıyla talepler ve müşteri beklentileri algılanarak, doğru ürünün, doğru zamanda, hızlı bir şekilde pazara sürülmesi mümkün olmaktadır. Ancak siber fiziksel üretim ağı yönetilebilmesi için temel performans göstergelerini takip edebilecek bir dizi algoritmaların oluşturularak otonom hale getirilmiş sisteme entegre edilmesi gerekir.

Ayrıca sistemden anlık veriler çekilerek, sanal ortamda üç boyutlu sistemin oluşturulmasına (dijital ikiz), izlenmesine ve gerektiğinde uzaktan müdahale edilebilmesine de imkân tanımaktadır [37].

SAP Entegre İş Planlaması (SAP IBP); esnek, verimli ve etkili bir akıllı tedarik zinciri kuran işletmelerin sekiz temel yeteneğe sahip olduğu belirtmektedir [81].

- Kurumsal planlamanın koordineli ve bütünleşmiş bir şekilde oluşturulmasıyla iş birliğine dayalı kurumsal planlama yapabilmektedir.
- Satış ve operasyon planlamalarının birleştirilmesiyle; stokların, hizmetlerin ve karlılık seviyelerini dengeleyebilmektedir.
- Talep ve tahmin yönetiminin tüm süreçlerde uygulanmasıyla anlık değişimleri öngörerek hızlı cevap verebilmektedir.
- Talep ve tedarik planlamalarında gelişmiş algoritmalar kullanarak talep artışını öngörebilen ve kaba kapasite planlamalarını hem operasyonel hem de taktiksel düzeyde yapabilmektedir.
- Talep bazlı üretimin şeffaflaştırılması ile üretim fonksiyonlarını, kritik noktalarını ve malzeme kullanımını görselleştirebilmektedir.
- Stok planlama süreçlerinin entegrasyonu ve süreçler arası koordinasyon ile tedarik zincirinden belirsizlikleri ortadan kaldırabilmektedir.
- Tedarik zincirindeki tüm işlemler gerçek zamanlı olarak takip edilip ölçülmesiyle, uçtan uca bütünleşmiş ve şeffaf bir sistem sağlanabilir. Bu durum daha hızlı ve etkili kararlar alınmasını ve düzeltici eylemlerin hızlı bir şekilde gerçekleştirilmesini sağlayabilmektedir.
- Planlama süreçlerini bütünleşik hale getirerek, iş akışının yönetilmesini kolaylaştırabilir ve işletme performansını ve ürün kârlılığını arttırabilmektedir.

Müşteri talep ve beklentilerini karşılamak için ürünlerin sadece üretim sırasında takibinin yapılması yeterli olmamaktadır. Siber fiziksel sistemlerle ürünler, ürün yaşam döngüsü (PLM) boyunca da takip edilebilmektedir. Ancak bu yapının kurulabilmesi; bilgisayar teknolojilerinin donanımlarda kullanımı (BT-Küreselleşme), tüm ürün yaşam döngüsü boyunca tek bir kodla tanımlanması ve verilerin gelişmiş erişim imkanlarına sahip tek bir merkezde toplanması (Single source of truth),

bütünleşmiş ve merkezi olmayan akıllı makineler (Otomasyon) ve işletme içinde ve dışındaki uçtan uca entegrasyon (İş birliği) ile mümkün olabilmektedir. PLM ağlarında tasarım fikrinden ürün ömrü son bulana kadar takip edilebilen ürünler sayesinde sistemin izlenebilirliğini artırılır ve verilerin doğruluğundan emin olunması sağlanır. Bu yetenekler ise işletmelerin daha işbirlikçi, adaptasyon kabiliyeti yüksek ve değişimleri daha hızlı öngörebilir olmasını sağlamaktadır [82,83].

3.3. DİJİTAL TEDARİK ZİNCİRİ UYGULAMALARI

Pandemiyle birlikte değişen anlık trendler ve dinamik talepler dikkate alındığında tedarik zincirlerinin dayanıklı olması, esnek ve çevik bir yapı kurması ile mümkün olabilmektedir. Ancak ürün değer zincirinin dijital hale getirilmesi işletmenin pek çok alanında büyük bir değişim hareketinin başlamasını gerektirir. IDG'nin 2017 yılında 339 işletmenin katılımıyla yaptığı araştırmada; işletmelerin sırasıyla üretim (%56), bilgi işlem (%44,2), Ar-Ge (%32,7), lojistik ve stok yönetimi (%32,2), satış ve dağıtım (%28), müşteri hizmetleri (%23,1), pazarlama (%18,9) ve satınalma (%17,8) alanlarının dönüşümüne daha çok önem verilmesi gerektiğini düşündüğü görülmüştür [84]. Buna ek olarak, dijital dönüşüm için doğru yatırımların yapılması kadar bu yatırımları işletmeyi nasıl ve ne kadar dönüştürebildiği de çok önemlidir [85]. Bu nedenle işletmeler iş birliğine açık olmalıdır. 2021 yılında KPMG tarafından yapılan çalışmada, global düzeydeki CEO'ların %77'si, Türkiye'deki CEO'ların %67'si dijital iş birliği araçlarını kullanmaya başladıklarını, kullanmaya devam edeceklerini ve geliştireceklerini ifade etmiştir [86]. Özetle, işletmenin hedeflerine hizmet edebilecek en doğru alanlarda, en gerekli teknolojilere yatırım yapılarak, yapılan bu yatırımın değere dönüştürülmesi ile dijital tedarik zinciri yapısı kurulmaktadır.

Tedarik zinciri yönetimi fonksiyonu, analitik talep planlaması gibi gelişmiş planlama süreçlerine kaymıştır ve müşterilerden tedarikçilere bütünleşmiş operasyonlar sağlamaktadır. Ayrıca tedarik zinciri yönetiminin odak noktası da ortaklar arasındaki iş birliği ve güven üzerine yoğunlaşmıştır [87]. Bütünleşmiş bir tedarik zincirinin yönetimi, sürekli bilgi akışları gerektirir ve optimum ürün akışlarının oluşturulmasını sağlar. Müşteri talebi, üretim süreçleri ve tedarikçi performansındaki belirsizliği kontrol etmek, etkili bir tedarik zinciri yönetimi için oldukça önemlidir. Tedarik

zincirinin entegrasyonu için 3M gibi büyük şirketlerde temel tedarik zinciri süreçleri belirlenmiştir. Bu süreçler; müşteri ilişkileri yönetimi, müşteri hizmetleri yönetimi, talep yönetimi, müşteri sipariş karşılama, üretim akış yönetimi, satınalma, ürün geliştirme ve ticarileştirme, iade (Returns) sürecidir [88].

Müşteri ilişkileri yönetimi, kilit müşteri ve müşteri gruplarının tanımlanmasıdır [88]. Büyük veri oluşturarak gelişmiş analitik yazılımları ve makine öğrenmesi sayesinde, müşteri profili analiz edilerek gruplandırılabilir. Müşteri yönetim sistemleri için bütün tedarik zincirinin birbiri ile ilişkili ve entegre bir şekilde çalışması sayesinde, müşterilerle ilgili büyük veriler analiz edilerek müşteri beklentileri ve talep tahminleri etkin bir şekilde yapılabilir. Bunun yanı sıra beaconlar ile müşteri davranışlarına dayalı bilgilendirme yapılabilir [89].

Müşteri hizmetleri yönetimi ile müşteri bilgilerinin tek kaynaktan toplanmasıdır. Müşteri termin süreleri, ürün kullanılabilirliği, ürünün kişiselleştirilebilmesi, müşteriye özel fiyat sunulması gibi hizmetler bu süreçte dahildir. Müşteri hizmetleri, üretim ve lojistik operasyonlarıyla bağlantılı hale getirilerek, bulut aracılığıyla MES, ERP yazılımları ve IoT teknolojisiyle de gerçek zamanlı verilere erişimi ve müşterilere anlık iletimi sağlanır [88].

Talep yönetim süreci, müşteri talebindeki dinamik değişikliklerin öngörülebilmesidir. Müşteri taleplerinin işletmenin tedarik yetenekleriyle dengelemesini gerektirir. Pazara hangi ürünün ne zaman sunulacağı, çoklu tedarikçilerin bulunması ve seçilmesi, pazarlama ihtiyaçlarına göre üretim planlarının yapılması, stok yönetimi gibi faaliyetlerle ilişkilidir [88].

Alışverişlerde “Chatbotlar” kullanılarak satın alma işleminin yapılmasına, tüketicilerin %47’sinin olumlu bakması ve “Chatbotların” satış işlemini gerçekleştirirken duygusal davranmaması, tüketici şikayetlerini azaltacağı ve bunun da müşterilerin alışveriş yapma isteğini arttırması beklenmektedir. Ayrıca tüketicilerin tam olarak istedikleri ürüne sahip olmaları halinde ürün fiyatını çok dikkate almayacağını düşündüğü, yapılan araştırmalar arasındadır. Bu nedenle üretimin esnekliği ve çeşitliliği sağlandığı takdirde işletmelerin kâr marjlarının artması

beklenmektedir. Üretimin tüketiciye şeffaflaştırılması, bir başka ifade ile tüketicinin bütün süreçleri bilmesi halinde tüketim miktarını arttıracak ve güven duyarak ürünleri tüketeceği de dikkate alınmalıdır. Bunu yanı sıra alışveriş sürecinin “VR” teknolojileri yardımıyla oyunlaştırılarak online bir şekilde müşterinin evden çıkmasına gerek kalmadan alışveriş yapabilmesinin sağlanması ile tüketimin artacağı düşünülmektedir [90].

Müşteri sipariş karşılama süreci, müşterilerin talep ettiği ürünü ihtiyacı olan tarihler arasında karşılanmasıdır. Siparişin iyi bir şekilde karşılanabilmesi işletmenin; üretim, dağıtım, nakliye yetenekleri ve bu faaliyetlerin entegrasyonu ile mümkündür [88]. Eklemeli imalat teknolojileri ile ürün üreticinin istediği şekilde ve kısa zamanda üretilebilir. Ancak eklemeli imalat teknolojisi tedarik zincirinde yaygınlaşmaya başlamadan önce, çok karmaşık desenler yapabilecek şekilde tasarlanamaması sonucu malzeme dayanımının düşük olması, sistemde kullanılan yazılım ve donanımına entegre edilmesinde karşılaşılan problemler gibi sorunlara çözüm bulması önerilmektedir [91]. Ayrıca tedarikçinin müşteri ve üretici taleplerinden üretici ile eş zamanda haberdar olması sayesinde fazla stoğa katlanma veya üreticiye ürünü zamanında tedarik edememe gibi sorunlar ortadan kalkacaktır. Bunların yanı sıra sistemin ölçeklenebilirliğini ve uyarlanabilirliğini sağlayacaktır [13]. Ayrıca IoT ve blok zinciri teknolojileri de bu süreçlerin yönetimini kolaylaştıracaktır. Tedarik zinciri üyelerinin ve lojistik sağlayıcıların güçlü iş birliği sayesinde müşteriye teslim maliyetlerini azalması ve müşteri bağlılığının artması sağlanmaktadır. Lojistik merkezlerindeki transfer kaynaklarının birbirleriyle ve kendileriyle iletişim kurması ile sevkiyat için en iyi rotanın bulunması da sağlanabilmektedir [92].

IoT teknolojilerinin kullanılmasıyla gündeme gelen otonom araçların lojistik sektöründe faaliyet göstermeye başlaması ile bir sürücüye gerek olmadan, çevresindeki değişimleri algılayabilen ve gerekli tepkileri verebilen otonom araçların sensörler aracılığıyla verileri toplayarak makine öğrenmesini gerçekleştirmesi sağlanabilecektir. Ayrıca otonom araçlar sayesinde, sürücü kaynaklı trafik kazalarını yok edecek kadar azaltılması ve yakıt tüketimi kontrolünün sağlanması ile çevre kirliliğinin azaltılması beklenmektedir [93]. Dış lojistik süreçlerinde kullanılan “Drone” araçları ile rotanın doğruluğu ve taşınan ürünlerin anlık takibi yapılabilir [13].

Üretim akış yönetimi süreci, stok faaliyetlerinin yönetimiyle ilgilidir. Siparişe dayalı üretim yaklaşımıyla siparişlerin minimum lot büyüklüğünde belirlenmesi, JIT'e göre üretilmesi, piyasa değişikliklerine uyum sağlama yeteneklerinin gelişmesi gibi süreçleri içerir [88]. Çok gelişmiş uygulamalarla bu faaliyetler yönetilebilmektedir. Ürünlerin üzerine yerleştirilen etiketlerle; hızlı ödeme, anlık stok sayım ve optimizasyonu, ürünün yaşam döngüsü boyunca izlenebilmesi, dinamik pazarlama ve reklam uygulamaları kullanılabilmektedir. Bunun yanı sıra her müşteri segmenti için ayrı stratejiler geliştirilerek, üretim çevrim sürelerinin kısalması sağlanabilir. Ayrıca 3D yazıcı teknolojilerini kullanarak, ürünlerin karmaşık tedarik zincirleri yerine doğrudan depolarda, müşteri isteklerine göre özelleştirilmiş ürünlerin çok kısa bir sürede üretilmesi sağlanır. Buna ek olarak, yatay ve dikey entegrasyon sayesinde tüketici talepleri tahmin edilir ve böylece envanter maliyetleri minimum düzeyde tutulur [94].

Üretimde kullanılan 3D teknolojileri, atık malzemelerin azalması ile sistemin bütünlük bir yapıda inşa edilebilmesini sağlar. Ayrıca tasarım, test ve üretim için ekstra makine ve aletlerin kullanım ihtiyacı ortadan kalkar. Örneğin SpaceX, SuperDraco'nun motorunu üretmek için 3D teknolojisini kullanmıştır. Ayrıca NASA; ağırlık, yakıt tüketimi ve maliyet tasarrufu için optimize edilmiş uçaklar üretmek için 3D baskı teknolojisini kullanmaktadır [94]. RFID (Radyo Frekanslı ile Tanımlama) teknolojileri ile üretimdeki her bir ürüne kimlik verilerek üretimin esnekleştirilmesi, çeşitlendirilmesi ve anlık takibinin yapılması sağlanabilir. Örneğin meyve suyu üretimi yapan bir gıda firmasında, her bir ürünün RFID kartlarına tanımlanan ürün karakteristikleri bilgisi makine ile entegrasyon kurarak üretimini gerçekleştirmekte ve ürün ile makineler iletişim kurarak sürecin iyileştirilmesini sağlayabilmektedir [95]. Ayrıca IoT'ler yardımıyla verinin anlık toplanması ve makine öğrenim modelleri kullanarak sistemi iyileştirmesinin birçok faydasından bahsedilebilir. Örneğin; üretimdeki tehlikeli bölgelerde, tehlikeli alana bir işçi girdiğinde, kullanılan bu cihazlar birkaç saniye içinde bu işçiyi fark ederek sisteme alarm gönderebilir ve hatta üretim hattını durdurabilir. Bu sayede olası bir iş kazası önlenir. Ya da bir içecek fabrikasında filtrelerin doğru zamanda değiştirilmesinin sağlanması ile fire oranı tespit edilebilir. Bu verilerin anlık olarak toplanarak, makine öğrenmesi ile eğitilmesi sayesinde fire oranları ciddi ölçüde azaltılabilir. Özellikle kontrol noktalarında

kullanılacak bu sensörler sayesinde üretim kalitesi ve süresi ciddi oranda azaltılabilir [96]. Buna ek olarak, AR/VR teknolojilerinin üretimde kullanımı sayesinde çalışan personelin hiçbir bilgisi olmasa bile, arttırılmış gerçeklik desteğiyle oluşturulan algoritmaları takip ederek işlemleri gerçekleştirebilecektir. Örneğin anlık müdahale gerektiren makinelerde, makine bakım sorumlulukları dışında herhangi bir çalışanın talimatları takip ederek sistem üzerinde basit müdahaleler yapılabilmesi AR/VR teknolojileriyle sağlanabilir [97].

Satınalma süreci, üretim akışını ve yeni ürünlerin geliştirilmesini en iyi hale getirebilmek için tedarikçi gruplarıyla iş birliği yapılmasını içerir. Tasarıma göre tedarikçileri seçerek ürün geliştirme sürelerini en aza indirmek, kilit tedarikçilerle yaşanabilecek aksaklıklara karşı alternatif tedarikçiler belirlemek, üretim, satınalma, tedarikçi arasındaki koordinasyonu sağlamak temel faaliyetleri arasındadır [88]. Elektronik veri değişimi (EDI) ve bulut sistemleri iletişimin hızını arttırabilir. Bu müşterilerin doğrudan tedarikçileri yönetmek yerine zamanı ve maliyeti azalttığı için işletmelerden satın almayı tercih etmesini sağlayabilir.

Ürün geliştirme ve ticarileştirme süreci, işletmenin en önemli süreçlerinden birisidir. Tasarlanan ürünlerin piyasaya sürülme süresinin optimum düzeyde tutulması amaçlanır. Özellikle ürün yaşam döngülerinin kısaldığı günümüzde, müşterilerin ve tedarikçilerin tasarım sürecine dahil edilerek, ürün talebi riskinin en aza indirilmesi gerekmektedir [88]. Müşteri ilişkileri yönetimiyle koordine bir şekilde gelişmiş analitik yazılımlarla büyük verinin işlenerek, müşteri taleplerini belirlenmesi ve tedarik edilecek malzeme gruplarının ve tedarikçilerin birlikte seçilmesi, üretim akışında gelişmiş üretim teknolojilerinden faydalanılması, işletmenin rekabet gücünü arttırabilmektedir. Ayrıca ürün geliştirilirken “AR/VR” ve “dijital ikiz” teknolojilerinden faydalanarak, sanal ortamda görselleştirilmesi ve bu aşamalarda meydana gelebilecek hataların en aza indirilmesi sağlanabilmektedir [98].

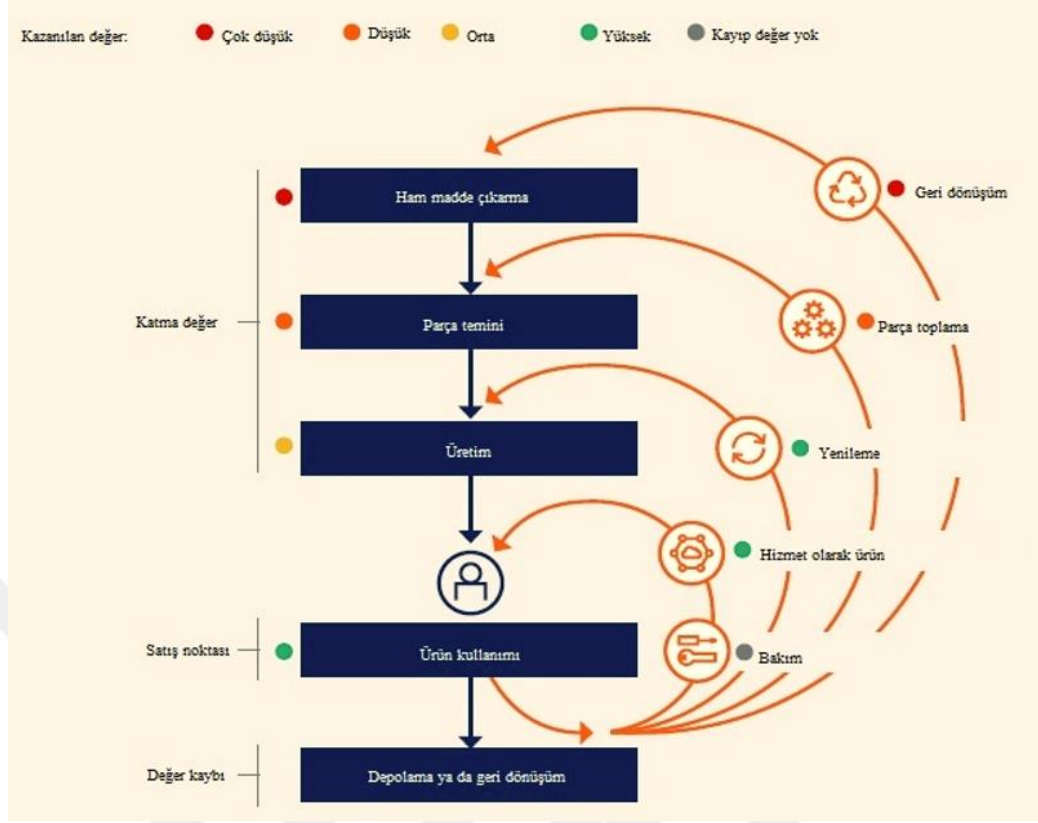
İade süreci, sürdürülebilir bir rekabet avantajı elde etmek için müşteri iade taleplerinin yönetimi, iş süreci kaynaklarının geri kazanımının ve tasarrufunun sağlanması, ufuk açan inovasyon projelerinin yürütülmesi gibi faaliyetleri içerir [88]. Değişen piyasa

koşulları ve iklim değışikliğı bu sürecin iyi bir şekilde yönetilmesinin önemini arttırmaktadır.

3.4. SÜRDÜRÜLEBİLİR VE YEŞİL TEDARİK ZİNCİRİ UYGULAMALARI

Sürdürülebilir kalkınma, “gelecek nesillerin kendi ihtiyaçlarını karşılama yeteneğinden ödün vermeden bugünün ihtiyaçlarını karşılayan kalkınma” olarak tanımlanmaktadır [99].

Gartner 2022 yılında yaptığı çalışmada, tedarik zincirinin sürdürülebilirliğinde; sera gazı emisyonları yönetimi, döngüsel ekonomi ile çevresel ekosistem etkileri ve su stresi alanlarındaki eğilimlere yanıt verebilmek için, işletmelerin düşük karbonlu, esnek ve kaynakları verimli kullanan bir ekonomiye geçişi sağlaması gerektiğini belirtmektedir. Bunun için işletmelerde sera gazı emisyon yönetimi, kaynakların erişebilirliği ve biyoçeşitlilik ve ekosistem etkileri ile ilgili faaliyetler yürütülmesi üç temel eğilim olmalıdır. *Sera gazı emisyonu* ile ilgili azaltma ve iklim değışikliğine adaptasyon çalışmaları yapılmalıdır. Dijital çözümlerle sera gazı emisyonlarının görünürlüğünü sağlayarak emisyon oranının azaltılması, ağaç dikme gibi karbon denkleştirici faaliyetler yürütülmesi, yenilenebilir enerjiye yatırım yapılması gibi eylemlere iş süreçlerinde yer verilmelidir. İşletmelerin %84’ü iklim değışikliğine adaptasyon ve iklim etkisini azaltmak için yatırımlar yapmaktadır. Bir diğer eğilim olan *Kaynak erişebilirliği* ise; ticaret, fiyat ve bulunabilirlikten kaynaklanan kaynak kısıtlamalarını ifade etmektedir. Döngüsel bir ekonomi bir başka ifade ile hammadde tüketimini büyümeden ayıran bir ekonomiyle; hammadde güvenilirliğinin artırılması ve çevresel etkilerin azaltılması sağlanabilmektedir. Şekil 3.4’de tedarik zincirinde dairesel ve doğrusal ekonomik yapı arasındaki ilişki gösterilmektedir [100].



Şekil 3.4. Tedarik zincirinde dairesel ve doğrusal ekonomik yapı arasındaki ilişki modeli [100].

Tedarik zinciri yöneticilerinin %51'inin döngüsel ekonomiye verilen önemin artacağını belirttiği düşünüldüğünde, sürdürülebilirlik için kaynak verimliliği büyük bir öneme sahiptir. İşletmeler kaynak verimliliği stratejileri; işletmede esnekliğin sağlanarak daha fazla katma değer üretilmesi, etkili bilgi ve veri mekanizmaları ile iş birliği yönetimi ve hammadde, çevre ve mühendislik faaliyetleri için dijital çözümler kullanılması olmalıdır. *Biyoçeşitlilik ve ekosistem etkisi* de bir diğer eğilimdir. Doğal ekosistemlerin tehlikeye girmesini önlemek ve biyoçeşitliliğin korunması için işletmeler iş süreçlerini yeniden gözden geçirmeli ve daha yeşil bir yaklaşım benimsemelidir. Bunun için değer zincirindeki çevresel sorunlar tespit edilmeli, tedarikçilerinin ekosistem etkisini ne kadar önemseydiği değerlendirilmelidir. Daha sonrasında karşılaşılabilecek riskler belirlenerek önlemler alınmalıdır. Planlanan önlemler çevresel riskleri azaltabilecek hatta iyileştirebilecek etkiye sahip olmalıdır. Müdahale edilecek alanların ve önlemlerin belirlenmesi aşamalarında dijital çözümlerden faydalanılabilmektedir [100].

3.4.1. Avrupa Yeşil Mutabakatı

Karbondiyoksit emisyonlarının beklenen seviyenin altına gelememesi nedeniyle, uzun vadeli iklim ve kalkınma hedeflerine ulaşmak için yapısal bir değişime ihtiyaç giderek artmıştır [101]. Bu nedenle karbon piyasasının dengelenmesi ve çevresel sürdürülebilirliğin sağlanabilmesi amacıyla yeşil ekonomi konsepti ortaya çıkmıştır. Bu bağlamda Avrupa Birliği Komisyonu'nun 2019 yılında duyurduğu iklim değişikliğini birinci öncelik haline getirecek Avrupa Yeşil Mutabakatıyla, Avrupa'nın 2050 yılına kadar karbon-nötr hale getirilmesi planlanmaktadır [102].

Şekil 3.5'te Avrupa yeşil mutabakatının faaliyet konuları verilmiştir.



Şekil 3.5. Avrupa yeşil mutabakatının faaliyet konuları [103].

Avrupa Yeşil Mutabakatı'nın dört temel ayağı; karbon fiyatı (Carbon pricing), sürdürülebilir yatırım (Sustainable investment), endüstriyel politika (Industrial policy) ve adil geçiş (Just transition). Bu dört temel etkene yönelik olarak Avrupa yeşil mutabakatıyla [104];

- Avrupa Birliği Emisyon Ticareti Sistemi (EU Emissions Trading System (ETS)) tarafından tüm sektörler için anlamlı bir karbon fiyatı belirlenmesi,
- İşletmeleri teknoloji değiştirmeye zorlarken, toplumun çevreye karşı tutum ve davranışlarını değiştirmeye yönlendiren ve artan maliyetleri dengeleyen karbon fiyatları üzerinde, sürdürülebilir bir yatırım stratejisi tanımlanması,
- Yeşil inovasyonlar yapan işletmelerin desteklenmesi ve,
- İklim politikalarının olumsuz sonuçları dikkate alınarak en aza indirilmesi faaliyetlerinin gerçekleştirilmesi beklenmektedir.

Türkiye’de konu ile ilgili olarak “Yeşil Mutabakatı Çalışma Grubu” kurulmuş ve 16 Temmuz 2021’de “Yeşil Mutabakat Eylem Planı” yayınlanmıştır. Dokuz ana başlık, toplam 32 hedef ve 81 eylemin yer aldığı planda, Türkiye’nin global düzeyde rekabet sağlayabilmesi ve güçlendirmesi için yapılması gereken yeşil yatırımlardan söz edilmiş ve bir yol haritası belirlenmiştir [105]. Yeşil mutabakat eylem planının yayınlanmasının ardından işletmeler de bu konuyla ilgili planlamalar yapmaya başlamıştır. Örneğin ISO 50001 Enerji Yönetim Sistemi Belgesi’ne sahip ilk elektrik tedarik şirketi ünvanına sahip Limak Enerji Uludağ Elektrik yöneticileri, yeşil mutabakatı desteklediğini belirtmiş ve enerji verimliliğinin önemini vurgulamıştır [106].

3.4.2. Geri Kazanım Faaliyetleri

Tersine lojistik sistemlerinde, sisteme geri dönen ürünü birçok yöntemle değerlendirilmektedir. Yapılacak uygulama, geri dönen ürünün kalan ömrü ve kullanılabilirlik düzeyi ve ürünün yapısı dikkate alınarak seçilir. Sisteme geri dönen ürün; yeniden kullanım, ürün yenileştirme, yeniden üretim, geri dönüşüm veya bertaraf etme faaliyetlerinden biriyle geri kazanılır. Bu faaliyetleri aşağıda kısaca tanımlanmıştır [107].

- *Yeniden kullanım*; Ürünün başkaları tarafından kullanılmasıdır.
- *Ürün yenileştirme*; Ürün kullanılabilecek durumda olup, ancak bazı parçaları bozursa, parçalarının değiştirilerek kullanılabilir hale getirilmesi (Tamir vb.) olarak tanımlanabilir.

- *Yeniden üretim*; Ürünün kendisi kullanılabilir durumda değil, ancak parçaları kullanılabilir durumda ise ürün parçalarının başka süreçlerde kullanılmasıdır.
- *Geri dönüşüm*; Ürünün kendisi veya parçaları kullanılamaz durumda, ancak ürün materyallerin veya katı atıkların yeniden değerlendirilebilmesi ve ürün materyallerinin tekrar kullanılmasıdır.
- *Bertaraf etme*; Ürünün hammadde yapısı geri dönüşüme uygun olmaması sonucu yok edilmesidir (Yakılarak yok etme vb.).

Son yıllarda işletmeler ürünlerin geri kazanımı konularına önem vermektedir. Garanti BBVA tarafından, Deniz Temiz Derneği / TURMEPA iş birliğiyle denizlerin kirletilmesi önleyebilmek amacıyla Marmara Denizi'nde atık yüzey temizliği ve bölge illerde farkındalık eğitimleri gerçekleştirdikleri Mavi Nefes Projesi uygulaması örnek verilebilir [108]. Ayrıca Cif Türkiye tarafından 20 adet “Çöpkapar” İstanbul Boğazı’na yerleştirilmiştir ve yaşadığı şehri kirletmeyeceğine dair verilen her 100.000 söz için bir yeni “Çöpkapar” daha eklenmektedir [109]. H&M ise, geri dönüştürülmüş ürünler kullanarak bir koleksiyon hazırlamıştır [110]. Buna ek olarak, pek çok işletme arıtma çamurundan geri dönüşüm yapmakta, endüstriyel atıklara yönelik arıtma tesisleri inşa etmekte ve müşterilerden eski ürünleri alarak değerlendirmektedir.

3.4.3. Yenilenebilir Enerji

Fosil yakıtların azalması ve çevresel bozulmaların meydana gelmesi nedeniyle yenilenebilir enerji tüketimi giderek önem kazanmaktadır. Yenilenebilir enerji, “yerel çevrede meydana gelen doğal olarak tekrarlayan ve kalıcı enerji akışlarından elde edilen enerjidir”. Yenilenebilir enerji kaynakları, ulaşılabilirlik (Accessibility), mevcudiyet (Availability) ve kabul edilebilirlik (Acceptability) özelliklerine sahiptir. Yenilenebilir enerji, karbondioksit emisyonlarını düşürerek çevrenin korunmasına etki sağladığı, enerjide dışa bağımlılığı azalttığı ve istihdamın artmasına katkı sağladığı için, yönelimlerin arttığı bir enerji türüdür. Yenilenebilir enerji kaynakları; güneş radyasyonu (Güneş ışığı), rüzgar, bitkisel biyokütle, nehirler (Hidroelektrik), okyanus dalgaları, gelgitler, jeotermal ısı ve diğer bu tür sürekli kaynaklardan gelen gücü içerir [111, 112].

Bir ülkenin ekonomik olarak kalkınmasında tüketilen ve üretilen enerji miktarları önemli bir gösterge olarak değerlendirildiğinde, potansiyel yenilenebilir enerji kaynaklarının daha etkin kullanılması gerekmektedir [113].

2021 Yenilenebilir Enerji Küresel Durum Raporu'na göre, yenilenebilir enerji kapasitesinin son üç yılda küçük de olsa artış göstermekte ve işletmelerin yenilenebilir elektrik tedarikinde rekorlar kırmaya devam etmektedir. 2021 yılında ABD ve Çin karbon nötr olmayı taahhüt eden Paris Anlaşması'na katılmıştır. Yenilenebilir enerjinin nötr karbon hedefleri için büyük önemi olmasına ve ilginin giderek artmasına rağmen, bu hedeflerin tüm sera gazı ve sektörleri kapsamaması nedeniyle hedeflerin gerçekleştirilmesi için daha kapsamlı bir plana ihtiyaç duyulmaktadır. Yenilenebilir enerji kullanımının en yüksek payı ise elektrik sektöründedir (%26). Modern yenilenebilir enerji (geleneksel biyokütle kullanımı hariç), 2019 itibarıyla yenilenebilir enerji kaynaklarından hidroenerji %3,6, biyokütle/güneş/jeotermal enerjisi %4,2, rüzgâr biyokütle/güneş/jeotermal/dalga enerjisi %2,4, taşıma için biyoyakıt %1 olmak üzere toplam yenilenebilir enerjiden üretilen enerji tüketimi tahmini %11,2'e yükselmiştir. Ayrıca yenilenebilir elektrik kapasitesi, pandemi sırasında 256 gigawatt'tan (GW) fazla artış göstererek, şimdiye kadarki en büyük artışını gerçekleştirmiştir. Ancak yenilenebilir enerji, toplam endüstriyel enerji talebinin yalnızca %14,8'ini karşılamaktadır. 2020 yılında ulaşım enerji talebindeki azalış sebebiyle biyoyakıt üretimi azalmış, elektrikli otomobil satışları da %41 oranında artmıştır [101].

Türkiye ise hidroenerji, jeotermal, güneş, rüzgâr, enerji potansiyeli yenilenebilir enerji kaynakları konusunda önemli potansiyellere sahiptir. Coğrafik özellikleri nedeniyle jeotermal enerjinin kullanımının yoğunlaştığı dört ülkeden birisidir: Çin, Türkiye, İzlanda, Japonya ve Türkiye, 2020 yılında yeni tesisler açarak jeotermal enerjide büyüme göstermiştir. Ayrıca hidro enerji kullanımı en fazla kullanılan yenilenebilir enerji kaynakları arasındadır (%41). 2025 yılında enerji ihtiyacının %7'sinin rüzgâr enerjisinden karşılanması hedeflenmektedir. Ancak tüm bunların gerçekleştirilmesi için yabancı teknolojilere yatırım yapılması gerekmektedir. Bu nedenle yerli ekipmanların üretiminin arttırılmasına, Ar-Ge politikalarının yenilenmesine ve yenilenebilir enerji sektöründe nitelikli personelin yetiştirilmesine ihtiyaç vardır [111].

Avrupa İmar ve Kalkınma Bankası (EBRD), Türkiye'deki yeşil enerji yatırımları ile enerji verimliliği, yenilenebilir enerji ve iklim değişikliği projelerinin desteklenmesi için 500 milyon Euro'luk fon ayırmıştır. Sürdürülebilir enerji yatırımlarının gerçekleştirilmesi için de özellikle ABD ve AB ülkelerinde yaygın olarak kullanılan “ESCO (Enerji Performansı Sözleşme Modeli)” finansman modeli, ihtiyaç duyulan faktörlerin karşılanmasında kullanılabilecek önemli finansal kaynaklardır [114,115].

Ayrıca Türkiye’deki bazı işletmeler de bu konuda ciddi yatırımlar ve planlamalar yapmaktadır. Goodyear; Avrupa, Ortadoğu ve Afrika'daki üretim tesislerinde %100 yenilenebilir enerji tedarikini gerçekleştirmek için ilk adım olarak 2022'nin sonuna kadar Avrupa ve Türkiye'deki tesislerinde, yenilenebilir enerji kaynaklarını kullanma kararı almıştır [116].

3.4.4. Yeşil Bina Konsepti / Yeşil Bina Sertifikası

Enerji talebinin karşılanmasında dikkate alınması gereken konular arasında enerji verimliliğini arttırmak ve enerji tüketimini azaltmak da gelmektedir. Bu amaçla binaların çevresel etkilerini değerlendirmek için bazı yöntemler geliştirilmiştir. Bina derecelendirme sistemleri (BRS) olarak adlandırılan bu derecelendirme yöntemleri, bir binanın çevresel performansını ölçmede ve değerlendirmede önemli araçlar olarak kullanılmaktadır. Binaların enerji performanslarını değerlendirmek üzere “The Building Research Establishment Environmental Assessment Method (BREEAM)”, “Leadership in Energy and Environmental Design (LEED)” ve “Green Star” ve daha pek çok değerlendirme yöntemleri kullanılmaktadır. LEED en çok tanınan bina çevre değerlendirme yöntemidir. BREEAM ise İngiltere’de en yaygın kullanılan bina çevre derecelendirme yöntemidir [117]. LEED™ Green Building Rating System (LEED™ Yeşil Bina Derecelendirme Sistemi); sürdürülebilir araziler, su verimliliği, enerji ve atmosfer, malzeme ve kaynaklar, iç mekan çevre kalitesi, inovasyon ve tasarım süreci gibi kriterleri değerlendirerek, ABD Yeşil Bina Konseyi’ne göre uyumluluğunu belirlemektedir [118]. Türkiye’de Siemens Gebze Yerleşkesi LEED altın sertifikasına aday ilk yeşil binadır [119].

Türkiye, Avrupa'ya paralel olarak 2010 yılında “Ulusal Bina Enerji Performans Hesaplama Metodolojisi'ne (BEP-TR)” başlamıştır BEP-TR konum ve iklim verileri, geometrik şekil, bina zarfı, mekanik sistemler, aydınlatma sistemi, sıcak su sistemi, yenilenebilir enerji ve kojenerasyon kriterlerinin değerlendirilmesi sonucunda işletmeleri A'dan F'ye kadar sınıflara ayırmaktadır. A sınıfı en iyi puana sahip olan işletmeleri ifade etmektedir [120].

3.4.5. Diğer Sürdürülebilirlik Uygulamaları

Öngörülemeyen piyasa koşulları ve iklim değişikliği gibi konular, küresel ilerlemeyi engellemek ve yapılan düzenleyici eylemleri tersine çevirmek konusunda büyük risk taşımaktadır [121]. Bu sebeple son on on yılda, işletmelerin sürdürülebilirlik performansını değerlendirmek için “Kurumsal Sürdürülebilirlik Endeksi (ISE)” gibi göstergeler oluşturulmuştur [122]. Tüm bunlar, kurumsal liderlerin sürdürülebilirlik stratejilerini zorlaştırmakta ve karmaşık hale getirmektedir. Bu nedenle MIT Sloan MR ve BCG, işletmelerin kurumsal sürdürülebilirliklerini (Sektör ve bölgeden bağımsız) sağlamak için sekiz faktörün dikkate almasını önermiştir [121]. Buna göre ilk faktör, işletmelerde sürdürülebilirlik stratejilerinin belirlenmesidir. Araştırmada yöneticilerin %90'ının sürdürülebilirliğinin önemli olarak değerlendirdiği ve %60'ının sürdürülebilirlik stratejisine sahip olduğu tespit edilmiştir. İkinci faktör, işletmenin kaynak kullanımı gibi öncelikli konulara odaklanmasıdır. Öncelikli konulara odaklanan işletmelerin %50'ye yakın sürdürülebilirlik uygulamaları sayesinde kâr ettiği bilinmektedir. Üçüncü faktör, net hedeflerin, temel performans göstergelerinin (Key Performance Indicator (KPI)) ve ekiplerin oluşturularak doğru organizasyonun kurulmasıdır. Sürdürülebilirliği iş birimlerine dahil eden işletmeler, bu faaliyetlerden kâr etme şansını iki katına çıkarmaktadır. Dördüncü faktör, iş modellerinde çok yönlü inovasyonların yapılmasıdır. İşletmelerin %50'si sürdürülebilirlik fırsatlarını kaçırmamak için iş modellerinde değişim yapmıştır. Beşinci faktör, sürdürülebilirlik faaliyetlerinin uygulanması için net gerekçelerin belirlenmesidir. İşletmelerin %60'ı sürdürülebilirlik stratejisine sahipken, %25'inin neden bu çabaların içinde bulunduğu dair net gerekçeleri vardır. Altıncı faktör, sürdürülebilirlik faaliyetlerine üst yönetimin dahil edilmesidir. Bu tip faaliyetlerin hayata geçirilmesinde güçlü denetim ve desteğe

gereksinim duyulmaktadır. Yedinci faktör, yatırımcıları ikna edebilmek için sürdürülebilir bir değer yaratma hikayesi geliştirilmesidir. İşletme yöneticilerinin sadece %60'ı yatırımcılarının sürdürülebilirlik performansına önem verdiğini düşünmektedir. Sekizinci faktör ise, stratejik değişim hareketlerinin yönlendirilebilmesi için paydaşlarla iş birliği yapılmasıdır. İşletmedeki yöneticilerin %90'ı sürdürülebilirlikte başarılı olmak için iş birliği yapılması gerektiğini düşünmekte, ancak sadece %47'si iş birliği yapmaktadır [121].

MIT SMR ve BCG'nin ortaya koyduğu faktörler ışığında işletmelerin kendi sürdürülebilir stratejilerini, sorumlularını, yürütücülerini ve hedeflerini net bir şekilde belirlemesi gerektiği, yatay ve dikey entegrasyonla bu faaliyetlerin yürülmesi gerektiği söylenebilir. Bu amaçlarla Türkiye'de çeşitli sektörlerde faaliyet gösteren işletmeler, bu konuda bazı faaliyetler sürdürmektedir. Örnek olarak; Mastercard sürdürülebilir inovasyon laboratuvarı kurarken [123], Şişecam atık gazlardan yararlanma ve buhardan elektrik üretmektedir [124]. Türkiye Giyim Sanayicileri Derneği (TGSD) ise tekstil sektöründe sürdürülebilir üretim kapasitesinin geliştirilmesi ve yeşil fabrikalara dönüşümünün gerçekleştirilebilmesi için beş maddelik eylem planı hazırlamıştır [125].

Özetle, dijital ve sürdürülebilir tedarik zinciri ağlarının işletmelerde kurulması ile çevresel çözümlerin kolaylaşması ve enerji tüketiminin azalması beklenmektedir. Enerji verimliliğine duyarsız olan donanımların kullanılması ile bulut bilişim teknolojisinden faydalanma maliyetinin artması beklenmektedir. Ancak yeşil enerji kullanımına başlayan firmaların enerji maliyetleri ortalama %28 oranında düşüş göstermektedir [126,127]. Bu nedenle dijital dönüşüm gerçekleştirilirken, doğru enerji politikalarının uygulanması halinde enerji tüketimi ve maliyetlerinin büyük ölçüde azalacağı söylenebilir. Ayrıca sürdürülebilirlik faaliyetleri işletmelerde hem kâr marjının artması hem de organizasyonel yapının güçlenmesi için büyük fırsatlar sunmaktadır.

3.5. DİJİTAL TEDARİK ZİNCİRİNE GEÇİŞ YOL HARİTASI

Dijital dönüşümün işletmelere pek çok faydası olmasına rağmen başarılı olabilmek ve bu başarıyı sürdürebilmek oldukça zordur. McKinsey'nin 2018 yılında yaptığı

araştırma sonuçları; işletmelerin on tanesinden sekizinin dijital dönüşüm çabaları içerisine girdiğini, ancak bunların %16'sinde dijital dönüşüm performanslarının arttırıldığını, %7'sinin ise performansın arttırıldığı ancak faaliyetlerin sürdürülemediğini göstermiştir. Sektör bazında incelendiğinde ise; ileri teknoloji, medya, telekom gibi şirketlerin başarı oranı yaklaşık %26 iken, petrol ve gaz, otomotiv, altyapı ve ilaç gibi sektörlerde bu oranın %4 ile %11 arasında değiştiği gözlemlenmiştir. Ayrıca daha az çalışana sahip işletmelerin başarılı olma olasılığının 2,7 kat daha fazla olduğu tespit edilmiştir [126]. Bu sonuçlar dikkate alındığında, dijital bir tedarik zincirini etkin bir şekilde kurmanın ve maksimum verimliliği sağlamanın yolunun, gerekli birçok teknolojiyi ve işletme yeteneklerini entegre edecek bir süreç geliştirmek olduğu anlaşılmaktadır. Schrauf (2016)' a göre bu süreç beş adımda gerçekleştirilmelidir [92]:

- İşletmenin mevcut durumu iyi bir şekilde analiz edilmelidir. Bar'a (2018) göre bir işletmedeki endüstri 4.0'ın uygulanabilirliğini değerlendirmek kullanılan bazı faktörlerin [128]:
 - Özelleştirme derecesi,
 - Paydaşların entegrasyonu,
 - İmalat esnekliği,
 - Süreç şeffaflığı,
 - Otomasyon,
 - Envanter düzeyi,
 - Müşteri veri analitiği ve,
 - Müşterinin bağımsızlığı olduğu belirtilmektedir.
- İşletme stratejileri tanımlanmalıdır. İş stratejilerini destekleyen en iyi tedarik zinciri vizyonu belirlenmelidir.
- İşletme için uygun yol haritası oluşturulmalıdır. Bu haritanın yeterince detaylı ve işletme dinamikleri dikkate alınarak üzerine düşünülmüş olması gerekir.
- Dijital tedarik zincirine tamamen geçiş büyük bir değişim yaratacağından, küçük ve sürekli değişimler sağlanarak, pilot bölgelerle yeni sisteme geçiş sağlanmalıdır. Böylece çalışanların değişime karşı olan direncinin de azalması sağlanabilir.
- Pilot bölgelere uygulanan değişimler tüm süreçlerde uygulanmalıdır.

İşletmelerin sürdürülebilirliğini sağlaması için dijital dönüşümün kaçınılmaz olduğu günümüzde, dijital sürdürülebilirlik kavramı giderek önem kazanmaktadır [129]. Dijital sürdürülebilirliğin sağlanması; etkin bir sistem tasarımının yapılması, tedarik zinciri süreçlerinin dijitalleşmesi ve bu faaliyetlere göre işletmenin gelecek planlarının oluşturulması ile sağlanmaktadır.

İyi bir dijital sistem tasarımıyla yüksek belirsizliğe sahip ve çok karmaşık sistemlerin [130], değişik üretim katmanlarında [131]; hammadde, kalite, enerji optimizasyonu [132], planlama, izleme, tahmin etme, karşılaştırma, şeffaflık [133], paydaşlarla etkileşimi [134], izlenebilirlik, tedarik zinciri bileşenleri arasında etkin entegrasyon [135], çevresel etkilerin azaltılması [136] süreçlerine katkı sağlanmaktadır.

Tedarik zincirinde dijitalleşme için gereklilikler ve sürece geçiş yol haritası belirlenmelidir [137]. Dijital dönüşüm yol haritası ise; en uygun dijital olgunluk modelinin belirlenmesi [138], dijital olgunluk analizinin yapılması [139,140], anahtar teknoloji mimarisinin belirlenen katmanlara göre oluşturulması [141], dönüşüm sırasında izlenecek adımların belirlenmesi ve uygulanması [142] süreçlerini kapsamaktadır.

Dijital dönüşüm süreci temel olarak; teknolojik, operasyonel ve stratejik dönüşüm olmak üzere üç aşamada açıklanabilir. Bu aşamaların birbirini destekleyecek şekilde yönetilmesi ile başarılı bir dönüşüm süreci geçirilir [70]. İlk adım olarak mevcut teknolojilerin modernleşmesi ve bulut, RFID teknolojilerinin modellenmesi [143], IoT mimarisinin tasarımı [92], ihtiyaç duyulan dijital teknolojilerin tespiti [89], akıllı depo sistemlerinin kurulması [144,145] gibi süreçlerin tasarlanması gerekmektedir. Ancak dijitalleşme sonucunda tedarik zincirinde meydana gelebilecek bozulmaların önlenmesi için de riskler tespit edilmelidir [144]. Teknik gereksinimler karşılandıktan sonra kurumsal işletim modelleri optimize edilir. İşletme veri odaklı karar verebilme yetisine sahip olur. İçgörülerini eyleme dönüştürmek, iş süreçlerini otomatikleştirmek, müşteri deneyimini iyileştirmek, makine öğrenimini kullanmak gibi fonksiyonlar yardımıyla, üretkenliği arttıran sistemler tasarlanır. Bu aşamadan sonra yeni stratejik iş modellerinin geliştirilmesi ve bilgidен değer yaratarak, değer zincirinin beslenmesi mümkün olabilmektedir [70].

Tedarik zincirinde kullanılan teknolojilere yönelik projelerin genellikle işletmelerin bütçesini aşması veya yazılım araçlarının yetersiz kullanılması nedeniyle, uygulanması ve gerçekleştirilmesi zor olarak değerlendirilmektedir. Aslında bu projelerin başarısız olmasının altında yatan en büyük nedenlerden biri, proje yönetiminin iyi bir şekilde yapılmamasından kaynaklanır. Net bir planlama stratejisi olmadan bir teknolojiyi kullanmaya başlamak, planlama süreçleri, kullanım durumu, yeterli kaynakların ve paydaş desteğinin sağlanamaması nedeniyle ise yatırımlar maliyetli olmaktadır. Bir teknolojinin tedarik zincirinde başarılı bir şekilde uygulanabilmesi için Gartner tarafından yedi temel adımlı bir plan hazırlanmıştır. Buna göre, işletme çalışanlarına teknolojinin iş sorunlarını çözmeye yardımcı bir araç olduğunu göstermek ilk adımdır. Teknolojinin neden uygulandığının herkes tarafından anlaşılması gerekmektedir. İkinci adım, bu teknolojiyle katma değer sağlanabilecek yeni iş modelleri geliştirilmektedir. Bu sayede yatırım geri dönüş süresi ve paydaşların direnci azaltılmaktadır. Üçüncü adımda, projenin kapsamı oluşturulduktan sonra ekibin rolleri ve sorumlulukları tanımlanmaktadır. Ekipler oluşturulurken projenin sadece BT'nin sorumluluğunda olmadığı, BT'nin güvenilir kaynak ve destek sağladığı unutulmamalıdır. Dördüncü adımda, yapılandırmaların en aza indirilmesi gerekmektedir. Aciliyet durumları dışında, kullanıma hazır teknolojiler beklemek yerine iş süreçleri yapılandırmak için zaman ve emek harcanmalıdır. Beşinci adımda ise teknoloji uygulanmaya başlanmadan önce doğrulama ve temizleme işlemleri yapılarak yapılandırılmaktadır. Veri kalitesinin iyileştirilmesiyle çalışanların yeni teknolojiye olan güvenini kaybetmemesi sağlanır. Altıncı adımda, yeni teknolojilerin uygulanmaya başlandığı ilk zamanlarda, gereksinimlerin toplanması, verilerin temizlenmesi, veri haritalarının tasarlanması ve sistem entegrasyonlarının oluşturulması/test edilmesi gibi model oluşturma faaliyetlerinin iş süreçlerini yavaşlatacağı dikkate alınarak, gerçekçi bir zaman çizelgesi oluşturulmalıdır. Yedinci adım olan son adımda ise, paydaşların desteğinin etkin bir şekilde yönetilmesi gerekmektedir. Tedarik zinciri liderleri, hesap verebilirliği sağlamak için ayrı ayrı rol ve sorumlulukları tanımlamalı ve böylece iletişim eksikliklerini engellemelidir [146].

BÖLÜM 4

DİJİTAL DÖNÜŞÜMÜN VE OLGUNLUK MODELİNİN LİTERATÜRDEKİ GELİŞİMİ

Çalışmada literatür taramasının ilk bölümü ve veritabanlarına ilişkin başlıkta “ve/veya” metinde geçen anahtar kelimeler kullanılarak araştırma yapılmıştır. Kullanılan anahtar kelimeler otuzun üzerinde olsa da doğru kaynaklara daha hızlı ulaştıran anahtar kelimeler: “Endüstri 4.0”, “Akıllı üretim sistemleri”, “Sistem dizaynı”, “Mimari yapı”, “Dijital yol haritası”, “Dijital olgunluk”, “Dijital dönüşüm”, “Dijital tedarik zinciri” ve “Dijital sistem tasarımı” dır. İkinci bölümünde ise ilgili kaynaklar incelenerek, bu çalışmaların faydalandığı kaynaklar incelenmiş ve araştırma ile ilgili olan tüm kaynaklar kullanılmıştır.

4.1. ENDÜSTRİ 4.0 VE DİJİTAL DÖNÜŞÜM

Sanayi devrimi ile başlayan teknolojik gelişmeler, insan ihtiyaçlarından bağımsız üretim odaklı katı yapısı ile hem toplumsal yaşamı hem de üretim mantığını yeniden yapılandırmaya başlamıştır. Zaman içerisinde birbirini tetikleyen teknolojik gelişmeler ile birlikte sadece üretimin değil entegrasyonun, inovasyonun, değişimin ve dönüşümün tüm süreçleri yeniden yapılandığı ortaya çıkmıştır [147–150]. Özellikle işletmeler için çok değerli olan değer zincirleri arasındaki etkileşimin ortaya koyduğu yeni fonksiyonlar, tüm üretim süreçlerini yeni bir dönüşüm sürecine yönlendirmiştir. Bu yeni sürecin merkezinde ise dijitalleşme kavramı ortaya çıkmış ve işletmelerin tüm süreçlerinde her türlü faaliyeti dijitalleşme odaklı olmaya başlamıştır [142,151]. Dijitalleşme, değer yaratma ve yeni değerler elde etmek için dijital teknolojileri kullanma süreci olarak tanımlanabilir. Bu ifade; donanımın minyatürleştirilmesi, güçlü mikroişlemciler ve internete geniş erişim ile mümkün olabilir. Dijital teknolojilerin kullanımı, işletmelerin performansını ve rekabet gücünü

arttırabilir. Aynı zamanda ürün-hizmet sistemi bağlamında, yeni işlevler sunabildikleri ve dijital çözüm aracılığıyla değer sağlayabildikleri için, dijital dönüşüm aracılığı ile düzenleme ve iş birliğini kolaylaştırarak hem yenilik sürecini hem de sonucu iyileştirebilir [152]. Dijitalleşmenin tüm süreçler ile entegrasyonu ile birlikte süreçler arasındaki özelleşmiş bağ ortadan kalkmaktadır [153]. Artan küresel rekabet ve teknoloji ile giderek daralan iş dünyası sürekli dijitalleşmeye yatırım yaparken, elde edilen başarısız sonuçlar dijitalleşme ile ilgili eksikliklerin sorgulanmasına neden olmuştur. Oslo kılavuzunda tanımlanan ve halen uluslararası standartları yazılan (TS ISO 56000-İnovasyon yönetimi) inovasyon kavramında bulunan ve değer yaratan yenilikler ile dijitalleşmenin kesişim noktalarının artırılmasının önemi ortaya çıkmıştır [154]. Özellikle inovasyon odaklı yapılan dijitalleşme çalışmalarının sonuçlarının, işletmelerin rekabet gücüne doğrudan olumlu etki etmesi [147], dijitalleşmeyi işletmeler için teknolojik bir yatırım olmanın ötesinde bir “dönüşüm” süreci olarak algılamalarına sebep olmuştur. Bu bağlamda, dijital dönüşüm ile ilgili yapılan çalışmaların odak noktaları değişerek; gelecekteki insan kaynağı ihtiyacı, insan-teknoloji adaptasyonu ve sürdürülebilirlik gibi yeni konulara odaklanılmıştır [155,156]. Bu yeni odak noktaları ile birlikte dijital dönüşüm yeni katmanlar yaratarak üretimin ötesinde bir fonksiyon kazanmıştır. Bu yüzden de sadece işletmeler için değil, aynı zamanda ülke ekonomileri ve devletler içinde dijital dönüşüm süreçlerinin tanımlanması ve ölçülmesi hayati bir önem kazanmıştır. Çünkü Türkiye’de ve Dünya’da mevcut durum değerlendirildiğinde, yatırım dar boğazını aşabilmek ve küresel rekabet gücü kazanabilmek için dijital dönüşüm önemli bir enstrüman konumuna gelmiştir. Dijital dönüşümü tüm süreçlerine adapte edebilen ülkeler ve işletmeler önemli kazanımlar elde etmektedir. Özellikle her tür işletmenin mevcut durumlarının belirlenmesi ve gerekli altyapı ve insan kaynağının planlaması çok önemlidir. Bu bağlamda; sanayide dönüşüm için, teknolojiyi tüketmenin ötesine geçerek kendi kapasitesine odaklanan ve bu hayal ettiği bu gelişim süreci için insan kaynağının gelişimine değer vererek, kurumsal yönetişimin güçlendirilmesi oldukça kritiktir [157,158]. Bir başka ifade ile dijital dönüşüm, teknoloji kullanmanın ötesinde çok boyutlu bir yapıya sahiptir ve bu yapının tüm bileşenlerinin ölçülerek kurumun hafızasına ve kültürüne disiplinler arası bir mantık ile entegre edilmesi gerekmektedir.

Son yıllarda endüstri 4.0 ve dijital dönüşümün giderek kaçınılmaz bir süreç olduğunun farkına varılması sonucunda bu konudaki çalışmalar gün geçtikçe artmıştır. Dijital dönüşümün sadece akademide değil, işletmelerde ve kamu kurumlarında anlaşılması önemli bir husustur. Bu nedenle Türkiye’de özellikle 2016 yılında farkına varılmaya başlanan dijital dönüşümle ilgili devlet desteğiyle bir çok çalışmalar yapılmıştır. Türkiye’de dönüşüm sürecini hızlandıracak ve güçlendirecek olan faaliyetler, bir başka ifade ile Türkiye’nin dijital dönüşümünün kilometre taşları Çizelge 4.1’de verilmiştir.

Çizelge 4.1. Türkiye’de dijital dönüşümün kilometre taşları.

Türkiye’de Dijital Dönüşümün Kilometre Taşları
2016
BİLİM VE TEKNOLOJİ YÜKSEK KURULU (BTYK) Akıllı Üretim Sistemlerine Yönelik Çalışmaların Yapılması
TÜSİAD ve BCG Türkiye’nin Küresel Rekabetçiliği için Bir Gerekliklik Olarak Sanayi 4.0 Gelişmekte Olan Ekonomi Perspektifi
BİLİM, SANAYİ VE TEKNOLOJİ BAKANLIĞI (BSTB) - Sanayide Dijital Dönüşüm Platformu - Yeni Sanayi Devrimi: Akıllı Üretim Sistemlerine Yönelik Kilit ve Öncü Teknolojiler Çalıştayı - Yeni Sanayi Devrimi Akıllı Üretim Sistemleri Teknoloji Yol Haritası Raporu - KOBİ’lerde Dijital Dönüşümün Sağlanmasına Yönelik Politika Değerlendirme Çalışması” Projesi
TÜBİTAK TÜBİTAK teşviki ile Türkiye’nin endüstriyel devrim seviyesi belirlenmiştir. 1000 Türk işletmesi ile yapılan araştırmada Türkiye, “Sanayi 2” ile “Sanayi 3” arasında (2,6) yer almıştır.
2017
BİLİM, SANAYİ VE TEKNOLOJİ BAKANLIĞI - Stratejik Öncelikler Raporu - Sanayide Dijital Dönüşüm Platformu Çalışma Grupları Konsolide Raporu - İmalat Sanayiinde Dijital Dönüşüm Yol Haritası - Sanayi ve Teknoloji Hamlesi için Geleceğin Teknolojileri ve Endüstrilerinin Belirlenmesi Çalışması

- Sektör Önceliklendirme Modeli (Kimya ve ilaç, motorlu kara taşıtları, makine ve teçhizat, yarı iletkenler ve elektronik ile gıda, içecek ve tütün ürünleri) - Kümelenme Destek Programı 2017 Accenture Türkiye Dijitalleşme Endeksi (Dijitalleşme endeksi 100 üzerinden 61)
BİLİM VE TEKNOLOJİ GENEL MÜDÜRLÜĞÜ Dördüncü Sanayi Devrimi Dairesi Başkanlığı kurulmuştur.
SABANCI ÜNİVERSİTESİ Sanayide Dijitalleşme Stratejileri Çalıştayı
TÜSİAD ve BSG Türkiye'nin Sanayide Dijital Dönüşüm Yetkinliği Raporu
TÜBİTAK BİLGEM - Blok Zinciri Araştırma Laboratuvarı (BCLabs) kurulmuştur. - Yazılım Teknolojileri Araştırma Enstitüsü (YTE) Dijital Olgunluk Modeli ve Rehberlik Projesi (Kamu kurumlarına yönelik)
2018
BİLİM, SANAYİ VE TEKNOLOJİ BAKANLIĞI - Türkiye Verimlilik Gelişim Haritası - Model fabrikalarda ilki olan Ankara Model Fabrika'nın açılışı olmuştur. - T.C. Cumhurbaşkanlığı Dijital Dönüşüm Ofisi kurulmuştur. - İstanbul Kalkınma Ajansı ortaklığıyla Dijital Dönüşüm Merkezleri açılmaya başlanmıştır.
AVRUPA BİRLİĞİ BAKANLIĞI SOSYAL, BÖLGESEL VE YENİLİKÇİ POLİTİKALAR BAŞKANLIĞI Sanayi 4.0 Bilgi Notu Raporu
KOSGEB - İş birliği Güçbirliği Destek Programı - KOBİGEL (KOBİ GELİŞİM DESTEK PROGRAMI)
2019
PwC Dijitalleşme Yolunda Türkiye Raporu
BİLİM, SANAYİ VE TEKNOLOJİ BAKANLIĞI - İstanbul Sanayi Odası, Boğaziçi Üniversitesi, Dudullu OSM iş birliğiyle Türkiye'de Dijital Dönüşüm Değerlendirme Aracı (D3A) 2019-2020 - Türkiye'nin Sanayi Devrimi "Dijital Türkiye" Yol Haritası Raporu
STRATEJİ VE BÜTÇE BAŞKANLIĞI 2019-2023 On Birinci Kalkınma Planı Sanayide Dijitalleşme Raporu
2020
TEKNOLOJİ VE SANAYİ BAKANLIĞI, İSTANBUL KALKINMA AJANSI Dijital Dönüşüm Merkezleri tarafından 149 KOBİ'nin yol haritası çıkarılmıştır.

Bazı üniversitelerde Dijital Dönüşüm Mükemmeliyet Merkezleri açılmaya başlanmıştır.
McKinsey COMPANY
İşimizin Geleceği: Dijital Çağda Türkiye'nin Yetenek Dönüşümü Raporu
DİJİTAL DÖNÜŞÜM OFİSİ VE ULAŞTIRMA VE ALTYAPI BAKANLIĞI
Ulusal Siber Güvenlik Stratejisi ve Eylem Planı (2020-2023)
RECEP TAYYİP ERDOĞAN ÜNİVERSİTESİ- TÜRK ALMAN ÜNİVERSİTESİ
Dijitalpark Teknokent faaliyete geçmiştir.
2021
T.C. CUMHURBAŞKANLIĞI İLETİŞİM BAŞKANLIĞI
Türkiye Geneli Dijital Tır turu
T.C. CUMHURBAŞKANLIĞI DİJİTAL DÖNÜŞÜM OFİSİ
Bilgi ve İletişim Güvenliği Rehberi ve Bilgi ve İletişim Güvenliği Denetim Rehberi yayınlanmıştır.
BİLİŞİM SANAYİCİLERİ DERNEĞİ (TÜBİSAD)
Türkiye'nin Dijital Dönüşüm Endeksi 2021 Raporu
KPMG TÜRKİYE
Dijitalleşme Yolunda Türkiye 2021 Raporu
2022
TÜBİTAK TÜSSİDE
- DDX Dijital Dönüşüm Değerlendirme Modeli Danışmanlık Eğitimleri - Model Fabrika Eğitimci Yetiştirme Programı

Çizelge 4.1'de görüldüğü üzere Türkiye'de dijital dönüşüm için gerekli kurumların yetkilendirilmesi yapılmakta ve bu kurumlar tarafından çalışmalar hızlı bir şekilde devam ettirilmektedir. Çizelge 4.1 dışında yapılan çalışmalar olsa da çizelgede fark yaratacağını ve dijital dönüşümü hızlandıracağını düşünülen ve devlet desteğiyle yapılan çalışmalara yer verilmeye çalışılmıştır.

Türkiye'de dijital dönüşümle ilgili yapılan bazı akademik çalışmaların özetlerine ise aşağıda yer verilmiştir.

Bulut ve Akçacı (2017) çalışmasında, Endüstri 4.0'ın Türkiye'de sürdürülebilir ekonomik büyüme ve gelişmiş ülkeler düzeyine ulaşabilmesi açısından önemine, yapılan Ar-Ge harcamalarının önemine ve teşviklerin arttırılmasına ve Türkiye ekonomisi için Sanayi 4.0 komisyonun oluşturulmasına değinmiştir [159].

Fırat ve Fırat (2017) çalışmasında, endüstri 4.0 devriminin işten çıkarma ve işlerin aksamaması gibi etkilerinin olacağı ile ilgili söylemlerin bilimsel dayanağının olmadığı, daha önceki hiçbir endüstriyel devrimin işsizlik, istihdam azalması vb. zararlar vermediğine değinmiştir ve devletler ve sektörlerin yeni endüstriyel yapının kurulabilmesi için istihdama yatırım yapılması gerektiğini vurgulamıştır [160].

Köseoğlu ve Demirci (2017) çalışmasında, Türkiye’de büyük veri ve veri madenciliği uygulamalarının kamu hizmetleri ve kamu politikalarına olan etkileri analiz edilmiş, belgeler ve bakanlıkların stratejik planları içerik analizi yöntemi ile incelenmiştir. Analiz sonucunda belgeler ve bakanlıkların, büyük veri ve veri madenciliği uygulamalarına yönelik farkındalığa sahip olduğu, ancak daha kapsamlı strateji ve hareket planına gereksinim olduğu tespit edilmiştir [161].

Dengiz (2017) çalışmasında, Endüstri 4.0’ın endüstrileri gelecekte nasıl değiştireceği, “Nesnelerin İnterneti,” “Bulut Bilişim,” “Üretim Bulutu,” “Artırılmış Gerçeklik” gibi kavramların, bu dijital dönüşümün ve sanayi devriminin neresinde olacağı açıklamıştır. Saha uygulamalarından edinilen bilgilerin ve bilişim sistemleri tarafındaki temel aşamaları açıklanarak, başlangıç için bir yol haritası önerilmiştir [162].

Davutoğlu (2017) çalışmasında, endüstri 4.0 kavramını tanıtmış ve başta özel ve kamu kurum kuruluş yöneticileri ve çalışanları olmak üzere, üniversitelerde akademisyen ve öğrencilerin endüstri 4.0 konusunda farkındalık sağlamasını amaçlamıştır. Çalışmada yeni bakış açıları, endüstri 4.0’ın literatürdeki yerine yer verilmiştir. Çalışma ile firmaların yeni yaklaşımları tanınması ve benimsemesi ve önüne çıkabilecek fırsatları değerlendirmesini sağlanması hedeflenmiştir [163].

Düzkaya (2016) çalışmasında, endüstri 4.0’ın toplumsal kurumlara etkisini ve Türkiye’nin mevcut endüstriyel ve eğitim altyapısı durumunu incelenmiş ve önerilerde bulunmuştur. Yapılan incelemeler sonucunda, Türkiye’deki eğitim ve ekonomi alanında yapılan düzenlemelerin faydalı olduğu ve endüstriyel dönüşüme uyum sağlanabilmesi için öncelikle temel bir stratejinin belirlenmesi gerektiği belirtilmiştir [164].

Yüksel ve Genç (2018) çalışmasında, endüstri 4.0 için Türkiye'nin dikkat etmesi gereken hususlar belirlemiştir. Dördüncü sanayi devriminin Türkiye açısından verimli geçmesi için reel sektör, devlet ve akademi iş birliğiyle, stratejiler oluşturulması gerektiği ve endüstri 4.0 için en temel hususun, eğitim anlayışının değişmesi olduğu tespit edilmiştir [165].

Yalçın (2018) çalışmasında, endüstri 4.0'ın küresel rekabetteki etkileri ve Türkiye açısından fırsat ve tehditleri değerlendirmiştir. Dijitalleşmenin işletmelerin üretim maliyetlerini sıfıra yakın seviyeye getirmesi nedeniyle endüstri 4.0'ın ekonomiye en büyük katkı getirecek devrim olacağı ve Türkiye'de teknopark, Ar-Ge merkezlerinde yapılan inovatif çalışmalar ile endüstri 4.0'ın başarılı bir şekilde uygulanıp sürdürülebilmesinin mümkün olduğu sonucuna varılmıştır [166].

4.2. DİJİTAL SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK

İşletmelerin sürdürülebilirliğini sağlaması için dijital dönüşümün kaçınılmaz olduğu günümüzde, dijital sürdürülebilirlik kavramı giderek önem kazanmaktadır [129]. Dijital sürdürülebilirliğin sağlanması etkin bir sistem tasarımının yapılması, tedarik zinciri süreçlerinin dijitalleşmesi ve bu faaliyetlere göre işletmenin gelecek planlarının oluşturulması ile sağlanmaktadır.

Geçiş sürecinde, ihtiyaç duyulan dijital teknolojilerin tespiti [89], akıllı depo sistemlerinin kurulması [144,145], IoT mimarisinin tasarımı [92], bulut ve RFID teknolojilerinin modellenmesi [143] gibi süreçlerin tasarlanması gerekmektedir. Ancak dijitalleşme sonucunda tedarik zincirinde meydana gelebilecek bozulmaların önlenmesi için de riskler tespit edilmelidir [144].

Dijitalleşmenin çevresel sürdürülebilirliğe etkisiyle ilgili ise; enerji tüketim alışkanlıkları, yeşil eğitim [167], otonom araç kullanımının çevresel etkileri [93], enerji kaynaklarının kontrol ve yönetim süreçlerinde yeni teknolojilerin araştırılması [168], yeniden kullanımın enerji ve sera gazı emisyonlarına etkisi [169,170], karbon ticaret dengesinin toplam maliyetini düşürmek için modelleme [171] gibi çalışmaların yapıldığı görülmektedir.

4.3. DİJİTALLEŞME ÖLÇEĞİ GELİŞTİRME

Dijital dönüşümün giderek önem kazanması, dijitalleşme ile farklı ölçekler geliştirilmesine neden olmuştur. Yeni teknolojilerin kullanımının nasıl algılandığının ölçülmesinin yanı sıra, dijitalleşmenin; finansal, liderlik ve çalışana ve iş modellerine etkisini ölçen çalışmalar da yer almaktadır.

Dijital teknolojilerin yaygınlaşmaya başlaması sadece üreticileri değil, aynı zamanda tüketicileri de etkilediği anlaşılmıştır. Bu nedenle tüketicilerin sürdürülebilir tüketim davranışlarını ve bu davranışı etkileyen faktörleri [172] ve tüketicilerin yeni teknolojiler hakkında tepkilerini ölçülmüştür. Yapılan araştırmalar tüketicilerin kendilerine benzeyen dijital asistan teknolojisine daha az tepki verdiğini [173], elektronik ticarete sosyal medya kullanımının satın alma niyetiyle marka değerini olumlu yönde etkilediğini [174], sosyal ticarete tüketici sadakatinin tüketici tercihleri, etkileşimi ve kişisel bilgilerine ifşasına göre değiştiğini [175] göstermiştir. Üretici ayağının önemli bir parçası olan KOBİ'lerde ise gelişmiş işletmelerin dinamikleri için hedeflerin değerlendirilmesi [176], dijitalleşmenin ilk basamaklarından biri olan bulut bilişimin benimsenmesinde; güvenlik ve gizlilik, kurumsal risk, paylaşım ve iş birliği kriterlerinin önemli olduğu tespit edilmiştir [177].

Dijital dönüşümün başarılı bir şekilde gerçekleştirilmesi, sadece teknolojik gelişme ile mümkün olamayacağı için dijitalleşmenin; liderlik, kurum kültürü, çalışanlar üzerindeki etkileri de ölçülmüştür. Yapılan çalışmalar dijitalleşmenin kariyer başarısını ve çalışanların iş tatminini olumlu yönde etkilediğini [178], duygusal zekânın geliştirilmesinin performans üzerinde etkileri olduğunu [175], dijitalleşmenin yöneticilerin daha adapte olmalarını sağladığını ve yönetim uygulamalarını olumlu yönde etkilediğini [179] göstermiştir. Süreçlerin yönetilmesinde kullanılan iş modellerinin ise; strateji, teknoloji, iletişim ve yenilik ekonomisinin gelişimde olumlu etkisi olduğu [180] ve dijital inovasyonun kurum kültürü, dijital yeterlilik ve işletmenin organizasyonel hazırlığı ile ilişkili olduğu [181] tespit edilmiştir.

4.4. DİJİTAL OLGUNLUK MODELİ

Son yıllarda akademisyenler ve danışmanlık şirketleri tarafından olgunluk modellerinin geliştirilmesi eğilimi giderek artmaktadır. Yeni olgunluk modellerinin yaygınlaşmasının nedeni, işletmelerin mevcut durumunu değerlendirmek ve onları daha yüksek yetenek seviyelerine getirecek bir iyileştirme planı oluşturmayı amaçlaması ile ilgilidir [182]. Literatürdeki araştırmalar, uluslararası kabul görmüş dijital olgunluk modellerinde kullanılan boyutlar, kriterler ve varsa alt kriterlerin belirlenmesi için genel bir standart olmadığını göstermiştir. Yapılan akademik derleme çalışmalarında bile bu konuda bir standart belirlenememiştir. Baki ve Serdar 2020 yılında incelediği 18 model sonucunda en çok kullanılan boyutların; strateji ve organizasyon ile çalışanlar olarak belirlerken [183]; Schwer vd. (2018) incelenen 15 dijital olgunluk modelinde en çok kullanılan boyutların; strateji, iş yeri ve uygulama olduğunu belirtmiştir [184]. Teichert (2019)'ın araştırma kapsamında incelediği 22 akademik ve danışman firma çalışmalarına göre ise, kullanılan boyutların; dijital kültür %55, teknoloji %50, operasyonlar ve süreçler % 45, dijital strateji %41, organizasyon %41, dijital yetenekler %41, inovasyon %41, müşteri öngürüsü ve deneyimi %36, yönetim %27, vizyon %23, dijital ekosistem %18, liderlik %18, uyumluluk ve güvenlik %14, ürünler ve hizmetler %9, iş modelleri %9 olduğu görülmüştür [185]. Ancak son yıllarda yapılan birçok uluslararası modelde küçük farklılıklar olsa da genellikle; strateji, organizasyon, insan, teknoloji ve veri boyutlarının değerlendirildiği anlaşılmıştır [182,186-188]. Ancak geliştirilen modellerin hiçbiri; kapsam, amaç, tamlık, açıklık ve nesnellik özelliklerinin hepsini birlikte kapsamamaktadır [189].

Akademisyenler ve danışmanlık şirketleri tarafından olgunluk modellerinin geliştirilmesi eğilimi giderek artmaktadır. Yeni olgunluk modellerinin yaygınlaşmasının nedeni, işletmelerin mevcut durumunu değerlendirmek ve onları daha yüksek yetenek seviyelerine getirecek bir iyileştirme planı oluşturmayı amaçlaması ile ilgilidir [182]. Dijital olgunluğa yönelik çalışmalar; akıllı üretim sistemleri, sistem tasarımı, mimari yapı, dijital yol haritası, dijital olgunluk, dijital dönüşüm, dijital tedarik zinciri anahtar kelimeleri ile; Web of Science, Science Direct ve Google Scholar gibi veri tabanlarında taranmıştır. Makaleler dışında da pek çok

white paper, rapor, danışmanlık firmaları uygulamaları ve dünyaca ünlü üniversitelerin enstitüleri ile dijitalleşme teknolojisini başlatmış olan işletmelerin mevcut çalışmaları incelenmiştir.

Çalışma kapsamında veri tabanlarında “Digital maturity”, “Digital maturity model”, “Smart industry readiness”, “Digitalization readiness”, “Digital transformation assesment” anahtar kelimeleri kullanılarak araştırma yapılmıştır. Yapılan araştırmalar, sadece işletmelerin teknolojik altyapısını ve mimarisini belirlemeye yönelik pek çok olgunluk modeli geliştirdiğini göstermiştir [126–134]. Ancak yıllar içinde işletmenin dijital olgunluğunun, sadece teknolojik yeterliliğe bağlı olmadığı anlaşılmış ve geliştirilen modellerin çoğunda dijital olgunluk boyutları belirlenirken; işletmenin teknolojik altyapısı, operasyonel süreçleri ve sistem entegrasyonuna yönelik boyutların (Dijital kapasitesinin) yanı sıra işletmenin kurumsal yapısı, stratejisi ve paydaşlarına yönelik boyutlarının (Organizasyonel kapasitesinin) da araştırıldığı görülmüştür [45,189,190,191,192–223]. Çalışmaların büyük bir kısmında; verilerin süreçleri yönetmedeki önemi (Verinin kullanım durumu, veri toplama ve analizi), paydaşlarla iş birliği düzeyi, kullanılan teknolojiler veya teknoloji kullanma düzeyi, çalışan becerileri, sistem içi, sistem dışı yatay- dikey entegrasyon, müşteri odaklılık ve bilişim teknolojileri ile veri güvenliği konularına yer verildiği görülmüştür [47,48,57,191,192–196]. Bunların dışında büyük danışmanlık firmalarının yaptığı değerlendirmelerde; kurum içi iletişim, hataların değerini anlama, bilgi paylaşımı gibi konularına da yer verilmiştir. Son yıllarda yapılan çalışmalarda ise kalite düzeyine [189,197–199] ve inovatif [181,190,200,201] yaklaşımların önemine vurgu yapılmıştır. Ayrıca yenilebilir enerjinin kullanım durumu da değerlendirmeye alınmıştır [189]. Ancak işletmenin kalite yönetim sistemlerine; sahiplik durumunu, enerji yönetimini, geri kazanım faaliyetlerini, toplumsal çevresel sorumluluğunu ve inovatiflik düzeyinin tümünü birlikte ele alarak, boyut veya kriterlerinde yer veren bir çalışma literatürde bulunamamıştır. Bu tez çalışmasında, dijital ve organizasyonel yetkinlikler değerlendirilirken, tüm bu faktörler (Kalite yönetim sistemi, enerji yönetimi, çevresel toplumsal sorumluluk ve inovasyon faaliyetleri) de ayrı birer kriter olarak ele alınmıştır.

Literatürde hizmet ve üretim sektöründe pek çok dijital olgunluk modeli geliştirilmiştir. Yeni olgunluk modellerinin geliştirilmesindeki artış, işletmelerin mevcut durumlarını belirleme ve süreçlerine yönelik bir iyileştirme planı oluşturma ihtiyacından kaynaklanmıştır [182]. Hizmet sektöründe; bir bankadaki hazine departmanı faaliyetlerinin [202], dijital bankacılık sağlayıcılarının [203], dijital olgunluğunun değerlendirildiği modellerin yanı sıra; sağlık sektöründe de [139,204,205] benzer modeller geliştirilmiştir.

Üretimde yapılan çalışmaların ise; yoğun olarak elektronik ve tekstil sektöründe olduğu tespit edilmiştir [183]. Bunun dışında KOBİ'lerin dijital olgunluğunu ölçen modeller de geliştirilmiştir [187,206].

Üretim sektöründe geliştirilen dijital olgunluk modelleri, dijitalleşmeyi sadece kurum içi faaliyetler kapsamında değerlendirmiştir. Bu çalışmaların çoğunda müşteriler ve tedarikçilerle bağlantılara değinmediği, yer verenlerin ise sadece dağıtım işlevini ele aldığı, genellikle lojistik süreçleri için olgunluk modeli kullanıldığı ve hiçbir çalışmanın kaynakların geri kazanımıyla ilgilenmediği görülmüştür [207]. Üretimde tüm tedarik zincirini inceleyen, dijitalleşmenin tüm boyutlarını (Business, organization, process & methods, technology) ele alan, değerlendirme seviyeleri ile boyutlarının ayrıntılı bir tanımını sunan birkaç model varken, tüm bu yönleri birleştiren bir model olmadığı belirlenmiştir [190,208].

Literatürde üretim işletmelerinin dijital olgunluk seviyeleri belirlenirken (Digital Maturity Readiness); maddelerin toplam puanına göre gruplandırma [209], Z-score [210], İstatistiksel yol analizi (Statistical path analysis) [139], Singular Value Modularity Index (Tekil Değer Modülerlik İndeksi) [211] yöntemlerinden faydalanılmıştır. Bu metotlara ek olarak, Janka vd. çalışmalarında Polonya'daki başarılı aile işletmelerinin hedeflerini değerlendirmesinde gri kümeleme değerlendirme modellerini (Grey Clustering Evaluation Models) [176] uygulamıştır.

Yapılan çalışmalarda modeller; bağlamsal çevre analizi, röportajlar ve atölye çalışmaları, keşif araştırması, literatür incelemeleri yoluyla eleştirel bilgilerin toplanması yöntemleri kullanılarak geliştirilmiştir. Ayrıca modellerin çoğunlukla;

vaka çalışmaları, gözlem araştırmaları, eylem araştırmaları veya uzmanlarla yapılan görüşmeler sonucu karşılaştırmalı analizler ile doğrulanmıştır [67]. Ayrıca dijital olgunluk modellerinin doğrulaması için; literatür araştırmalarının yanı sıra, vaka çalışmaları [56,121–123], uzmanlarla yapılan görüşmeler [191], gözlem araştırmaları [212] yapılmıştır. Bir başka ifade ile çalışmalarda, modellerin doğrulama ve geçerlemesi için çoğunlukla bir veya birkaç vaka çalışmasının yapıldığı görülmüştür.

4.5. DİJİTAL YOL HARİTASI BELİRLEME

Lu ve Weng (2018), elektronik sektöründe bir firmanın akıllı üretim yapabilmesi için teknolojik yol haritası ve pazar olgunluğunu belirlemiştir. Çalışmada akıllı üretim anahtar teknolojisi mimarisi, on dokuz anahtar teknolojiyi -sensör katmanı- entegrasyon katmanı- akıllı katman- yanıtlayıcı (Response) katmanına ait olarak sınıflandırılarak, teknoloji yol haritası süreci belirlenmiştir. Birinci aşamada, 30 akıllı üretim vakası toplanmıştır. İkinci aşamada, mevcut akıllı imalat vakalarında kullanılan ortak teknolojiler belirlenmiş ve teknoloji yol haritası oluşturulmuştur. Bunun için literatüre göre dört temel katman vardır. Üçüncü aşamada ise delphi metodu ile uzman görüşleri alınmış, incelenen teknolojiler tanımlanmış ve gelecek trendleri tahmin edilerek, teknolojik korelasyon matrisi oluşturulmuştur [213].

Mettler ve Pinto (2018) çalışmasında, İsviçre hastanelerindeki gelişme potansiyelleri ve etkileyen faktörlerin belirlenmesi amacıyla dijital olgunluk analizi yapmıştır. Yapılan çalışma sonucunda; personel gelişimine yapılan yatırımlar veya operasyon ve bakım hizmetlerinin iyileştirilmesi arasında önemli bir ilişkinin olmadığı, dijital olgunluğun bir hastanenin zaman içinde korunması ve beslenmesi gereken kurumsal bir varlık olduğu belirlenmiştir [139].

Nemeth (2019), üretim tesisinde bilgi tabanlı bakım (KBM) için olgunluk analizinin bakım uygulamaları ve veri yönetimi boyutları ile kaliteyi de dikkate alan bir çalışma yapmıştır. Çalışmada bakım planlamalarında (Stratejik, taktiksel ve operasyonel boyutta) etkili karar verme sağlanması amaçlanmaktadır. Dört kalite faktörü ve otuz beş kalite göstergesine göre mevcut durumun olgunluk analizi yapılmış ve %74 olarak bulunmuştur [140].

Albukhitan (2020) çalışmasında, imalat firmaları için dijitalleşmenin temel mantığını ve adımlarını ortaya koymak amacıyla dijital dönüşüm stratejisi adımlarını belirlemiştir. Bu adımlar; Dijital dönüşüm vizyonu ve amaçları oluşturmak, işletmenin organizasyonel dönüşüm kapasitesini değerlendirmek (Dijital olgunluk seviyesi belirleme), son kullanıcı ve çalışan deneyimlerini tasarlamak, çözümleri ve satıcıları gözden geçirme ve seçme, uygulama yol haritasını oluşturmak ve organizasyonel kültürü ve altyapısını düzenlemektir. Çalışmada ayrıca imalatçıların dijital dönüşüm sırasında karşılaştıkları en önemli zorluklar da listelenmiş ve sorunların azaltılmasına yönelik öneriler sunulmuştur [142].

Zapata (2020), KOBİ'ler için dijital olgunluk modellerinin en uygun seçimi ve uygulanması üzerine bir araştırma yapmıştır. Çalışmada, akıllı ürün üreticilerinin özel durumlarına göre çeşitli tasarım ilkeleri uygulayarak yedi olgunluk modeli arasından seçim yapılmıştır. Bu sayede KOBİ karakteristiklerine göre, hangi modelin seçileceğinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla çalışma, 250'den az personel sayısı ve 50 milyona eşit veya daha az ciroya sahip işlerden oluşan küçük ve orta ölçekli işletme kategorisinde bulunan Ar-Ge vadisi üreticileri (Otomobil ve havacılık) ile yapılmış ve firmaların dijital olgunluk seviyeleri, firmaların karakteristiklerine göre seçilen yöntemle belirlenmiştir [138].

4.6. DİJİTAL SİSTEM TASARIMI

Lee (2010) çalışmasında, tanı ve sağlık yönetimlerinde esnek sistemlere geçişi tartışmıştır. Makineler için kendi kendine bakım ve mühendislik bağışıklık sistemlerinin mevcut durumu ortaya konmuş ve biyoloji tabanlı akıllı makine konsepti tartışılmıştır. Tanı ve sağlık yönetimleri (PHM), esnek sistem ve kendi kendine bakım kavramları açıklandıktan sonra, gelecekte planlanan mühendislik bağışıklık sistemi oluşturulmuştur. Çalışmada, yüksek belirsizliğe sahip ve çok karmaşık sistemlerde esnek sistemler, kendi kendine bakım ve mühendislik bağışıklık sisteminin gerekli olduğu, kendi kendine bakım teknikleri "Plug and Prognose" platformlarının yeniden yapılandırılabilmesi, minimum insan müdahalesi için operasyon değişikliklerini algılayıp, en iyi modeli seçerek tahminleme yapılması gerektiği tespit edilmiştir. Bunun için önemli olan beş alan; kapsamlı makine veritabanı, online öğrenme araçları,

makine arama motoru, bulut bilişim ve otomatik hesaplama olarak belirlenmiştir [130].

Gorecky vd. (2016), üretim sistemleri için akıllı yapı tasarımı (mimarisi) oluşturmayı amaçlamıştır. Bu kapsamda bir pilot akıllı üretim fabrikasında; sistem tasarımının ana kriterleri, konsepti ve mimarisini oluşturulmuştur. Sistem tasarımı için gerekli sistem ana kriterleri- mekatronik değiştirilebilirlik (Mechatronic changeability)- kişiselleştirilmiş seri üretim (individualized mass production)- iç ve dış iletişim (Internal and external communication) olarak belirlenmiştir. Sistem mimarisi; ürün-okuma ve yazma erişimi için dijital ürün hafızası, üretim katmanı -şeffaf sistem-fabrika topolojisini fark eden mekanizma- tedarikçi altyapıları ile bağlantı- ürün modülleri bilgi modeli- davranış ve operasyonel durum, tedarik katmanı - enerji ve veri bağlantısı, entegrasyon katmanı - bilgi modellerine dönüşüm, IT sistem katmanı -iletişim protokolleri konsepti ile kurulmuştur. Bu yöntemle piyasaya hazır çözümlerin geliştiren ve güvenlikle ilgili düzenlemeleri dikkate alan sistem mimarisi tasarlanmıştır [131].

Lutters (2018) çalışmasında, bir pilot tesisinde dijital ikiz uygulaması yapmıştır. Dijital ikiz kavramı tanımı yapıldıktan sonra, müşterilerin konumu kullanan ölçüm ve IoT çözümleri sunan modelleme / simülasyon çalışması yapılmıştır. Çalışmada, sanal panoların tüm paydaşların temsil edilebilmesini ve ilgili tüm perspektiflerden gelişim üzerinde yeterli etkiye sahip olmasını sağladığı görülmüştür. Bu etkili ve verimli- ama aynı zamanda esnek ve bakımı kolay, yeni üretim ortamları yaratmayı kolaylaştırmaktadır. Bu nedenle pilot tesisler, IoT yaklaşımlarına entegre olanlar gibi fiziksel varlıklar üzerinde sensörler kullanmakta etkilidir. Ayrıca pilot tesisin, sanal bileşenleri üzerine sanal sensörler yerleştirmek de mümkün olduğu, bunun dışında süreç modeli geliştirmenin temeli olarak anlamlı veriler sağlamak için harici kaynaklarda da kullanılabileceği görülmüştür [134].

Backman (2019), demir-çelik sektörünün dijital dönüşümü için mevcut durum analizi (Gelişmelerin koordinasyon ve kontrolü, hammadde, enerji optimizasyonu ve kalite yönetimi) yapmış ve gelecekte yapılabilecek çalışmalar için önerilerde bulunmuştur [132]. Demir-Çelik ile ilgili yapılan diğer çalışmalarda ise; yapay sinir ağları ve yapay

zekâ teknolojilerinin çalışan ve kayıt işlemlerinin kalitesi ve doğruluğu süreçlerinde yaygın olarak kullanıldığı, sektörde pres sertleştirmelerinde anormalliklerin tespiti için makine öğrenimi kullanıldığı [214], yapay zekâ kullanımının tesis verimliliği ve rekabet gücünü arttırdığı [215], zaman serisi sınıflandırmasında örneğin hurda oranını transfer dökümünü [216] tahmin etmek ve yarı mamul ürünlerin kalitesini tespit etmek ve bir sonraki üretim aşamasını tahmin etmek için, makine öğrenimi ve derin öğrenmeden yararlandıkları [217] görülmektedir.

Terkaj (2019), haddehanelerde 3D modelleme ile dijital ikiz tasarımı yapılmasının avantajlarını araştırmıştır [218].

Erdoğan (2019), kentsel ve kırsal bölgelerde işletmelerin yer seçimi kriterlerini belirleyerek, işletmenin bulunduğu yerin dijitalleşmeye etkilerini araştırmıştır. Çalışmada, işletmenin kurulduğu yerin bölgenin gelişimi ve imkânları açısından gelişme sağladığı ve işletmelerin dijital olgunluk modellerinin kurulmasında desteğe ihtiyacı olduğu tespit edilmiştir [219].

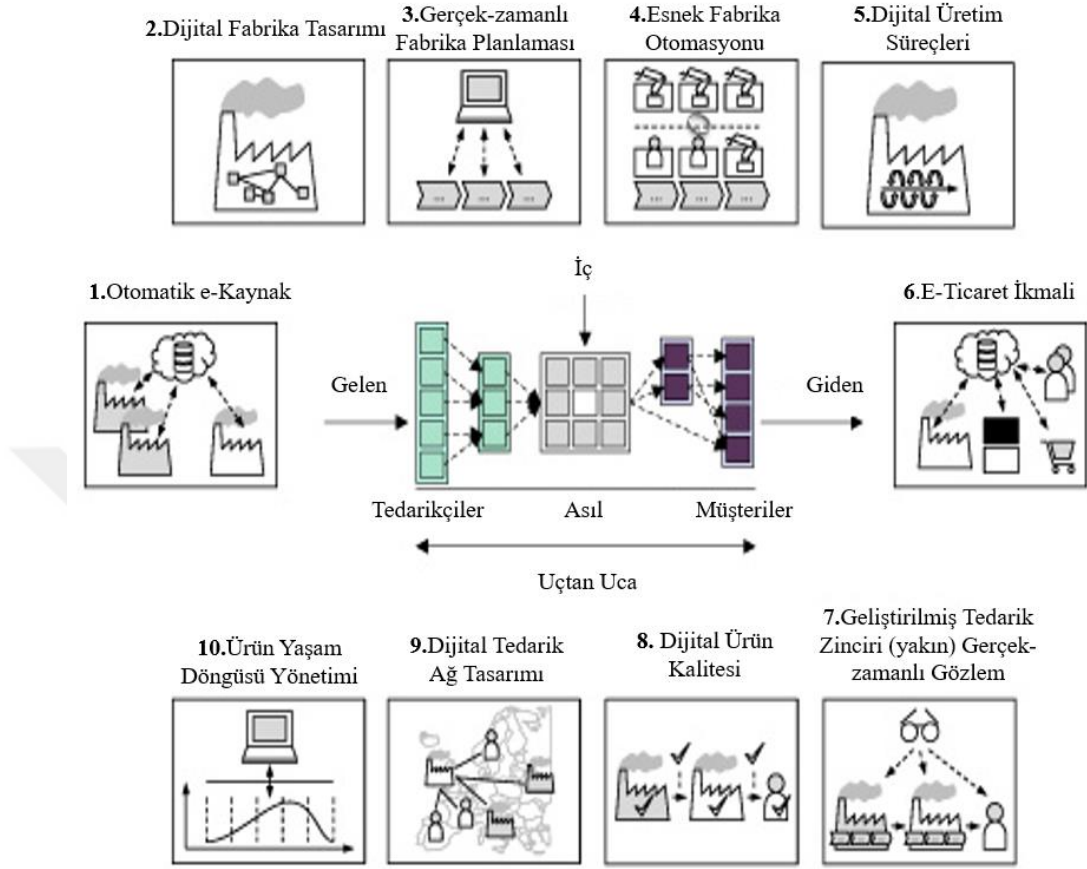
Tsolakis vd. (2019), akıllı otonom araçların simülasyon ile modellenmesi üzerine çalışmıştır. Çalışmada, tedarik araçlarındaki dijital dönüşümleri destekleyebilen hem mimari hem de pratik açıdan simülasyon araçlarının sistematik olarak geliştirilmesi sürecini ortaya koyulmaktadır. Araştırmadaki temel amaç, operasyon yönetimi gündeminde yükselen bir alan olarak “Akıllı Otonom Araçların (IAV)” sürdürülebilir tedarik ağlarına etkin entegrasyonunu destekleyen son derece özelleştirilmiş simülasyon araçlarının geliştirilmesi için ana yazılım mimarisi öğelerini yakalayan bir çerçeve sağlamaktır. Çalışma kapsamında; IAV sistemlerini dijital tedarik ağlarına entegre etmek için yapılan simülasyon yazılım araçlarının sistematik tasarımı ve geliştirilmesi süreci ortaya konulmuştur. Ayrıca gerçekleştirilen operasyonların, simülasyon ve sürdürülebilirlik değerlendirmesini mümkün kıldığı belirlenmiştir. Önerilen çerçevenin uygulanabilirliği, kavramsal ve son derece özelleştirilmiş bir depoda çalışan bir IAV sistemi durumunda, test edilen özel olarak oluşturulmuş bir simülasyon yazılımı aracıyla kanıtlanmıştır [135].

Finelli (2020), makine öğrenimi ve tahmine dayalı analitikler geliştiren bir programın; ilaç firmalarına katkıları, “Nerve Life” isimli bir platform geliştirilerek araştırmıştır. Geliştirilen platform ile; planlama, izleme, tahmin etme, karşılaştırma ve izleme maliyetlerini en iyi duruma getirilmesi amaçlanmıştır. Çalışmada, “Nerve Life” programının; ölçekte içgörü odaklı karar alınması, üretkenliğin kilidini açılması ve Novartis global uyuşturucu geliştirme organizasyonu ve ötesinde şeffaflık sağlanması hedeflenmiştir [133].

IFM’nin “Institute for Manufacturing in Remedies” projesi, İngiltere’de büyük ölçekli ilaç tedarik zinciriyle, Cambridge üniversitesi ortak çalışması olan projedir. Projede reçeteye yazılan ilaçların alınmaması nedeniyle oluşan atıklar ve uzun süredir bekleyen envanterlere çözüm aranmıştır. Bunun için dijital teknolojiler ve veri zengini sistemlerden faydalanılmıştır. Aynı zamanda kişilerin sürekli izlenmesi ile gerektiğinde, bireylerin tıbbi ihtiyaçlarının karşılanması amaçlanmıştır. Bir başka ifade ile birey izlenmekte, doktor gerektiğinde ilacı vermekte, üretici firma bu talebi görmekte ve planını anlık olarak güncelleyerek bu isteği devreye almakta, dağıtım kanalları talep hakkında bilgilendirmekte ve bireyin tıbbi ihtiyacı karşılanmaktadır. Çalışmada; dijitalleşme ile izlenebilir kaliteli süreç yönetimi sağlanırken, dijitalleşmeye gerekli önem verilmezse, rekabet üstünlüğü ve çevresel etkilerinin azalması kaçınılmaz olduğuna ve dijitalleşmenin pazar payını yeniden kazanmanın etkili bir yolu olduğuna vurgu yapılmaktadır. Ek olarak CIM (Cambridge International Manufacturing- Cambridge Uluslararası Üretim), dijital tedarik zinciri dönüşümünün işletmelere olan etkisi ve anahtar alanları anlamalarına yardımcı olmak amacıyla dijital tedarik zincirini on kilit alana ayırmıştır (Şekil 4.1). Bu on kilit anahtarın tanımladıktan sonra, şirketlerin mevcut performanslarını kıyaslayabilecekleri, fırsatları belirleyebilecekleri ve ilk olarak çaba göstermesi gereken alanı tespit edebilecekleri ve uygunluk modeli geliştirebilecekleri belirtilmiştir [136]. CIM dijital senaryoları Şekil 4.1’de verilmiştir.

IFM kapsamında yapılan bir diğer çalışmada ise KOBİ’lerin dijitalleşmesine yardımcı olmak için en akıllı yolun belirlenmesi amacıyla, ayakkabı bağı modeli kurulmuştur. Modele göre KOBİ’ler öncelikle; dijital gereklilikleri belirlemeli, çözümler geliştirmeli, prototipler geliştirerek pilot uygulamalar yapmalı ve bunları test etmeli,

marjinal entegrasyon sağlamalı ve bu süreçler etkileşim içinde tüm süreçlere yayılmalıdır [136].



Şekil 4.1. CIM dijital senaryolar [136].

4.7. DİJİTAL TEDARİK ZİNCİRİ

Literatürde tedarik zinciri yönetimi ile ilgili süreçte yararlanılan dijital teknolojilerden, lojistik sisteminde fiziksel internet kavramından ve akıllı depo sistemlerinden bahsedilmiştir. Bunlardan bazılarına değinilirse; Ardito vd. (2019), tedarik zinciri yönetimi ile pazarlama süreçlerinin entegrasyonunu yönetmek için geliştirilen dijital teknolojilerden bahsetmiştir [89]. Wang vd. (2018), yedi moda tedarik zincirinde dijitalleşme için gereklilikler ve sürece geçiş yol haritasını araştırmıştır [137]. Maslarić vd. (2016), lojistik sisteminde fiziksel internetin (PI – Physical Interconnectivity) tanımını yaptıktan sonra, fiziksel internette evrensel fiziksel ve dijital bağlantı ilişkisini açıklamıştır [92]. Kattepur vd. (2018), endüstriyel bir deponun iş akışını endüstri 4.0 yaklaşımına göre modellemiştir [220]. Yıldız vd. 2018, akıllı depo

sistemlerinde stok bölgesine ulaştırmak için kullanılan “PLC” kontrolü ile çalışan palet asansör ve paletlerin maliyetlerini azaltmayı amaçlayan bir sistem geliştirmiştir [145]. Ivanov vd. (2019), dijitalleşme sonucunda tedarik zincirinin bozulma riskleri ile aralarındaki ilişkileri araştırmıştır [221]. Ayrıca çalışmada dijital teknolojilerin müşteri taleplerine cevap verebildiği, kapasite esnekliğini ve envanter kontrolünü arttırdığı belirlenmiştir. Tedarik zinciri operasyonları üzerinde Endüstri 4.0’ın etkisi, IoT uygulaması ve olası etkilerine de değinilmiştir [144]. Bu çalışmalardan bazıları özetlenirse; Accorsi vd. (2017), gıda tedarik zincirinde operasyonların planlanması, yönetimi ve kontrolüne yönelik olarak IoT mimarisinin tasarımı ve inşasındaki hedef ve stratejilerin belirlenmesini amaçlamıştır [222]. Surajit ve Telukdarie (2019), Güney Afrika endüstrisinden örneklerle, endüstri 4.0’ın yeşil operasyonlar üzerindeki etkisini kurumsal baskıların etkisi altında incelemiştir [223]. Ivanov vd. (2018), tedarik zincirleri, operasyonlar ve endüstri 4.0’daki dinamikleri belirleyen önemli unsurları tanımlamış ve kontrol teorisi operasyonları ve tedarik zinciri yönetimi ve mühendisliği uygulamalarını inceleyerek, sistemin nasıl sistematik hale getirilebileceği tartışılmıştır [224]. Phase ve Mhetre (2018) çalışmalarında, tedarik zinciri yönetiminin gelişiminden bahsettikten sonra, dijital tedarik zincirinde söz etmiştir. Çalışmada IoT uygulamasının sadece ürünleri izlemediği ve durum analizi yaparak hataların ve stokların azaltılmasında etkili olduğu belirtilmiştir [225]. Manavalan ve Jayakrishna çalışmalarında (2019); TZY, ERP, IoT ve endüstri 4.0’ın çeşitli yönlerini gözden geçirilerek, IoT’nin sürdürülebilir bir tedarik zinciri sağlamadaki rolü araştırılmıştır [226]. Da Silva vd. (2018) çalışmasında, tedarik zincirinde teknoloji transfer sürecini incelemiştir. Bir işletmede dördüncü sanayi devriminin gerçekteşebilmesi için iç ve dış teknoloji transferlerinin aynı anda meydana gelmesi gerektiği belirtilmiştir [227]. Bendul ve Blunck (2019) çalışmasında, endüstri 4.0 süreçlerinin ürün planlama ve kontrol süreçlerine etkisinin belirlenmesini ve sistemin bütününü görememe etkisinin ortadan kaldırılmasını amaçlamıştır. Çalışmada dağıtılmış kontrol mimarilerine dayanan mevcut kontrol yaklaşımları arasında ayırım yapmak için sınıflandırma modeli yönteminden faydalanılmıştır. Yapılan çalışma literatürde bahsedilen mimarilerin kanıtı niteliğindedir [228]. Calp vd. (2018) çalışmasında, endüstri 4.0 kavramını genel olarak tanımladıktan sonra, akıllı fabrikaların mimarisi, karakteristikleri ve kullanılan alanlar ile entegre edilebilecek teknolojiler değerdendirilmiştir. Yapılan çalışma sonucunda; IoT teknolojileri kullanılarak üretim süreçlerinin sağlanabileceği,

otomasyonun robot teknolojileri ile desteklenmesinin mümkün olduğu, makinelerin güncelleştirilebileceği ve bulut teknolojileri ile sistemin entegre edilmesi sayesinde üretim sisteminin eğitilebileceği ortaya konulmuştur [229]. Luthra ve Mangla (2018) çalışmasında, Hindistan ekonomisine endüstri 4.0'ın olası etkileri ve tedarik zincirinde endüstri 4.0'a geçerken yaşanabilecek sorunlar araştırılmıştır. Araştırmada imalat sektöründeki firmalara anketler yapılmış ve analiz edilmiştir. Bu kapsamda endüstri 4.0'a geçiş sürecinde yaşanan 18 temel zorluk, organizasyonel, etik sorunlar, strateji ve teknolojik olmak üzere dört temel boyutta tanımlanmıştır [230]. Yan vd. (2019) çalışmasında, e-ticaret hizmetleri tedarik zincirinin modellenmesi üzerine çalışmıştır. Tasarlanan simülasyon modeliyle daha yüksek düzeyde açık inovasyona ve karar destekleri için değerlendirmeye sahip yönetim politikasının, proje belirsizliğini, meydana gelen yeniden yapılandırma miktarını ve planlanmamış proje maliyetini azaltarak, BT projelerinin performansını artırabileceği bulunmuştur. Ayrıca, açık inovasyon ve yönetim politikası ilkeleri, yönetim verimsizliği ve proje gecikmesi riskini azaltabileceği görülmüştür [231].

Türkiye'de yapılan çalışmalarda ise, endüstri 4.0'a geçişte stratejilerin belirlenmesi ve rekabet güçlerini arttırabilmeleri amacıyla; endüstri 4.0'ın Türkiye üzerindeki potansiyel etkileri [232], işletmelerin temel yetenekleri belirlendikten sonra balanced scorecard (BSC) modeli ile işletmenin temel stratejisini oluşturan; finansal, müşteri, içsel süreç ve öğrenme boyutları ayrı ayrı analiz edilmiş [233], işçi sınıfının işsiz kalmasıyla yaşanabilecek olumsuz etkiler, emeğin üretimdeki yerinin azalması sonucu gelir dağılımında yaşanabilecek bozulmalar, yerli firmaların yaşayacağı sıkıntılar gibi dezavantajlar ve geçiş sürecinde sanayici, işletmeci, tedarikçi, akademisyen ve devletin sürece hakim olarak geçiş sürecinde izlenecek yolu anlatmaları, hükümetin işletmelere teşvik paketi oluşturma gerektiği ve geçiş sürecinde yapılacak Ar-Ge çalışmalarının önemi [234] gibi konulara geçiş sürecinde dikkat edilmesi gerektiğine değinilmiştir.

4.8. DİJİTALLEŞMENİN ÇEVRESEL BOYUTU

Dijital dönüşümün sürdürülebilir metrikleri arasında çevresel etkiler de yer almaktadır. Bu nedenle mevcut kullanılan iş modellerine çevresel açıdan sürdürülebilir

uygulamaların dahil edilmesinin büyük fırsatlar sunduğu yapılan araştırmalar sonucunda görülmektedir [172,235].

Bir işletmenin dijital yeteneklerinin artması, çevresel riskleri daha az hale getiren faaliyetlerin yönetiminde olumlu etki yaratmaktadır [236] . Kurumsal çevre yönetim planlarının işletmelerde değer yaratmak için önemli olduğu da bilinmektedir. Yapılan araştırmalar; kurumsal çevre yönetiminin, işletmelerin liderlik ve strateji uygulamalarındaki etkinliğini ve rekabet gücünü etkilediğini göstermektedir. Bu nedenle işletme bünyesinde uygulanan çevresel faaliyetlerin, işletmelere sürdürülebilirlik açısından avantaj sağlaması beklenmektedir. Ayrıca dijital dönüşümün de çevresel sürdürülebilirliği iyileştireceği bilinmektedir [237,238]. Buna ek olarak, yeni dijital teknolojilerin enerji kaynaklarının kontrolü ve yönetim süreçlerinde etkisi olabileceği de düşünülmektedir [168]. Bu kapsamda IBM çevresel etkilerin sistemler üzerindeki etkilerini araştırmak için “Climate Impact Rating API” teknolojisini geliştirmiştir [239]. Son yıllardaki bu gelişmeler nedeniyle, işletmelerin dijital olgunluğu değerlendirilirken enerji kullanımı ve çevreye duyarlılığının etkisi de önem arz etmektedir.

Literatürden elde edilen bilgiler doğrultusunda bu çalışmada bir üretim işletmesinde; tedarik ve değer zincirindeki kararlarında, işletmenin kendi içerisindeki süreçleri etkin bir şekilde takip etmesini sağlayan akıllı üretim ile doğru ve güvenilir bilgiye dayalı karar destek sisteminin kurulması istenmektedir. Çalışma ile işletmelerin; doğru şekilde önemli stratejik kararlar almalarını, en az risk ile hızlı karar almasını sağlamak ve sistem iyileştirmeleriyle birlikte sanayide daha doğru ve global bazda gelişmelerin takip edilerek, rekabet gücünün arttırılması beklenmektedir. Bu amaçla çalışmada bir işletmenin çevreye etkisini ölçmek amacıyla çevresel etkenleri de içeren sistemin benzetim modeli tasarlanmıştır. Endüstri 4.0 teknolojileri ve dijital tedarik zinciri yapısında bahsedildikten sonra işletmenin dijitalleşme düzeyi ve dijital dönüşüm yol haritası ortaya koyularak bu dijitalleşmenin çevresel etkenler üzerindeki etkileri incelenmiştir. Yapılan çalışma sayesinde sektördeki çevresel etki konusunda farkındalık sağlanarak fark yaratması beklenmektedir.

Çalışmanın üretim işletmelerine ve akademiye birçok katkısı bulunmaktadır. Çalışmanın özgünlükleri kısaca özetlenecek olursa SEMM'in geliştirilmesindeki özgünlükler, SEMM'in değerlendirme ölçütlerinin özgünlükleri, SEMM'in işletmelerde uygulanması için örneklem ve veri toplanmasındaki özgünlükler, SEMM'in analizindeki özgünlükler ile yeşil ve dijital karar destek sistemi özgünlükleri olarak sınıflandırmak mümkündür.

SEMM'in geliştirilmesindeki özgünlükler;

- **Çevresel faktörler:** Dünyadaki kaynakların kullanımının giderek öneminin arttığı, Avrupa Yeşil Mutabakatı, Kyoto protokolü gibi uygulamaların yaygınlaşması nedeniyle işletmelerin kurumsal ve operasyonel yapılarına ek olarak ürün SEMM; geri kazanım faaliyetleri, enerji yönetimi, yenilenebilir enerji sistemlerinin kullanımına yönelik maddeler de içermektedir.
- **Kalite Yönetim Sistemleri:** Kalite süreçlerinin takibinin işletmelerde nasıl yapıldığını ve etkinliğini ölçmek amacıyla ISO (International Organization for Standardization), TSE (Türk Standardları Enstitüsü), CE belgesi vb. standardizasyonlara sahip olma durumları ve bu belgelere sahip olmanın iş süreçleri üzerindeki etkisinin düzeyi araştırılmıştır.
- **Tüm üretim işletmelerine yönelik olma:** SEMM her büyüklükteki (büyük, orta, küçük, mikro) ve sektördeki işletmeye uygulanabilir ve kolayca erişim sağlanabilir niteliktedir.
- **Bilmiyorum (0A) / Bilgi paylaşmak istemiyorum (0B) seçenekleri:** SEMM'de 0A ve 0B seçeneklerini de yöneltilen maddelere ekleyerek katılımcıların çekimser olduğu sorularda ortadaki seçeneğe yönelmesinin önüne geçilmiş ve analiz sonuçlarının güvenilirliğini arttırmıştır. Ayrıca bilgi maddelerinde katılımcıların konuyla ilgili bilgiye sahip olma durumu ile bilgi paylaşmak isteyip istemediği de değerlendirilmiştir.

SEMM'in değerlendirme ölçütleri özgünlükleri;

- **Dijital olgunluk seviyeleri:** Altı seviyeye ait özgün isimlendirme yapılmış ve 0-5 arasında seviyelendirme yapılmıştır.
- **Dört farklı hesaplamasal formül:** SEMM'in değerlendirilmesinde, katılımcılara yöneltilen maddelerin yapısına göre dört tip formül kullanılmıştır. Literatürde geliştirilen modeller genellikle tek bir formül üzerine kuruludur.
- **Hesaplamasal formül özgünlükleri:** Tip 2 ve tip 4 maddeleri için geliştirilen formüller özgündür. Tip2 maddelerinde öncelikle işletmelerin yöneltilen faaliyete veya uygulamaya sahip olup olmadığı ölçülmüş daha sonra likertle değerlendirilmiştir. Tip 4 maddelerinde ise, literatürdeki dijital olgunluk modellerinde katılımcılara yöneltilmeyen sorular GRI ilişkisel analiz yöntemi ile ağırlıklandırılarak hesaplanmıştır. Hesaplamaların detayları Bölüm 5.3.2'de verilmiştir.

SEMM'in analizi için örneklem ve veri toplanmasındaki özgünlükler;

- **İki örneklem ile doğrulama:** SEMM modelinin güvenilirlik ve geçerlilik analizi iki örneklem ile yapılmış ve model güncellenmiştir ($n_1 = 50$, $n_2 = 80$).
- **Örneklem büyüklüğü hesaplama:** Literatürdeki modellerde genellikle örneklem büyüklüğü hesaplanmadan analiz yapılmamaktadır. Bu çalışmadan çalışmanın güvenilirliği için örneklem büyüklüğü de hesaplanarak minimum sayıda ulaşılması gereken işletme sayısı belirlenmiştir.

SEMM'in analizindeki özgünlükler;

- **Türkiye'nin dijital olgunluk puanı belirlenmiştir:** Çalışmada büyük bir örneklem büyüklüğüne ulaşıldığı için ($n=417$) dijital olgunluk açısından Türkiye profil analizinin yapılmasına imkân tanımıştır. Türkiye'nin dijital olgunluk puanı "2,43" olarak belirlenmiş ve işletme büyüklerine göre karşılaştırma yapılmıştır.
- **Dijital olgunluk puanını etkileyen faktörler belirlenmiştir:** Üretim işletmelerine ait demografik, sosyo ekonomik değişkenlerin yanı sıra çevresel,

kaliteye yönelik ve Ar-Ge ile inovasyon faaliyetlerine yönelik değişkenler hipotez testleriyle araştırılmıştır.

Mobilya işletmesi simülasyon tabanlı yeşil ve dijital karar destek sistemi özgünlükleri;

- **Çevresel faktörlere yer verilmiştir:** Üretim işletmelerinin üretim çıktılarının yanı sıra fire miktarı, enerji miktarı, toz miktarı, gürültü şiddeti gibi üretim sonucu ortaya çıkan çevresel çıktılarına da ulaşılmasına imkân tanıyan bir simülasyon modeli kurulmuştur.
- **Ürün başına çevresel çıktılar hesaplanmıştır:** Bir birim ürün üretildiğinde ortaya çıkan çevresel çıktılar hesaplanmış ve bu çıktıların azaltılmasına yönelik sistem iyileştirilmeleri yapılmıştır.
- **Dijital dönüşümün çevresel çıktılar üzerindeki etkisi gösterilmiştir:** Bazı temel dijital teknolojilerin kullanılmasının, mobilya işletmesinin üretim ve çevresel çıktılarına etkisi araştırılmıştır.

BÖLÜM 5

ARAŞTIRMA METODOLOJİSİ

5.1. SÜRDÜRÜLEBİLİR İŞLETME OLGUNLUK MODELİ (SUSTAINABLE ENTERPRISE MATURITY MODEL - SEMM) METODOLOJİSİ

Bu çalışmanın ana çerçevesini oluşturmak için geliştirilen dijital olgunluk modelleri incelenmiş ve sürdürülebilir kurumsal olgunluk modeli SEMM'in kavramsal çatısı oluşturulmuştur. Yapılan araştırma kapsamında; Science Direct, Web of Science, Google Scholar Veri Tabanları ve kamu araştırmaları ile danışmanlık şirketlerinin web siteleri incelenmiştir. Çalışmanın metodolojik yaklaşımı ortaya çıkarılmıştır. Dijital olgunluk modelinin genel çerçevesi temel olarak üç ana gruba ayrılabilir. Bunlar; modelin geliştirilmesi ve olgunluk seviyelerin belirlenmesi sonucu modelin tasarlanması, örneklem ve verilerin toplanması ile tasarlanan model sonuçlarının değerlendirilmesidir. Şekil 5.1'de bir dijital olgunluk modeli metodolojisi yer almaktadır.

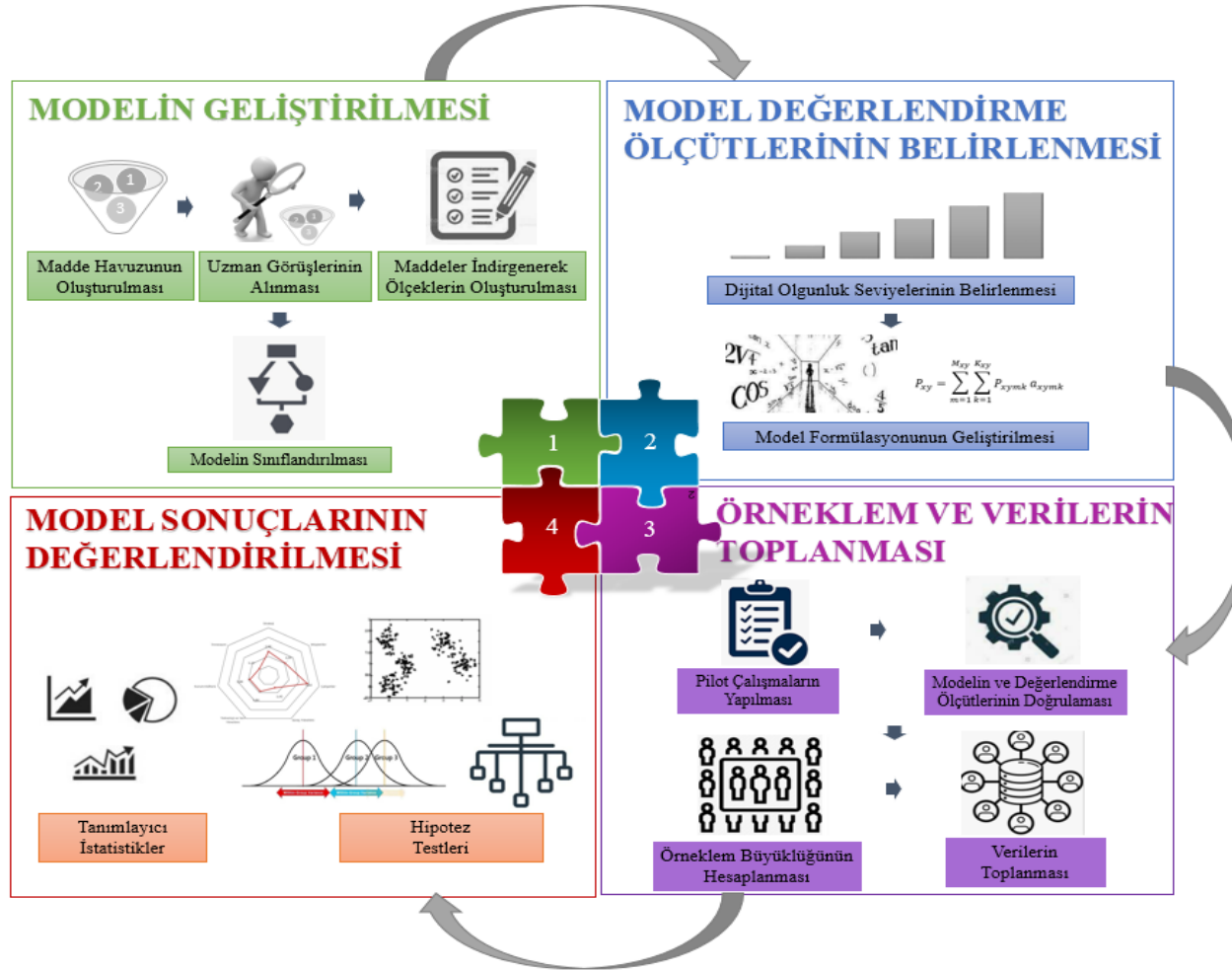
SEMM geliştirilirken ilk aşamada, literatürdeki çalışmalar incelenmiş ve model geliştirilmiştir. İncelemeler sonucu modelde kullanılabilecek boyutlar ve ölçek maddeleri tespit edilmiştir. Bu kapsamda 1500 maddelik bir havuz oluşturulmuştur. Araştırmada iki sektör uzmanı, dijital dönüşüm üzerine çalışmalar yapan bir uzmanlık şirketi ile üç akademik personelin oluşturulan boyutlar ve maddeler ile ilgili görüş ve önerileri alınmıştır. Uzmanların görüş ve yönlendirmeleri ile model sınıflandırılmış ve mevcut maddeler indirgenip güncellenmiştir.

İkinci aşamada, modelin dijital olgunluk seviyeleri belirlenmiş ve bir hesaplama sistemi geliştirilmiştir. Literatürdeki çalışmalar ve geliştirilen modelin karakteristikleri temel alınarak, Şekil 5.1'de verilen dijital olgunluk seviyeleri belirlenmiştir.

Ayrıca sınıflandırılan modele yönelik özgün hesaplamasal bir sistem geliştirilerek, işletmelerin dijital olgunluk puanı hesaplanmıştır. Böylece SEMM'in değerlendirme ölçütleri belirlenmiştir.

Üçüncü aşamada; SEMM'in kullanılabilir olduğu kanıtlanmıştır. Ölçeklerin pilot çalışmalar ile güvenilirlik ve geçerlilik analizi yapılmıştır. Pilot araştırmada 4.0 işletmeyle yüz yüze yapılan görüşmeler ve bir vaka çalışması ile değerlendirme ölçütleri de doğrulanmıştır. Model, doğrulama ve geçerleme testlerinden elde edilen sonuçlar neticesinde dijital olgunluk anket formu güncellenmiştir. Buna ek olarak çalışmadan en doğru sonucu alabilmek için gerekli örnekleme yöntemi ile örneklem büyüklüğü de belirlenmiştir. Daha sonrasında SEMM, Türkiye genelinde Türkiye KOSGEB aracılığıyla ve diğer kanalları kullanarak üretim işletmelerine gönderilerek araştırma verileri toplanmıştır.

Modelin dördüncü aşamasında ise, Türkiye genelindeki işletmelerden toplanan veriler analiz edilerek, Türkiye için genel dijital olgunluk profil sonuçları elde edilmiştir.



Şekil 5.1. Dijital olgunluk modeli metodoloji.

5.2. SEMM'İN GELİŞTİRİLMESİ

Dijital olgunluk modelleri işletmelerin dijital dönüşüm sürecindeki durumunu değerlendirmek için kullandığı stratejik bir araçtır. Bu modellerin “İş Süreçleri Yönetimi” stratejilerinde uygulanması önerilmektedir [240]. Bu amaçla dijital olgunluk modeli geliştirilirken önce ölçekler oluşturulmuş, model ve kullanılan kavramlar sınıflandırılmıştır.

5.2.1. SEMM Ölçeklerinin Oluşturulması

Çalışmada ölçekler oluşturulurken; uzman görüşü ve literatürde yapılan benzer araştırmalar baz alınmıştır. Dijital olgunluk modellerinin pek çok derlemesi bulunmaktadır. Derlemelerden elde edilen bilgilere göre; literatürdeki çalışmalarda, kurumsal strateji, kuruluş ve çevre, organizasyon ve topluluklar, organizasyon ve değer zincirleri, organizasyon ve insanlara göre yapılan sınıflandırmalar göz önünde bulundurularak modelin boyutları belirlenmiştir. Buna göre bir dijital olgunluk modelinde; üst yönetimin katılım ve kaynak sağlama düzeyi, bağlanabilirlik düzeyi, net olarak belirlenmiş ve vizyon, misyon, uzun ve kısa vadeli hedefleri ve KPI'larının olması, veri yönetimi ve veriden değer yaratabilme düzeyi, işletmedeki varlıkların işletme fonksiyonlarıyla entegre edilmesi, BT sistemlerinin dijital operasyonel dönüşümlerini destekleyebilecek nitelikte olması, müşteri beklentilerinin sağlanabilmesi için yenilikçi yaklaşımlar, akıllı sistemlerin kullanım düzeyi, çalışanların adaptasyon ve farkındalık düzeyi, yeni hizmet fırsatları yaratmak için diğer kuruluş ve paydaşlarıyla iş birliği düzeyi gibi faktörlerin değerlendirilmesi gerektiği belirtilmektedir [241–244]. Bu bulgular, genel kabul görmüş geliştirilen diğer modellerdeki sonuçlarla da benzerlik göstermektedir.

Akademi ve danışmanlık şirketleri tarafından geliştirilen ve yaygın olarak kullanılan dijital olgunluk modellerinin seviye ve boyutları Çizelge 5.1'de verilmiştir. Söz konusu tablodan elde edilen sonuçlar çalışmadaki modelin geliştirilmesinde de kullanılmıştır.

Çizelge 5.1. Literatürde geliştirilen dijital olgunluk modelleri.

	ACATECH	IMPULS	PWC	Deloitte – TM Forum	Schumacher	Valdez-De-Leon	Forrester	Digitopia	MIT Sloan – Capgemini
	6	6	4	6	5	6	4	5	4
Dijital Olgunluk Seviyeleri	1. Dijital veri 2. Bağlantı 3. Görünürlük 4. Şeffaflık 5. Tahmin Yeteneği 6. Adaptasyon Yeteneği	0. Çizginin Dışındakiler 1. Başlangıç 2. Orta 3. Deneyimli 4. Uzman 5. En İyi Performans	1. Dijital acemi 2. Dijital takipçi 3. Dijital yenilikçi 4. Dijital şampiyon	0. Uygulanmıyor 1. Öngörülemez 2. Tepkisel 3. Geçiş Halinde 4. Müşteri Güdümlü 5. Dönüşmüş	1. Uygulanmıyor ... 5. Tamamen uygulanıyor	0. Henüz başlatılmadı 1. Başlangıç 2. Etkinleştiriliyor 3. Entegre 4. Optimize 5. Öncü Rol	1. Şüpheciler 2. Benimseyenler 3. Ortak Çalışanlar 4. Farklılaştırıcılar	1. Tanımlanmış 2. Organize edilmiş 3. Entegre edilmiş 4. Optimize edilmiş 5. Dijital	1. Yeni Başlayanlar 2. Tutucular 3. Trende Uyanlar 4. Dijital
Boyut sayısı	4	6	6	6	9	7	4	6	6
Kaynaklar	2 / 3 – 2								
BT Altyapısı	2 / 4 – 4								
Organizasyon Yapısı	2 / 4 – 2								
Kültür	2 / 3 – 5						X		
Strateji ve Organizasyon		3							
Akıllı Fabrika		4							
Akıllı Operasyonlar		4							
Akıllı Ürünler		1							
Veriye Dayalı Hizmetler		3							
Çalışanlar		2							

İş modelleri, ürün ve hizmet portföyü			X						
Pazar ve müşteri erişimi			X						
Değer zincirleri ve süreçler			X						
BT Mimarisi			X						
Uyum, hukuk, risk, güvenlik ve vergi			X						
Organizasyon ve kültür			X						
Müşteri/ler				4	*	X		4/4-4-2-4	
Strateji				7	*	X			
Teknoloji				6	*	X	X	4/5-4-4-4	
Operasyonlar				4	*	X		4/4-5-4-2	
Kültür				3	*				
Veri				3					
Liderlik					*				
Ürün					*				
İnsanlar					*			4/4-4-3-2	
Yönetişim					*			4/4-4-3-2	
Organizasyon						X	X		
Değer Zinciri / Ekosistem						X			
İnovasyon						X		4/3-4-3-4	

Anlayış – İçgörüler							X		
Dijital dönüşüm zorunluluğu									X
Dönüşüm hızı									X
Dönüşümün faydaları									X
Dijital dönüşüm engelleri									X
Kurumsal zorluklar									X
Değişiklikleri yürütmek									X
*: Kriter sayısı net olarak bilinmiyor ancak birden fazla kriter var. X: Çalışmada bu boyut kullanılmıştır ve kriterleri yoktur ya da çalışmada yer verilmemiştir. m / x₁- x₂...- x_m: kriter sayısı / 1. alt kriter sayısı – 2. alt kriter sayısı -...-m. alt kriter sayısı									

SEMM kapsamında oluşturulan ölçekler, iki sektör uzmanı, dijital dönüşüm üzerine çalışmalar yapan bir uzmanlık şirketi kurucusu ile üç akademisyen tarafından değerlendirilmiştir. Çalışmada kullanılan her bir ölçek modelin bir boyutunu ifade etmektedir. Modelde yedi adet boyut bulunmaktadır. SEMM'in boyutları ve açıklamaları Çizelge 5.2'de verilmiştir.

Çizelge 5.2. SEMM'in boyutları ve açıklamaları.

Strateji	İşletmenin stratejilerinin rekabet gücü, işletmenin vizyon ve öngörüsü, işletme kaynaklarını kullanma şekli ve iş yapış biçimleri vb. faktörlerin değerlendirildiği boyuttur.
Müşteriler	İşletmenin müşteriye ait edinmiş olduğu güçlü farkındalık, müşteri açısından katma değer yaratmak ve müşteriyle kurulan anlamlı bağı oluşturabilecek araçların kullanılma yöntemlerinin değerlendirildiği boyuttur.
Çalışanlar	Dinamik yapıya sahip piyasaya çalışanların hızlı ayak uydurma düzeyi, sahip oldukları yetkinlikler ile dijital dönüşüme bakış açısının değerlendirildiği boyuttur.
Süreç Yönetimi	İş verimliliği ve etkinliğini arttırmak amacıyla, işletmedeki üretim, kalite ve enerji yönetim süreçlerinin izlenebilirliğinin ve üretimde dijital teknolojilere geçilerek yürütülen süreç ve görevlerin değerlendirildiği boyuttur.
Teknoloji & Veri Yönetimi	İşletmenin dijital yıkıcılardan korumak ve müşteri ihtiyaçlarını daha düşük maliyetlerle, daha hızlı ve beklentilere cevap verecek şekilde karşılamak için işletmenin bünyesindeki teknolojilerin ve veri kullanımının değerlendirildiği boyuttur.
Kurum Kültürü	İşletme içi iş birliği düzeyi ile çalışan kişisel/mesleki gelişimini destekleyen yönetim süreçlerinin değerlendirildiği boyuttur.
İnovasyon	Sürdürülebilir rekabet sağlama ve müşteri odaklı bir yaklaşım sağlamak amacıyla işletme bünyesinde yürütülen Ar-Ge ve inovasyon faaliyetlerinin değerlendirildiği boyuttur.

5.2.2. SEMM'de Kullanılan Kavramların Sınıflandırılması

SEMM'de işletmelerin sosyo-ekonomik ve demografik bilgilerine yönelik maddeler de yer almaktadır. Bu kapsamda işletmelerin sektörleri sınıflandırılırken TÜİK'in belirlediği NACE REV2 kodları [245], çalışan sayısı ve işletme büyüklüğü gruplandırılırken, KOSGEB'in tanımı [246], yıllık cirosu sınıflandırılırken ise ISO 500 verileri [247] baz alınmıştır.

Model oluşturulurken ölçekte yer alan maddelerin likert ölçek tipine uygun şekilde oluşturulmasına dikkat edilmiştir. Bu şekilde oluşturulamayan maddelerde ise sıralayıcı bir yapının olması ve 1’den 5’e kadar olan tüm seviyeleri temsil edecek seçeneklerin yer almasına dikkat edilmiştir. Bu kapsamda Çizelge 5.2’de belirlenen strateji [37,42,46,47,48,66,208,248,249], müşteriler [47,48,248,250,251], çalışanlar [13,48,252,253], süreç yönetimi [47,48,248,253–255], teknoloji ve veri yönetimi [47,191,249,256–259], kurum kültürü [42,87,255] ve inovasyon [42,48,260,261] boyutlarının maddeleri oluşturulurken pek çok kaynaktan esinlenilmiştir.

5.2.3. SEMM’in Sınıflandırılması

SEMM’in boyut ve kriterleri belirlendikten sonra, ölçeklerde yer alan maddeler sınıflandırılmıştır.

5.2.3.1.1. Boyutların Sınıflandırılması

Şekil 5.2’de modelde oluşturulan boyutlar ve her boyuta ait kriterlere yer verilmiştir. Çalışma kapsamında geliştirilen modeldeki her bir boyut, ayrı bir araştırma ölçeği olarak değerlendirilebilecek niteliğe sahiptir.

Strateji	Müşteriler	Çalışanlar	Süreç Yönetimi	Teknoloji & Veri Yönetimi	Kurum Kültürü	İnovasyon
Liderlik Sürdürülebilir Rekabet Dijital Dönüşüm için Özkaynak & Bütçe Kullanımı	Müşteri Odaklılık Müşteri Katılım Düzeyi Müşteri Deneyimi	Farkındalık Ceviklik / Adaptasyon Hızı Çalışan Dijital Bilgi / Yetkinlik Düzeyi	Ürün Yönetimi Kalite Yönetim Sistemi Enerji Yönetimi	Teknolojik Altyapı Veri Kullanımı (Verinin değeri) Dijital Teknolojiler	Çevresel ve Toplumsal Sorumluluk Gelişim Odaklılık Paylaşım Kültürü	Ar-Ge’nin Etkinlik Düzeyi Fikir Yönetimi İnovasyon Odaklılık İş Birliği Düzeyi Desteklerden Yararlanma Düzeyi Fikri Mülkiyet Açık İnovasyon

Şekil 5.2. SEMM boyutları ve kriterleri.

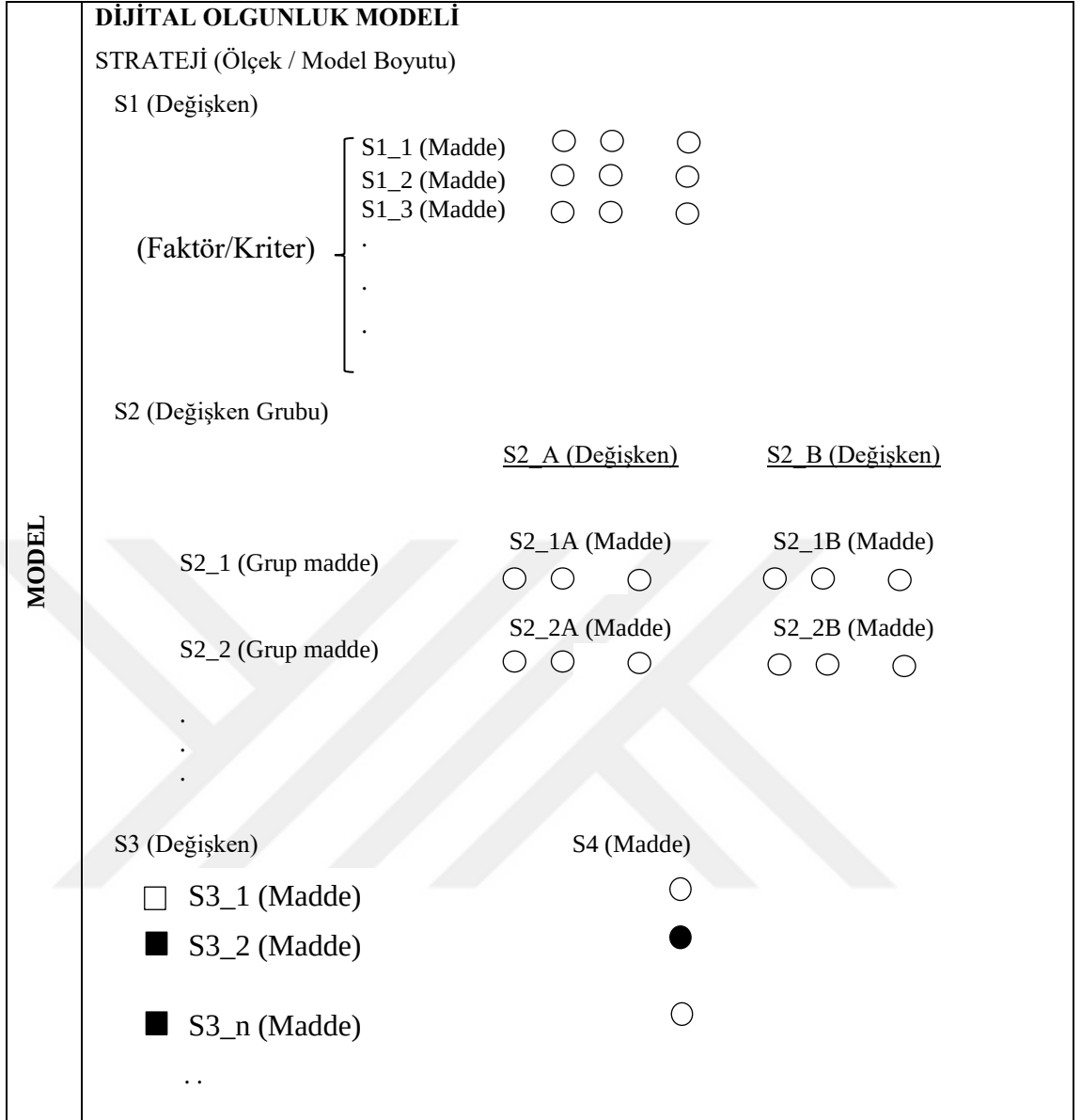
Şekil 5.2’de çalışmada geliştirilen modelin; “Strateji” boyutunun üç, “Müşteriler” boyutunun üç, “Çalışanlar” boyutunun üç, “Süreç Yönetimi” boyutunun üç, “Teknoloji ve Veri Yönetimi” boyutunun üç, “Kurum Kültürü” boyutunun üç ve

“İnovasyon” boyutunun yedi kriteri bulunmaktadır. Modelin yedi boyut ve toplamda 25 kriterden oluştuğu görülmektedir.

Araştırmalardan elde edilen bulgulara ek olarak, işletmelerin sürdürülebilirliğini daha iyi bir şekilde belirleyebilmek amacıyla işletmedeki çevresel uygulamalar ile kalite yönetim sistemi uygulamalarına da yer verilmiştir. Dijital olgunluğa ilişkin diğer çalışmalardan farklı olarak, model kapsamında kalite yönetim sistemi, enerji yönetimi ve çevresel/toplumsal sorumluluk ayrı birer kriter olarak ele alınmıştır. Ayrıca “Strateji” boyutunda dijital dönüşüm için işletme kaynaklarının kullanım düzeyi de araştırılmıştır.

5.2.3.1.2. Değişkenlerin Sınıflandırılması

Araştırmadaki maddelere verilen cevaplara göre yönlendirmeler olmasından dolayı, ölçeklerde katılımcıların cevaplaması gereken net bir ifade sayısı yoktur. Ancak genel çerçeveyi çizen en fazla cevaplanması gereken madde sayısı 467’dir. Bu maddeleri katılımcıların sağlıklı bir şekilde cevaplandırabilmesini sağlamak amacıyla maddeler gruplandırılmış, tabloda verilmiştir. Ayrıca ölçekte maddeler ya da değişkenler arasında yönlendirmeler de bulunmaktadır. Çalışma analizinin daha kolay yapılabilmesi amacıyla ölçek kodları oluşturulmuştur. Ölçeğin kodlanmasında kullanılan genel çerçeve, model yapısının anlaşılması için temsili olarak Şekil 5.3’te verilmiştir.

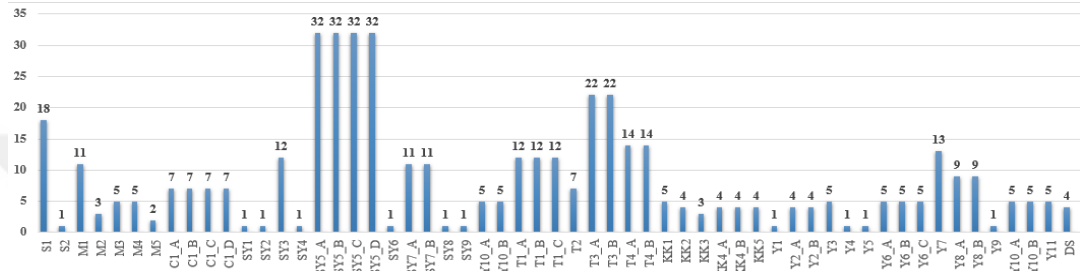


Şekil 5.3. Değişkenlerin isimlendirilmesinde kullanılan genel çerçeve.

Bu gruplandırmaya göre kriter, değişken ve ifadeler isimlendirilerek kodlandırılmıştır. Modeldeki değişken kodları, değişkenin bulunduğu boyutun kısaltmasının yanına rakam gelmesiyle oluşturulmuştur. Şekil 5.3.'e göre, Strateji (S) boyutundaki 1. değişkenin kodu S1'dir. S1_1, 1. değişkenin 1. Maddesi temsil edilmiştir. 1. değişkenin 1., 2. ve 3. Maddeleri belli bir faktörü oluşturmuştur. Strateji (S) boyutundaki 2. Soru yani S2 değişken grubu bir tablo sorusudur ve her bir sütunu bir değişkeni temsil etmiştir. S2 değişkeni S2_A, S2_B olmak üzere iki alt değişkenden oluşmuştur. Tabloda yer alan her bir hücrede ise değişkenlerin maddelerine yer verilmiştir. S2_1A ifadesi S2_A alt değişkenin ilk maddesini göstermiştir. Bu

değişkenleri ve maddeleri kapsayan yapı ise geliştirilen ölçek bir başka ifade ile modelin boyutunu göstermiştir. Ölçeklerin değerlendirme özelliklerinin ve seviyelerinin belirlenmesi ile “*Sürdürülebilir İşletme Olgunluk Modeli (SEMM)*” oluşturulmuştur.

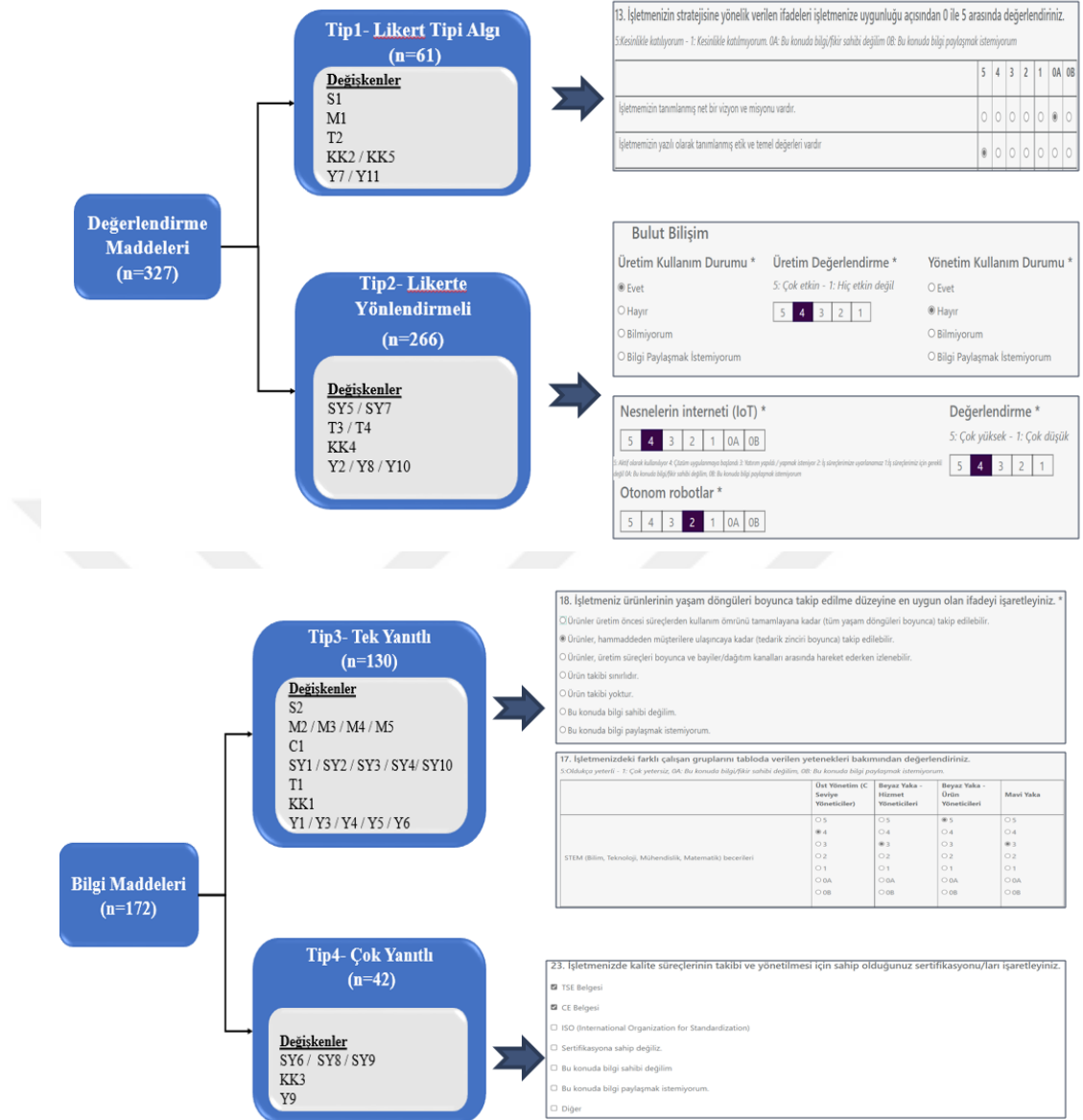
Araştırmanın modelinde ölçeklerde yer alan tüm değişkenler ve alt değişkenleri ile içerdikleri madde sayıları Şekil 5.4’te verilmiştir.



Şekil 5.4. Ölçekte yer alan değişkenler ve maddelerin dağılımı.

Şekil 5.4’e göre; modelde cevaplanması gereken en fazla 37 değişkene yer verilmiştir. “Strateji” boyutunun iki değişken ve 19 madde, “Müşteriler” boyutunun beş değişken ve 26 madde, “Çalışanlar” boyutunun bir değişken, dört alt değişken ve 28 madde, “Süreç Yönetimi” boyutunun 10 değişken, sekiz alt değişken ve 178 madde, “Teknoloji ve Veri Yönetimi” boyutunun dört değişken, altı alt değişken ve 115 madde, “Kurum Kültürü” boyutunun beş değişken, iki alt değişken ve 21 madde, “İnovasyon” boyutunun 11 değişken, dokuz alt değişken ve 78 madde içerdiği görülmüştür. Dijital olgunluğu belirleyen boyutlar dışında işletmelere yöneltilen 14 “Demografik” ve beş “Değerlendirme dışı” ifade de ölçekte yer almıştır. Modelde en çok “Süreç Yönetimi” boyutuna yönelik maddelerin yer aldığı ve bunu “Teknoloji ve Veri Yönetimi” ile “İnovasyon” boyutlarının takip ettiği görülmüştür.

Çalışmada geliştirilen modelin doğrulanabilmesi ve değerlendirme ölçütlerinin oluşturulabilmesi için boyutlarda yer alan değişkenler sınıflandırılmıştır. Bu sınıflandırma Şekil 5.5’te verilmektedir.



Şekil 5.5. SEMM değişkenlerinin sınıflandırılması.

Ölçeklerde yer alan bilgi maddelerinde, işletmenin mevcut iş ve iş yapış süreçlerinden işletmeye uygun olan ya da onların seçilmesi istenmiştir. Değerlendirme maddelerinde ise, işletmedeki süreçlerin etkililiğinin ölçüldüğü maddelerdir.

Ölçeklerde yer alan bilgi maddelerinde, işletmenin mevcut iş ve iş yapış süreçlerinden işletmeye uygun olanının seçilmesi istenmiştir. Katılımcı verilen seçeneklerden sadece bir tanesini işaretlerse tek yanıtlı maddeler, birden çok seçenek işaretlerse çok yanıtlı maddelerdir.

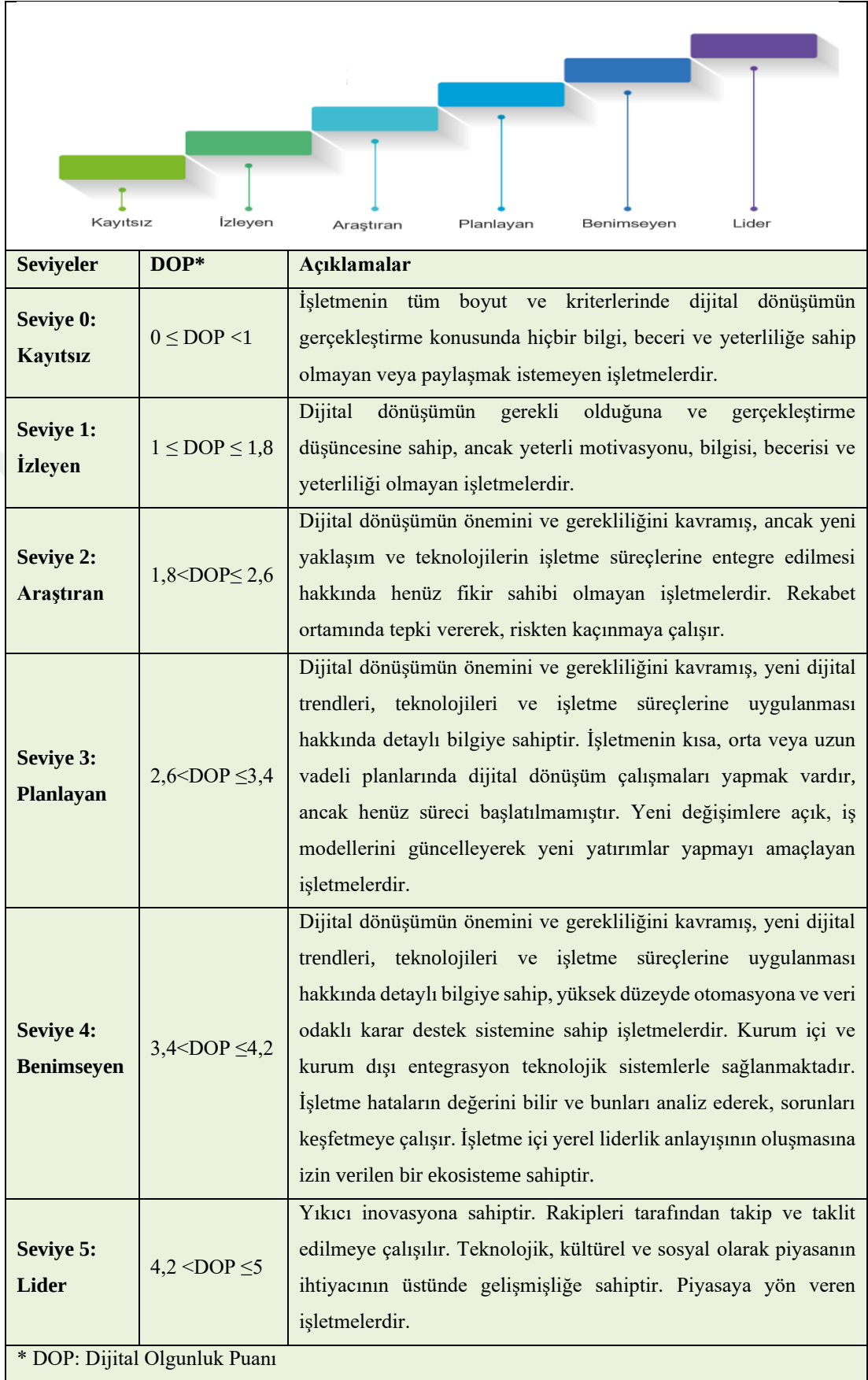
Değerlendirme maddelerinde ise, işletmedeki süreçlerin etkililiğinin işletmedeki algısının ölçüldüğü likert tipi sorular yöneltilmiştir. Değerlendirme maddelerinden algı maddeleriyle, ölçekte verilen maddeye yönelik tutumu ölçülmüştür. Matris maddeleri ise; daha önceden bilgi alınan bir maddenin, işletmede uygulanması durumunda cevaplanmıştır. Bu maddeler ile söz konusu uygulamanın işletmedeki etkinliğine ilişkin algısı ölçülmüştür.

5.3. SEMM DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİNİN BELİRLENMESİ

Modelde yer alan boyutların işletmeler açısından değerlendirildiğinde sayısallaştırılabilmesi için modelin dijital olgunluk seviyeleri belirlenmiş ve bir hesaplamasal formül geliştirilmiştir.

5.3.1. SEMM Olgunluk Seviyelerinin Belirlenmesi

PwC ve Educause 2020 dijital olgunluk seviyelerini; sayısallaştırma bir başka ifade ile bütün verilerin dijital hale getirilmesi; dijitalleşme yani süreçlerin otomatikleşmesi ve düzene sokulması ve dijital dönüşüm olarak sınıflandırmıştır [48,262]. İşletmelerin dijital olgunluğu dijital olgunluk puanlarına göre belirlenmiştir. Dijital olgunluk puanı (DOP) hesaplanması ise geliştirilen formülasyonlar ile yapılmıştır. Dijital olgunluk puanı 0 ile 5 arasında değerlendirilmektedir. SEMM'in dijital olgunluk seviyeleri, değerleri ve açıklamaları Şekil 5.6'da verilmiştir.



Şekil 5.6. SEMM dijital olgunluk seviyeleri.

Şekil 5.6.'ya göre model altı seviyeden oluşmaktadır. İşletmelerin dijital olgunluk seviyeleri 1 ile 5 (izleyen, araştıran, planlayan, benimseyen, lider) arasında değerlendirilmektedir. Seviye 1; en düşük, Seviye 5; ise en yüksek dijital olgunluk seviyesini ifade etmektedir. Kayıtsız (Seviye 0) ise, yöneltilen maddelere çoğunlukla 0A (Bu konuda bilgi sahibi değilim) ya da 0B (Bu konuda bilgi paylaşmak istemiyorum) seçeneklerinden birinin işaretlediğini göstermektedir.

5.3.2. SEMM Hesaplamasal Formülün Geliştirilmesi

Ölçekler oluşturulurken dijital olgunluk seviyeleri de dikkate alınmıştır. Özellikle likert tipi sorularda oluşturulan beş seviye ve beş seçenekle eşleşecek şekilde model geliştirilmiştir. Dijital dönüşüm hesaplamalarında işletmenin olgunluk seviyeleri 1'den 5'e kadar (***İzleyen, Araştıran, Planlayan, Benimseyen, Lider***) belirlenmiştir. Dijital olgunluk seviyesi modelin boyut ve kriterlerinde "0" olanlar (Kayıtsız) dikkate alınmamıştır. Modelin güvenilirliği için tüm alt ölçeklerde "0A (Bu konuda bilgi sahibi değilim)" ve "0B (Bu konuda bilgi paylaşmak istemiyorum)" seçeneklerine yer verilmiştir. Bu seçeneklere, katılımcıların cevap vermek istemediği ya da kararsız kaldığı durumlarda ortada yer alan seçeneğe yönelmesini engellemek [263] ve işletmelerin bilgi düzeyi ile kurum dışı paylaşım konusundaki yaklaşımını belirlemek amacıyla yer verilmiştir. Ancak bilgi paylaşmak istemeyen katılımcılarla, gerçekten dijital dönüşüm konusunda bilgisi/fikri olmayanlar cevaplarda, sayısal olarak ayırt edilemediğinden dolayı hesaplamalara katılamamıştır. Bundan dolayı hesaplamaları etkileyebileceği değerlendirildiğinden, dijital olgunluk puanı hesaplamalarından ve analizlerden çıkarılmıştır.

Değişken türünün yapısı ve değerlendirme için notasyonlar Şekil 5.7'de ve geliştirilen hesaplamasal formüller Şekil 5.8'de verilmiştir

Notasyonlar
x: Boyut no y: Değişken no m: Madde / Satır no n: Sütun no k: Seçenek no M: Toplam Madde Sayısı M_{xy}: x. boyutun y. değişkeninin toplam madde/satır sayısı L_{xy}: x. boyutun y. değişkeninin bilmiyorum veya bilgi paylaşmak istemiyorum seçeneği işaretlenen madde/satır sayısı K_{xy}: x. boyutun y. değişkeninin toplam seçenek sayısı B_{xy}: x. boyutun y. değişkeninin toplam hesaplanan seçenek sayısı P_{xy}: x. boyutun y. değişkeninin hesaplanan olgunluk puanı P_{xym}: x. boyutun y. değişkeninin m. ifadesinin puan değeri P_{xymk}: x. boyutun y. değişkeninin m. ifadesinin k. seçeneğinin puan değeri P_{xymnk}: x. boyutun y. değişkeninin m. satırının n. sütununun k. seçeneğinin puan değeri P_{xymn}: x. boyutun y. değişkeninin m. satırının n. sütununun puan değeri b_{xy}: x. boyutun y. değişkeninde diğer seçeneğinin işaretlenme durumu $b_{xy} = \{0,1\}$ W_{xyk}: x. boyutun y. değişkeninin k. seçeneğinin hesaplanan GRI ağırlık değeri P_{xyk}: x. boyutun y. değişkeninin k. seçeneğinin puan değeri a_{xyk}: x. boyutun y. değişkeninin k. seçeneğinin işaretlenme durumu a_{xymk}: x. boyutun y. değişkeninin m. ifadesinin k. seçeneğinin işaretlenme durumu $a_{xymnk} = \{0,1\}$ a_{xymnk}: x. boyutun y. değişkeninin m. satırının n. sütununun k. seçeneğinin işaretlenme durumu $a_{xymnk} = \{0,1\}$

Şekil 5.7. SEMM notasyonları.

Tip1 Değişkeni Yapısı																																																																																																											
N=1 <table style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <tr><td style="border: 1px solid black; width: 10%;">1</td><td style="border: 1px solid black; width: 10%;">5</td><td style="background-color: #cccccc; border: 1px solid black; width: 10%;">4</td><td style="border: 1px solid black; width: 10%;">3</td><td style="border: 1px solid black; width: 10%;">2</td><td style="border: 1px solid black; width: 10%;">1</td><td style="border: 1px solid black; width: 10%;">0A</td><td style="border: 1px solid black; width: 10%;">0B</td></tr> <tr><td style="border: 1px solid black;">2</td><td style="border: 1px solid black;">5</td><td style="border: 1px solid black;">4</td><td style="border: 1px solid black;">3</td><td style="border: 1px solid black;">2</td><td style="border: 1px solid black;">1</td><td style="background-color: #cccccc; border: 1px solid black;">0A</td><td style="border: 1px solid black;">0B</td></tr> <tr><td style="border: 1px solid black;">...</td><td colspan="7" style="border: 1px solid black;">...</td></tr> <tr><td style="border: 1px solid black;">M</td><td style="background-color: #cccccc; border: 1px solid black;">5</td><td style="border: 1px solid black;">4</td><td style="border: 1px solid black;">3</td><td style="border: 1px solid black;">2</td><td style="border: 1px solid black;">1</td><td style="border: 1px solid black;">0A</td><td style="border: 1px solid black;">0B</td></tr> </table>	1	5	4	3	2	1	0A	0B	2	5	4	3	2	1	0A	0B	...	...							M	5	4	3	2	1	0A	0B	$M_{xy} = \sum_{m=1}^{M_{xy}} \sum_{k=1}^{K_{xy}} a_{xymk} \quad (5.1)$ $L_{xy} = \sum_{m=1}^{M_{xy}} \sum_{k=1}^2 a_{xymk} \quad (5.2)$ $P_{xy} = \left(\sum_{m=1}^{M_{xy}} \sum_{k=1}^{K_{xy}} P_{xymk} a_{xymk} \right) / (M_{xy} - L_{xy}) \quad (5.3)$																																																																										
1	5	4	3	2	1	0A	0B																																																																																																				
2	5	4	3	2	1	0A	0B																																																																																																				
...	...																																																																																																										
M	5	4	3	2	1	0A	0B																																																																																																				
Tip2 Değişkeni Yapısı																																																																																																											
N=1 N=2 <table style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <tr> <td style="border: 1px solid black; width: 10%;">1</td> <td style="background-color: #cccccc; border: 1px solid black; width: 10%;">E</td> <td style="border: 1px solid black; width: 10%;">H</td> <td style="border: 1px solid black; width: 10%;">0A</td> <td style="border: 1px solid black; width: 10%;">0B</td> <td style="border: 1px solid black; width: 10%;">5</td> <td style="border: 1px solid black; width: 10%;">4</td> <td style="background-color: #cccccc; border: 1px solid black; width: 10%;">3</td> <td style="border: 1px solid black; width: 10%;">2</td> <td style="border: 1px solid black; width: 10%;">1</td> <td style="border: 1px solid black; width: 10%;">0A</td> <td style="border: 1px solid black; width: 10%;">0B</td> </tr> <tr> <td style="border: 1px solid black;">2</td> <td style="border: 1px solid black;">E</td> <td style="border: 1px solid black;">H</td> <td style="border: 1px solid black;">0A</td> <td style="border: 1px solid black;">0B</td> <td colspan="7" style="border: 1px solid black;"></td> </tr> <tr> <td style="border: 1px solid black;">...</td> <td colspan="11" style="border: 1px solid black;">...</td> </tr> <tr> <td style="border: 1px solid black;">M</td> <td style="background-color: #cccccc; border: 1px solid black;">E</td> <td style="border: 1px solid black;">H</td> <td style="border: 1px solid black;">0A</td> <td style="border: 1px solid black;">0B</td> <td style="border: 1px solid black;">5</td> <td style="border: 1px solid black;">4</td> <td style="border: 1px solid black;">3</td> <td style="background-color: #cccccc; border: 1px solid black;">2</td> <td style="border: 1px solid black;">1</td> <td style="border: 1px solid black;">0A</td> <td style="border: 1px solid black;">0B</td> </tr> </table> N=1 N=2 <table style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <tr> <td style="border: 1px solid black; width: 10%;">1</td> <td style="border: 1px solid black; width: 10%;">5</td> <td style="background-color: #cccccc; border: 1px solid black; width: 10%;">4</td> <td style="border: 1px solid black; width: 10%;">3</td> <td style="border: 1px solid black; width: 10%;">2</td> <td style="border: 1px solid black; width: 10%;">1</td> <td style="border: 1px solid black; width: 10%;">0A</td> <td style="border: 1px solid black; width: 10%;">0B</td> <td style="border: 1px solid black; width: 10%;">5</td> <td style="border: 1px solid black; width: 10%;">4</td> <td style="border: 1px solid black; width: 10%;">3</td> <td style="border: 1px solid black; width: 10%;">2</td> <td style="border: 1px solid black; width: 10%;">1</td> <td style="border: 1px solid black; width: 10%;">0A</td> <td style="border: 1px solid black; width: 10%;">0B</td> </tr> <tr> <td style="border: 1px solid black;">2</td> <td style="border: 1px solid black;">5</td> <td style="border: 1px solid black;">4</td> <td style="border: 1px solid black;">3</td> <td style="background-color: #cccccc; border: 1px solid black;">2</td> <td style="border: 1px solid black;">1</td> <td style="border: 1px solid black;">0A</td> <td style="border: 1px solid black;">0B</td> <td colspan="6" style="border: 1px solid black;"></td> </tr> <tr> <td style="border: 1px solid black;">...</td> <td colspan="13" style="border: 1px solid black;">...</td> </tr> <tr> <td style="border: 1px solid black;">M</td> <td style="background-color: #cccccc; border: 1px solid black;">5</td> <td style="border: 1px solid black;">4</td> <td style="border: 1px solid black;">3</td> <td style="border: 1px solid black;">2</td> <td style="border: 1px solid black;">1</td> <td style="border: 1px solid black;">0A</td> <td style="border: 1px solid black;">0B</td> <td style="border: 1px solid black;">5</td> <td style="border: 1px solid black;">4</td> <td style="border: 1px solid black;">3</td> <td style="border: 1px solid black;">2</td> <td style="background-color: #cccccc; border: 1px solid black;">1</td> <td style="border: 1px solid black;">0A</td> <td style="border: 1px solid black;">0B</td> </tr> </table>	1	E	H	0A	0B	5	4	3	2	1	0A	0B	2	E	H	0A	0B								...	...											M	E	H	0A	0B	5	4	3	2	1	0A	0B	1	5	4	3	2	1	0A	0B	5	4	3	2	1	0A	0B	2	5	4	3	2	1	0A	0B							...	...													M	5	4	3	2	1	0A	0B	5	4	3	2	1	0A	0B	
1	E	H	0A	0B	5	4	3	2	1	0A	0B																																																																																																
2	E	H	0A	0B																																																																																																							
...	...																																																																																																										
M	E	H	0A	0B	5	4	3	2	1	0A	0B																																																																																																
1	5	4	3	2	1	0A	0B	5	4	3	2	1	0A	0B																																																																																													
2	5	4	3	2	1	0A	0B																																																																																																				
...	...																																																																																																										
M	5	4	3	2	1	0A	0B	5	4	3	2	1	0A	0B																																																																																													
Tip 3 Değişkeni Yapısı																																																																																																											
N=1 <table style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <tr><td style="border: 1px solid black; width: 10%;">1</td><td style="border: 1px solid black; width: 10%;">5</td><td style="background-color: #cccccc; border: 1px solid black; width: 10%;">4</td><td style="border: 1px solid black; width: 10%;">3</td><td style="border: 1px solid black; width: 10%;">2</td><td style="border: 1px solid black; width: 10%;">1</td><td style="border: 1px solid black; width: 10%;">0A</td><td style="border: 1px solid black; width: 10%;">0B</td></tr> <tr><td style="border: 1px solid black;">2</td><td style="border: 1px solid black;">5</td><td style="border: 1px solid black;">4</td><td style="border: 1px solid black;">3</td><td style="border: 1px solid black;">2</td><td style="border: 1px solid black;">1</td><td style="border: 1px solid black;">0A</td><td style="border: 1px solid black;">0B</td></tr> <tr><td style="border: 1px solid black;">...</td><td colspan="7" style="border: 1px solid black;">...</td></tr> <tr><td style="border: 1px solid black;">M</td><td style="background-color: #cccccc; border: 1px solid black;">5</td><td style="border: 1px solid black;">4</td><td style="border: 1px solid black;">3</td><td style="border: 1px solid black;">2</td><td style="border: 1px solid black;">1</td><td style="border: 1px solid black;">0A</td><td style="border: 1px solid black;">0B</td></tr> </table> N=1 N=2 <table style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <tr> <td style="border: 1px solid black; width: 10%;">1</td> <td style="border: 1px solid black; width: 10%;">5</td> <td style="background-color: #cccccc; border: 1px solid black; width: 10%;">4</td> <td style="border: 1px solid black; width: 10%;">3</td> <td style="border: 1px solid black; width: 10%;">2</td> <td style="border: 1px solid black; width: 10%;">1</td> <td style="border: 1px solid black; width: 10%;">0A</td> <td style="border: 1px solid black; width: 10%;">0B</td> <td style="border: 1px solid black; width: 10%;">5</td> <td style="border: 1px solid black; width: 10%;">4</td> <td style="border: 1px solid black; width: 10%;">3</td> <td style="border: 1px solid black; width: 10%;">2</td> <td style="border: 1px solid black; width: 10%;">1</td> <td style="border: 1px solid black; width: 10%;">0A</td> <td style="border: 1px solid black; width: 10%;">0B</td> </tr> <tr> <td style="border: 1px solid black;">2</td> <td style="border: 1px solid black;">5</td> <td style="border: 1px solid black;">4</td> <td style="border: 1px solid black;">3</td> <td style="border: 1px solid black;">2</td> <td style="border: 1px solid black;">1</td> <td style="border: 1px solid black;">0A</td> <td style="border: 1px solid black;">0B</td> <td style="border: 1px solid black;">5</td> <td style="border: 1px solid black;">4</td> <td style="border: 1px solid black;">3</td> <td style="border: 1px solid black;">2</td> <td style="border: 1px solid black;">1</td> <td style="border: 1px solid black;">0A</td> <td style="border: 1px solid black;">0B</td> </tr> <tr> <td style="border: 1px solid black;">...</td> <td colspan="13" style="border: 1px solid black;">...</td> </tr> <tr> <td style="border: 1px solid black;">M</td> <td style="background-color: #cccccc; border: 1px solid black;">5</td> <td style="border: 1px solid black;">4</td> <td style="border: 1px solid black;">3</td> <td style="border: 1px solid black;">2</td> <td style="border: 1px solid black;">1</td> <td style="border: 1px solid black;">0A</td> <td style="border: 1px solid black;">0B</td> <td style="border: 1px solid black;">5</td> <td style="border: 1px solid black;">4</td> <td style="border: 1px solid black;">3</td> <td style="border: 1px solid black;">2</td> <td style="border: 1px solid black;">1</td> <td style="border: 1px solid black;">0A</td> <td style="border: 1px solid black;">0B</td> </tr> </table>	1	5	4	3	2	1	0A	0B	2	5	4	3	2	1	0A	0B	...	...							M	5	4	3	2	1	0A	0B	1	5	4	3	2	1	0A	0B	5	4	3	2	1	0A	0B	2	5	4	3	2	1	0A	0B	5	4	3	2	1	0A	0B	...	...													M	5	4	3	2	1	0A	0B	5	4	3	2	1	0A	0B	$M_{xy} = \sum_{m=1}^{M_{xy}} \sum_{n=1}^{N_{xy}} \sum_{k=1}^{K_{xy}} a_{xymnk} \quad (5.4)$ $L_{xy} = \sum_{m=1}^{M_{xy}} \sum_{n=1}^{N_{xy}} \sum_{k=1}^2 a_{xymnk} \quad (5.6)$ $P_{xy} = \left(\sum_{m=1}^{M_{xy}} \sum_{n=1}^{N_{xy}} \sum_{k=1}^{K_{xy}} P_{xymnk} a_{xymnk} \right) / (M_{xy} N_{xy} - L_{xy}) \quad (5.7)$ $P_{xymk} = [0, 0, 1, 2, 3, 4, 5] \quad (5.8)$															
1	5	4	3	2	1	0A	0B																																																																																																				
2	5	4	3	2	1	0A	0B																																																																																																				
...	...																																																																																																										
M	5	4	3	2	1	0A	0B																																																																																																				
1	5	4	3	2	1	0A	0B	5	4	3	2	1	0A	0B																																																																																													
2	5	4	3	2	1	0A	0B	5	4	3	2	1	0A	0B																																																																																													
...	...																																																																																																										
M	5	4	3	2	1	0A	0B	5	4	3	2	1	0A	0B																																																																																													
Tip 4 Değişkeni Yapısı																																																																																																											
N=1 M=1 Seçenek K ... Seçenek 3 Seçenek 2 Seçenek 1	$b_{xy}=0 \text{ ise } B_{xy} = K_{xy} \quad (5.9)$ $b_{xy}=1 \text{ ise } B_{xy} = K_{xy} + 1 \quad (5.10)$ $P_{xy} = \left(\sum_{k=1}^{B_{xy}} W_{xyk} P_{xyk} a_{xyk} \right) / \sum_{k=1}^{B_{xy}} W_{xyk} \quad (5.11)$																																																																																																										

Şekil 5.8. SEMM formülasyonları.

Tip 1 değişkenleri değerlendirilirken “Derecelendirme leği (Rating Scales)” modeli baz alınmıştır [264]. Ancak dijital olgunluk puanı (DOP) hesaplamalarından “0A” ve “0B” etkisi çıkarılmalıdır. Bu nedenle Tip1 değişkeninin DOP hesaplamalarında yeni bir formülasyon geliştirilmiştir.

Tip 2 değişkenleri, işletmede bir faaliyetin uygulanma durumuyla ilgili bilgi aldıktan sonra, eğer uygulanıyorsa ilgili faaliyetin işletmedeki etkinliğinin beşli likert leği ile lldğ maddelerdir. Seçenek sayısına göre gruplanan bu maddeleri için de özgün bir formülasyon kullanılmıştır.

Tip 3 değişkenleri, işletmenin mevcut iş ve iş yapış modellerine yönelik yöneltilen seçeneklerden sadece bir tanesinin seçildiği maddelerdir. Bu maddeler Tip1 maddeleriyle benzerlik göstermektedir. Ancak Tip 3 maddelerinden tek sütuna sahip olanlar sıralayıcı biçimde düzenlenirken, Tip 1 maddeleri likert tipinde düzenlenmiştir.

Tip 4 değişkenleri ise, işletmenin mevcut iş ve iş yapış modellerine yönelik yöneltilen seçeneklerden uygun olanlarının seçildiği maddelerdir. Her bir seçenek “Gri ilişkisel analiz” yöntemiyle ağırlıklandırılmıştır. Gri ilişkisel analiz yöntemi, çok kriterli karar problemlerindeki belirsizlikleri analiz eden, kısmen bilinen bir başka ifade ile gri bilgilerin ağırlıklandırılmasında ve sıralanmasında kullanılır [265]. Araştırmada yer alan Tip 4 değişkenlerindeki seçenekler, ilk kez bir dijital olgunluk modelinde araştırılmakta ve seçeneklerin birbirine göre üstünlükleri olabileceği tahmin edilmektedir. Ancak bu üstünlüklerin yn ve düzeyi bilinmediği için seçenek ağırlıkları “Gri ilişkisel Analiz” yöntemi ile hesaplanarak tespi edilmiştir. Çalışma bu yönüyle de diğer olgunluk modellerinden farklılık göstermektedir. Ağırlıklandırılan her bir seçenek katılımcı tarafından işaretlenme durumuna göre değerlendirilerek, her bir madde için ağırlıklı ortalaması alınmış ve böylece ilgili boyut değişkeninin dijital olgunluk puan değeri hesaplanmıştır.

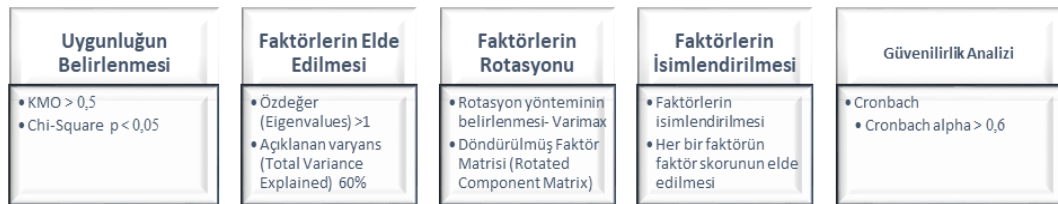
5.4. ÖRNEKLEM VE VERİ TOPLAMA

SEMM tasarlandıktan sonra, pilot analiz yapılarak model ve oluşturulan formüller doğrulanmıştır.

5.4.1. Modelin Güvenilirliği ve Geçerliğinin Araştırılması

Araştırmanın boyutları, değişkenleri ve ifadeleri belirlendikten sonra geliştirilen ölçeklerin kullanılabilir olduğu kanıtlanmıştır. Bu amaçla web sitesi oluşturularak, online ortama aktarılan model olasılıksız örnekleme yöntemlerinden kartopu örnekleme yöntemiyle seçilen öncelikle 50, daha sonra 80 işletmeye uygulanmıştır. Yapılan pilot çalışmalar sonucu modelin güvenilirlik ve geçerlilik analizi yapılmıştır. Analiz ile elde edilen sonuçlara göre de geliştirilen ölçekler güncellenmiştir. Ayrıca ölçeklerin faktör analizi sonuçları değerlendirilerek model kriterleri de belirlenmiştir.

Çalışmada ölçeklerin geçerliliği için Açıklayıcı Faktör Analizi (Exploratory Factor Analysis-EFA) yapılmıştır. Açıklayıcı faktör analizi, birbiriyle ilişkili değişkenlerin, daha az sayıda anlamlı ve birbirinden bağımsız faktörler haline getirilmesini sağlayan bir yöntemdir [266]. Açıklayıcı faktör analizinin amacı faktör sayısını azaltarak, ifadeleri sınıflandırmaktır. EFA dört ana aşamadan oluşmaktadır [267,268]. Şekil 5.8’de ölçek güvenilirlik ve geçerlilik testi aşamaları ve incelenen istatistiksel değişkenlerin kabul edilen değerleri verilmiştir [269–274].



Şekil 5.9. Ölçeğin geçerlilik ve güvenilirlik kriterleri.

Şekil 5.9’da görüldüğü gibi örneklem uygunluğunun belirlenmesi için ilk aşama, KMO testi ile örneklem yeterliliğinin ölçülmesidir. İkinci aşama ise Barlett testi ile veri setinin açıklayıcı faktör analizi için uygunluğu bir başka ifade ile değişkenler

arasında yüksek korelasyon olma durumu değerlendirilmesidir. İkinci aşamada elde edilecek faktör sayısı belirlenir. Üçüncü aşama ise faktör rotasyonudur. Bu aşamada döndürülmüş faktör matrisi sonuçlarına göre ölçekte yer alan ifadeler güncellenir, faktörler belirlenir. Son aşamada ise belirlenen bu faktörler isimlendirilir ve skorları belirlenir. Değişkenler faktör yüklerine göre gruplandırılır [275].

Açıklayıcı faktör analizinde birçok yöntem kullanılmasına rağmen, veri bilimi ve makine öğrenimi uygulamalarında en yaygın olarak kullanılan yöntem, Temel Bileşenler Analizi (Principal Component Analysis – PCA)’dır [276,277]. PCA’da gözlemlenen ifadelerin bileşimi olan faktörler belirlenmeye çalışılır. Araştırma ifadeleri çok yüksek korelasyona sahip olduğunda PCA kullanılır [278]. Ayrıca PCA, modellerin geliştirilmesine de imkân sağlamaktadır [277]. Bu çalışmada çok fazla değişkenin bulunması ve değerlendirme modelinin geliştirilmesi nedeniyle ölçeklerin faktör analizlerinde PCA yöntemi kullanılmıştır.

Açıklayıcı faktör analizleriyle oluşturulan faktörlerin güvenilirliği kontrol edilmiş, ölçeğin güvenilirliği ile aynı faktördeki ifadelerin ilişkilerinin tutarlılığı ölçülmüştür. Çalışmada ölçeğin güvenilirliği için en çok kullanılan yöntem olan “Cronbach Alpha” katsayısı kullanılmıştır [279,280].

Araştırma kapsamında geliştirilen dijital olgunluk modelinde diğer çalışmalardan farklı olarak, kapsamlı bir şekilde çevresel unsurlar değerlendirilmiştir. Literatürdeki pek çok çalışmada vaka analizleriyle (Case study) doğrulama ve geçerleme yapılırken, bu çalışmada geliştirilen modelin doğrulama ve geçerlemesi EFA faktör analizi ve Cronbach Alpha güvenilirlik analizi testi sonucunda belirlenmiştir. Ayrıca çalışmada geniş alanlara uygulanabilecek daha genel bir stratejinin geliştirilmesi ihtiyacını karşılayabilmek amacıyla her büyüklükteki işletmeye ve tüm sektörlerle uygulanabilecek bir model geliştirilmiştir. Bu sayede işletmelerin büyüklüklerine veya sektörlerine göre karşılaştırılması yapılabilecektir. Bunun dışında geliştirilen ölçeklerde likert sorularına “Bilmiyorum” ve “Bilgi Paylaşmak İstemiyorum” seçenekleri de eklenmiştir. Bu seçenekler ile işletmelerin dijital olgunluğunun yanı sıra, kurum dışı paylaşım kültürü ve dijital süreçler ve teknolojiler hakkındaki bilgisinin de değerlendirilmesi amaçlanmıştır.

Dijital olgunluk modelinde, açıklayıcı faktör analizinden önce değişkenlerin dağılımları incelenmiştir. Çizelge 5.3'te geliştirilen ölçekte kullanılan değişkenler içerdikleri ifade sayıları, ortalama ve standart sapmaları verilmiştir.

Çizelge 5.3. Değişkenlere ilişkin tanımlayıcı istatistikler.

Ölçek	Değişken	İfade Sayısı	%	Ortalama	Standart Sapma
Strateji (S)	S1	17	27,87	3,70	0,97
Müşteriler (M)	M1	11	18,03	3,62	1,09
Teknoloji ve Veri Yönetimi (T)	T2	7	11,48	3,51	1,25
Kurum Kültürü (KK)	KK2	4	6,56	2,82	1,60
	KK5	4	6,56	3,05	1,40
İnovasyon (Y)	Y7	13	21,31	3,00	1,44
	Y11	5	8,20	1,76	1,68
Genel Toplam		61	100,00		

Çizelge 5.3'te elde edilen sonuçlara göre, toplamda 61 algı ifadesinin olduğu, bu ifadelerin %27,87'sinin "Strateji" ve %29,51'inin "İnovasyon" ifadelerinden oluştuğu görülmüştür.

Dağılımlar incelendikten sonra verilere açıklayıcı faktör analizi yapılmıştır. Çizelge 5.4'te her iki örneklemin boyutlara göre ölçeklerin ifade sayıları, KMO ve Barlett Testi anlamlılık değeri verilmiştir.

Çizelge 5.4. Açıklayıcı faktör analizi (EFA) sonuçları.

Boyutlar	1. Örneklem (n=50)			2. Örneklem (n=80)		
	KMO	Sig.	Açıklanan Varyans	KMO	Sig.	Açıklanan Varyans
Strateji (S)	0,836	0,000*	69,904	0,853	0,000*	68,797
Müşteriler (M)	0,754	0,000*	72,574	0,795	0,000*	76,042
Teknoloji ve Veri Yönetimi (T)	0,834	0,000*	64,736	0,869	0,000*	64,758
Kurum Kültürü (KK)	0,775	0,000*	77,682	0,859	0,000*	80,724
İnovasyon (Y)	0,767	0,000*	68,076	0,748	0,000*	68,062

*p <0.05

Çizelge 5.4'te verilenlere göre; birinci ve ikinci örneklemde her bir değişkenin örneklem büyüklüğünün yeterli olduğu ($KMO > 0,50$) ve veri seti açıklayıcı faktör analizi yapılması için uygun olduğu ($p < 0,05$) görülmüştür. Bir başka ifade ile ölçekte kullanılan her bir ölçeğin anlaşılır ve gerekli maddelerden oluştuğu ve maddeler arasındaki korelasyonun güçlü olduğu tespit edilmiştir.

Yapılan analizde her bir değişkende işletmelere yöneltilen ifadelerin ölçekten kaldırılması gerekliliğini ölçmek ve ifade sıralamalarının belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu nedenle iki örneklem için de her bir boyuta ait algı ifadelerinin sırası, standardize faktör yükleri (λ) ve Cronbach alpha katsayısı (α) hesaplanmıştır. Elde edilen sonuçlar sırasıyla Çizelge 5.5, Çizelge 5.6, Çizelge 5.7, Çizelge 5.8, Çizelge 5.9'da verilmiştir.

Çizelge 5.5. Strateji (S) ölçeğinin faktör yükleri ve faktörlerin güvenilirlik analizi sonuçları.

Faktör Yükleri (n=50)				Faktör Yükleri (n=80)			
Maddeler	1	2	3	Maddeler	1	2	3
S1_15	,839			S1_17	,818		
S1_16	,815			S1_15	,805		
S1_17	,785			S1_16	,799		
S1_14	,744			S1_4	,715		
S1_4	,725			S1_14	,686		
S1_10	,686			S1_7		,819	
S1_6	,587			S1_11		,725	
S1_11		,773		S1_10		,705	
S1_3		,754		S1_6		,656	
S1_12		,703		S1_12		,607	
S1_7		,657		S1_2			,853
S1_13		,497		S1_1			,824
S1_9			,842	S1_9			,723
S1_2			,791	S1_5			,636
S1_1			,780				
S1_8			,627				
S1_5			,576				
Cronbach α	0,914	0,840	0,805		0,883	0,860	0,825

Strateji ölçeğinin algı ifadeleri için yapılan açıklayıcı faktör analizi sonuçlarına göre;

- Birinci örneklemede, tüm ifadelerin değerleri yeterince yüksek ve faktör yükleri yeterince büyüktür ($p>0,05$). Bu sonuçlar geliştirilen ölçeğin tutarlı olduğunu göstermiştir. EFA'ya dayanarak, ölçeğin algı ifadeleri üç faktöre ayrılmıştır. Faktörlerin Cronbach α katsayılarını ise sırasıyla 0,914, 0,840 ve 0,805'tir. Cronbach α katsayısı 0,60'ın üzerinde olduğu için oluşturulan üç faktör ile strateji boyutunun yeterli güvenilirlikte ölçüldüğü görülmüştür.
- İkinci örneklemede, örneklemin tutarlılığının sağlanabilmesi için faktör yüklerinde çakışma meydana gelen ifadeler olan S1_3, S1_8 ve S1_13 ifadeleri ölçekten çıkarılmıştır. Bu işlem sonrasında tüm ifadelerin değerleri yeterince yüksek ve faktör yükleri yeterince büyük olduğu görülmüştür ($p>0,05$). İkinci örneklemedeki faktör yüklerinin birinci örnekleme göre daha yüksek olduğu anlaşılmıştır. Bu sonuçlar geliştirilen ölçeğin tutarlı olduğunu göstermiştir.

EFA'ya dayanarak, ölçeğin algı ifadeleri üç faktöre ayrılmıştır. Faktörlerin Cronbach α katsayılarını ise sırasıyla 0,883, 0,860 ve 0,825'tir. Cronbach α katsayısı 0,60'ın üzerinde olduğu için oluşturulan üç faktör ile strateji boyutunun yeterli güvenilirlikte ölçüldüğü görülmüştür.

Çizelge 5.6. Müşteriler (M) ölçeğinin faktör yükleri ve faktörlerin güvenilirlik analizi sonuçları.

	Faktör Yükleri (n=50)				Faktör Yükleri (n=80)		
Maddeler	1	2	3	Maddeler	1	2	3
M1_1	,927			M1_3	,883		
M1_11	,759			M1_4	,882		
M1_2	,712			M1_9	,784		
M1_10	,591			M1_1		,857	
M1_5	,586			M1_11		,768	
M1_4		,907		M1_2		,743	
M1_3		,888		M1_6			,793
M1_9		,667		M1_8			,740
M1_8			,874	M1_7			,725
M1_6			,791				
M1_7			,779				
Cronbach α	0,847	0,875	0,827		0,888	0,822	0,825

Müşteriler ölçeğinin algı ifadeleri için yapılan açıklayıcı faktör analizi sonuçlarına göre;

- Birinci örneklemede, tüm ifadelerin değerleri yeterince yüksek ve faktör yükleri yeterince büyüktür ($p>0,05$). Bu sonuçlar geliştirilen ölçeğin tutarlı olduğunu göstermiştir. EFA'ya dayanarak, ölçeğin algı ifadeleri üç faktöre ayrılmıştır. Faktörlerin Cronbach α katsayılarını ise sırasıyla 0,847, 0,875 ve 0,827'dir. Cronbach α katsayısı 0,60'ın üzerinde olduğu için oluşturulan üç faktör ile müşteriler boyutunun yeterli güvenilirlikte ölçüldüğü görülmüştür.
- İkinci örneklemede, örneklemin tutarlılığının sağlanabilmesi için faktör yüklerinde çakışma meydana gelen ifadeler olan M1_5, M1_10 ifadeleri ölçekten çıkarılmıştır. Bu işlem sonrasında tüm ifadelerin değerleri yeterince yüksek ve faktör yükleri yeterince büyük olduğu görülmüştür ($p>0,05$). İkinci

örneklemedeki faktör yüklerinin birinci örnekleme göre daha yüksek olduğu anlaşılmıştır. Bu sonuçlar geliştirilen ölçeğin tutarlı olduğunu göstermiştir. EFA'ya dayanarak, ölçeğin algı ifadeleri üç faktöre ayrılmıştır. Faktörlerin Cronbach α katsayılarını ise sırasıyla 0,888, 0,822 ve 0,825'tir. Cronbach α katsayısı 0,60'ın üzerinde olduğu için oluşturulan üç faktör ile müşteriler boyutunun yeterli güvenilirlikte ölçüldüğü görülmüştür.

Çizelge 5.7. Teknoloji ve veri yönetimi (T) ölçeğinin faktör yükleri ve faktörlerin güvenilirlik analizi sonuçları.

	Faktör Yükleri (n=50)		Faktör Yükleri (n=80)
Maddeler	1	Maddeler	1
T2_7	,902	T2_7	,900
T2_5	,848	T2_5	,851
T2_2	,823	T2_2	,804
T2_1	,770	T2_1	,784
T2_3	,767	T2_4	,779
T2_4	,765	T2_3	,753
T2_6	,745	T2_6	,751
Cronbach α	0,906		0,908

Teknoloji ve veri yönetimi ölçeğinin algı ifadeleri için yapılan açıklayıcı faktör analizi sonuçlarına göre;

- Birinci örneklemede, tüm ifadelerin değerleri yeterince yüksek ve faktör yükleri yeterince büyüktür ($p>0,05$). Bu sonuçlar geliştirilen ölçeğin tutarlı olduğunu göstermiştir. EFA'ya dayanarak, ölçeğin algı ifadeleri tek faktöre ayrılmıştır. Faktörlerin Cronbach α katsayısı ise 0,906'dır. Cronbach α katsayısı 0,60'ın üzerinde olduğu için oluşturulan tek faktör ile teknoloji ve veri yönetimi boyutunun yeterli güvenilirlikte ölçüldüğü görülmüştür.
- İkinci örneklemede, tüm ifadelerin değerleri yeterince yüksek ve faktör yükleri yeterince büyük olduğu görülmüştür ($p>0,05$). İkinci örneklemedeki faktör yüklerinin birinci örnekleme göre daha yüksek olduğu anlaşılmıştır. Bu sonuçlar geliştirilen ölçeğin tutarlı olduğunu göstermiştir. EFA'ya dayanarak, ölçeğin algı ifadeleri tek faktöre ayrılmıştır. Faktörlerin Cronbach α katsayısı

ise 0,908'dir. Cronbach α katsayısı 0,60'ın üzerinde olduğu için oluşturulan tek faktör ile teknoloji ve veri yönetimi boyutunun yeterli güvenilirlikte ölçüldüğü görülmüştür.

Çizelge 5.8. Kurum kültürü (KK) ölçeğinin faktör yükleri ve faktörlerin güvenilirlik analizi sonuçları.

Faktör Yükleri (n=50)			Faktör Yükleri (n=80)		
Maddeler	1	2	Maddeler	1	2
KK5_3	,841		KK5_3	,813	
KK5_2	,776		KK5_2	,785	
KK5_4	,773		KK5_1	,770	
KK5_1	,750		KK5_4	,746	
KK2_2		,916	KK2_2		,902
KK2_1		,910	KK2_1		,890
KK2_4		,848	KK2_4		,839
Cronbach α	0,851	0,933		0,872	0,953

Kurum kültürü ölçeğinin algı ifadeleri için yapılan açıklayıcı faktör analizi sonuçlarına göre;

- Birinci örnekleme, örneklemin tutarlılığının sağlanabilmesi için faktör yüklerinde çakışma meydana gelen ifadeler olan KK2_3 ifadesi ölçekten çıkarılmıştır. Bu işlem sonrasında tüm ifadelerin değerleri yeterince yüksek ve faktör yükleri yeterince büyüktür ($p>0,05$). Bu sonuçlar geliştirilen ölçeğin tutarlı olduğunu göstermiştir. EFA'ya dayanarak, ölçeğin algı ifadeleri iki faktöre ayrılmıştır. Faktörlerin Cronbach α katsayılarını ise sırasıyla 0,851 ve 0,933'tür. Cronbach α katsayısı 0,60'ın üzerinde olduğu için oluşturulan iki faktör ile kurum kültürü boyutunun yeterli güvenilirlikte ölçüldüğü görülmüştür.
- İkinci örnekleme, tüm ifadelerin değerleri yeterince yüksek ve faktör yükleri yeterince büyük olduğu görülmüştür ($p>0,05$). İkinci örnekleme faktör yüklerinin birinci örnekleme göre daha yüksek olduğu anlaşılmıştır. Bu sonuçlar geliştirilen ölçeğin tutarlı olduğunu göstermiştir. EFA'ya dayanarak, ölçeğin algı ifadeleri iki faktöre ayrılmıştır. Faktörlerin Cronbach α katsayılarını ise sırasıyla 0,872 ve 0,953'tür. Cronbach α katsayısı 0,60'ın üzerinde olduğu için

oluşturulan iki faktör ile kurum kültürü boyutunun yeterli güvenilirlikte ölçüldüğü görülmüştür.

Çizelge 5.9. İnovasyon (Y) ölçeğinin faktör yükleri ve faktörlerin güvenilirlik analizi sonuçları.

	Faktör Yükleri (n=50)			Faktör Yükleri (n=80)	
Maddeler	1	2	Maddeler	1	2
Y7_3	,930		Y7_3	,935	
Y7_6	,908		Y7_6	,908	
Y7_13	,898		Y7_13	,907	
Y7_10	,875		Y7_10	,883	
Y7_8	,853		Y7_8	,862	
Y7_7	,839		Y7_7	,860	
Y7_9	,817		Y7_9	,835	
Y7_2	,806		Y7_2	,819	
Y7_12	,723		Y7_11	,714	
Y7_11	,713		Y7_12	,710	
Y7_4	,697		Y7_4	,679	
Y7_5	,521		Y7_5	,513	
Y11_3		,886	Y11_3		,885
Y11_5		,860	Y11_5		,860
Y11_4		,802	Y11_2		,809
Y11_2		,802	Y11_4		,801
Y11_1		,630	Y11_1		,601
Cronbach α	0,954	0,875		0,953	0,870

İnovasyon ölçeğinin algı ifadeleri için yapılan açıklayıcı faktör analizi sonuçlarına göre;

- Birinci örnekleme, örneklemin tutarlılığının sağlanabilmesi için faktör yüklerinde çakışma meydana gelen ifadeler olan Y7_1 ifadesi ölçekten çıkarılmıştır. Bu işlem sonrasında tüm ifadelerin değerleri yeterince yüksek ve faktör yükleri yeterince büyüktür ($p>0,05$). Bu sonuçlar geliştirilen ölçeğin tutarlı olduğunu göstermiştir. EFA'ya dayanarak, ölçeğin algı ifadeleri iki faktöre ayrılmıştır. Faktörlerin Cronbach α katsayılarını ise sırasıyla 0,954 ve

0,875'tir. Cronbach α katsayısı 0,60'ın üzerinde olduğu için oluşturulan iki faktör ile inovasyon boyutunun yeterli güvenilirlikte ölçüldüğü görülmüştür.

- İkinci örnekleme, tüm ifadelerin değerleri yeterince yüksek ve faktör yükleri yeterince büyük olduğu görülmüştür ($p>0,05$). İkinci örnekleme faktör yüklerinin birinci örnekleme göre daha yüksek olduğu anlaşılmıştır. Bu sonuçlar geliştirilen ölçeğin tutarlı olduğunu göstermektedir. EFA'ya dayanarak, ölçeğin algı ifadeleri iki faktöre ayrılmıştır. Faktörlerin Cronbach α katsayılarını ise sırasıyla 0,953 ve 0,870'tir. Cronbach α katsayısı 0,60'ın üzerinde olduğu için oluşturulan iki faktör ile inovasyon boyutunun yeterli güvenilirlikte ölçüldüğü görülmüştür.

Yapılan analizde her bir boyut için anti-image korelasyon matrisinde, matris köşegeninin korelasyon değerlerinin 0,50'den büyük olup olmadığı araştırılmış ve varsa söz konusu değeri küçük olan ifadeler ölçekten kaldırılmıştır. Her iki örneklem analizi sonucu elde edilen sonuçlara göre tüm değişkenleri oluşturan ifadeler için matris köşegeninin korelasyon değeri 0,50'den büyüktür. Bu yüzden daha önceden çıkarılanlar dışında herhangi bir ifade ölçekten kaldırılmamıştır. Ölçeklerden kaldırılan ifadeler, ifadelerin birden fazla faktörde çıkışması nedeniyle kaldırılmıştır.

Analizlerden elde edilen özet sonuçlar ve ölçeklerden çıkarılan ifadeler Çizelge 5.10'da verilmiştir.

Çizelge 5.10. Analiz özet sonuçları.

Ölçek	Değişken	1. Örneklem (n=50)			2. Örneklem (n=80)		
		Çıkan	KMO	α	Çıkan	KMO	α
Strateji (S)	S1	-	0,836	0,914	S1_3	0,853	0,883
				0,840	S1_8		0,860
				0,805	S1_13		0,825
Müşteri (M)	M1	-	0,754	0,847	M1_5	0,795	0,888
				0,875	M1_10		0,822
				0,827			0,825
Teknoloji & Veri Yönetimi (T)	T2	-	0,834	0,906	-	0,868	0,908
Kurumsal Kültür (KK)	KK5	KK2_3	0,775	0,851	KK2_3	0,859	0,872
	KK2			0,933			0,953
İnovasyon (Y)	Y7	Y7_1	0,767	0,954	Y7_1	0,748	0,953
	Y11			0,875			0,870

Çizelge 5.10’da verilen analiz özet sonuçları, modeldeki tüm değerlerin kabul edilebilir düzeyde olduğunu ve “Strateji” boyutundan üç, “Müşteriler” boyutundan iki, “Kurum Kültürü” ve “İnovasyon” boyutundan birer ifade çıkarıldığını göstermiştir. Böylece modeldeki toplam algı ifadeleri sayısı 54’e indirgenmiştir.

5.4.2. Değerlendirme Ölçütlerinin Doğrulanması

Araştırma kapsamında 40 üretim işletmesiyle yüz yüze değerlendirme yapılmış ve iki işletmede saha çalışması yapılarak uygulanmıştır. Bu uygulamalar sonucunda da modelin değerlendirme ölçütlerinin doğruluğu test edilmiştir. Çalışmalar sonucunda tasarlanan model güncellenmiştir.

5.4.3. Model Örneklem Büyüklüğü Hesaplama

Çalışma kapsamında Türkiye’de faaliyet gösteren bütün işletmelere ulaşılması mümkün olmadığı için örnekleme yapılmıştır. Hedef nüfusun büyüklüğünü temsil edecek örneklem yöntemini doğru yöntemler belirlemek çalışmanın etkisi açısından önem arz etmektedir. Çalışmanın örneklem büyüklüğü; etki büyüklüğü, standart sapma, kabul edilen güven düzeyi ve kullanılacak veri analiz yöntemlerine göre

değişiklik göstermektedir [281]. Nicel araştırmalarda değişkenin sürekli veya süreksiz olmasına göre farklı formüller kullanılır. Çalışmada tabakalı örnekleme gibi karmaşık örnekleme yöntemleri kullanılmadığı için popülasyondaki değişkenliğin tahmini yapılırken, tabaka veya kümelerin varyansları değerlendirilmemiştir [282].

Araştırmada Türkiye'deki toplam işletme sayısı (Ekonomik faaliyetlere göre girişim sayısı, 2009-2018 TÜİK) ve kurulan ve kapatılan işletme sayıları (TOBB Kurulan ve Kapanan Şirket İstatistikleri, Mayıs 2021) bilinmektedir ancak üretim sektöründe hizmet gösteren işletme sayısını net olarak veren herhangi bir bilgi mevcut değildir. Bu nedenle araştırmada evrendeki örneklem sayısının bilinmediği varsayılmıştır. Eşitlik 5.12'de anakütlenin birey sayısı bilinmiyorsa kullanılan örneklem büyüklüğü formülü ve notasyonları verilmiştir [282, 283].

Ana kütledeki birey sayısı bilinmiyorsa;	
$n = \frac{t^2 pq}{d^2}$	(5.12)
N: Anakütleden birey sayısı	
n: Örneklem alınacak birey sayısı	
p: İncelenen olayın görülme olasılığı	
q: İncelenen olayın görülmemesi olasılığı	
t: Belirli serbestlik derecesinde ve saptanan yayılma düzeyinde t tablosunda bulunan teorik değer	
d: Örneklem hatası	

Şekil 5.10. Örneklem büyüklüğü hesaplama formülü.

Yapılan çalışma için formülde belirtilen N değeri, t değeri %95 güven düzeyinde $t=1,96$ ($\alpha=0,05$)'dir. p ve q değerleri ise beş seçenek verildiği için $p=0,2$ ve $q=0,8$ alınmıştır. Yapılan işlemler sonucunda örneklem büyüklüğü $n=246$ olarak bulunmuştur. Bir başka ifade ile çalışmadan istatistiksel olarak anlamlı bir sonuç alınabilmesi için araştırmaya en az 246 işletmenin katılımının gerekli olduğu tespit edilmiştir.

5.4.4. Araştırma Verilerinin Toplanması

Araştırma kapsamında Mart-Aralık 2021 tarihleri arasında Türkiye genelinde faaliyet gösteren 474 işletmeden veri toplanmıştır. Araştırma verileri dijital ortamda oluşturulan bir web sitesi aracılığıyla elde edilmiştir. Örneklem belirlenirken seçim sürecinin tarafsız olması ve her işletmenin örnekleme bulunma şansının eşit olması için rastgele örnekleme yöntemi kullanılmıştır [284]. Elde edilen verilerin doğruluğu ölçeklerde yer alan kontrol soruları ve ters sorulara göre test edilmiştir. Yapılan kontroller sonucunda toplam 113 katılımcının kontrol maddelerine verdikleri cevaplarda uyumsuzluk tespit edilmiştir. Ancak geliştirilen modelin çok fazla maddeden meydana gelmesi katılımcıların dikkat dağınıklığına neden olabilmektedir. Bu sebeple kontrol sorularındaki hata oranı %30'un altında olan veriler araştırmada kullanılmıştır. Kontrol soruları ile uyumsuzluğu %30'un üstünde olan, eksik ya da hatalı girilen veriler ise veri kalitesini iyileştirmek amacıyla araştırmadan çıkarılmıştır. Ayrıca araştırma kapsamına girmeyen ilgisiz meslek gruplarına sahip işletmelere ait veriler, ölçeğin kontrolü için kullanılan veriler ve okumadan cevaplanan veriler de elimine edilmiştir. Araştırmada toplanan, araştırmadan çıkarılan ve kabul edilen verilerin frekansları hata türlerine göre sınıflandırılmış ve Çizelge 5.11'de verilmiştir.

Çizelge 5.11. Veri hata türleri analizi.

Hata Türleri	Toplam		Çıkarılan		Kabul Edilen	
	N	%	N	%	N	%
Ölçeklerin kontrolünde kullanılan veriler	3	1,85	3	5,26	0	0,00
Kontrol maddeleriyle uyumsuz veriler	113	69,75	4	7,02	109	96,46
İlgisiz meslek gruplarına sahip veriler	46	28,40	42	73,68	4	3,54
Aykırı değerler	8	1,94	8	14,04	0	0,00
Toplam	170	100,00	57	100,00	113	100,00

Çizelge 5.11'de görüldüğü gibi 474 işletmenin 170'inin (%35,86) verisinde olası hata tespit edilmiş ve 57 (%12,03) işletmeye ait veri değerlendirmeden çıkarılmıştır. Tüm bu ayıklama işlemleri sonucunda 417 işletme verisi araştırma için kullanılmıştır.

5.5. SEMM ANALİZ YÖNTEMİ

Araştırmadaki katılımcı sayısının (417 katılımcı), en az ulaşılması gereken katılımcı sayısından (246 katılımcı) büyük olduğu görülmüştür. Bu sonuçlar araştırma örnekleminin anakütleyi temsil ettiğini göstermiştir. Elde edilen veriler Microsoft Excel ve IBM SPSS Statistics 20.0 programı ile analiz edilerek, Türkiye’de faaliyet gösteren işletmelerin dijital olgunluk seviyesi ölçülmüş ve analiz sonuçları değerlendirilmiştir.

5.6. SİMÜLASYON MODELLEME METODOLOJİSİ

Simülasyon, gerçek bir sistemin ve sürecin yapay bir temsilinin oluşturularak taklit edilmesidir [285]. Simülasyon yöntemi genellikle bir sistemin değerlendirilmesi veya test edilmesi amacıyla kullanılır [286]. Esnek ve basit bir yapıya sahip olan simülasyonlar, dinamik yapıya sahip olan karmaşık sistemlerin mevcut durumlarını ortaya koyar ve sistemin oluşturulan prototipi üzerinde iyileştirilmeler yapılmasına imkân tanır. Elde edilen simülasyon sonuçları sistem kararlarının daha etkin ve veri odaklı verilmesini sağlar [285]. Karar verme süreçlerinde; tahminleme yöntemleri [287], veri madenciliği [288], simülasyon [289] gibi araçlar kullanılır. Bu çalışmada da simülasyon kullanılmıştır.

Bir sistemi simülasyon ile modelleme sürecinde, ilk olarak sistemde çözülmek istenen problem ve modeli oluşturma amaçları belirlenir ve buna göre bir faaliyet planı düzenlenir. Daha sonra saha çalışması ile sistem verileri toplanır, toplanan verilerin girdi analizi yapılır ve sistemin kavramsal ve mantıksal modeli kurulur. Kullanılacak simülasyon programı belirlenir. Karmaşık ve zor elde edilebilen bir program kullanmak yerine genel amaçlı ve kolay ulaşılabilir programlar tercih edilir. En yaygın kullanılan simülasyon paket programları; ProModel, Automod, Arena, Simul8, Simio, Flexsim Software, Plant Simulation, GoldSim, Enterprise Dynamics, ExtendSim, ModelRisk, @Risk, Witness ve Process Model’dir. Bu aşamadan sonra gerçek sistemin simülasyon modeli tasarlanır. Tasarlanan modelin doğruluğu ve geçerliliği kontrol edilerek mevcut durum ortaya konulur. Daha sonra sistemin problemini çözebilecek farklı alternatifler denenerek, uygun alternatifler mevcut durumla

karşılaştırılır. Bu aşamadan sonra elde edilen simülasyon sonuçları raporlanır ve işletme iyileştirme kararları verirken hazırlanan raporlar dikkate alınır. Verilen kararlar gerçek sistem üzerinde uygulanır [285,289].



BÖLÜM 6

SEMM TÜRKİYE PROFİL ANALİZİ SONUÇLARI

Araştırma kapsamında Mart-Aralık 2021 tarihleri arasında Türkiye genelinde faaliyet gösteren 474 üretim işletmesinden veri toplanmıştır. Araştırma verileri dijital ortamda oluşturulan bir web sitesi aracılığıyla elde edilmiştir. Örneklem belirlenirken seçim sürecinin tarafsız olması ve her işletmenin örnekleme bulunma şansının eşit olması için rastgele örnekleme yöntemi kullanılmıştır [284]. Elde edilen verilerin doğruluğu ölçeklerde yer alan kontrol soruları ve ters sorulara göre test edilmiştir. Toplanan veriler hata türlerine göre analiz edilerek veri temizlenmiştir. Tüm bu işlemler sonucunda 417 işletmeye ait veri araştırma için kullanılmıştır.

6.1. TANIMLAYICI İSTATİSTİKLER

Araştırma modeline katılan işletmelere ait karakteristikler, işletmelerin yapısı ve analiz sonuçlarının yoğunlaşması gereken hususlar konusunda bilgi edinilmesini sağlamaktadır. Çizelge 6.1’de değerlendirmeye katılan işletmelere yöneltilen sosyo-ekonomik ve demografik değişkenlerin tanımlayıcı istatistik sonuçları verilmiştir.

Çizelge 6.1.İşletmelerin sosyo-ekonomik ve demografik özellikleri.

Değişken	Alt Grup Değişkeni	N	%	Mod	Medyan
Sektör	Ağaç Ürünleri İmalatı (1)	36	8,6	27	
	Ana Metal ve Fabrikasyon Metal Ürünleri İmalatı (2)	19	4,6		
	Balıkçılık (3)	1	0,2		
	Bilgi ve İletişim (4)	13	3,1		
	Cam, Çimento ve Toprak (5)	8	1,9		
	Eğitim (6)	1	0,2		
	Elektrikli ve Optik Donanım İmalatı (7)	6	1,4		
	Enerji (8)	5	1,2		
	Gıda Ürünleri İçecek ve Tütün İmalatı (9)	46	11,0		
	İnşaat (10)	36	8,6		
	Kâğıt Hamuru, Kâğıt ve Kâğıt Ürünleri İmalatı (11)	9	2,2		
	Kimyasal Madde ve Ürünler ile Suni Elyaf İmalatı (12)	8	1,9		
	Kok Kömürü Rafine Edilmiş Petrol Yakıt Ürünleri ve Nükleer Yakıt İmalatı (13)	1	0,2		
	Kültür, Sanat, Eğlence, Dinlence ve Spor (14)	2	0,5		
	Madencilik ve Taş ocakçılığı (15)	9	2,2		
	Makine ve Teçhizat İmalatı (16)	29	7,0		
	Mesleki, Bilimsel ve Teknik Faaliyetler (17)	1	0,2		
	Metalik Olmayan Diğer Mineral Ürünlerin İmalatı (18)	1	0,2		
	Plastik ve Kauçuk Ürünleri İmalatı (19)	15	3,6		
	Sağlık İşleri ve Sosyal Hizmetler (20)	4	1,0		
	Tarım, Avcılık ve Ormancılık (21)	8	1,9		
	Tekstil, Hazır Giyim, Deri (22)	54	12,9		
	Toptan ve Perakende Ticaret (23)	6	1,4		
	Ulaşım Araçları İmalatı (24)	10	2,4		
	Ulaştırma, Depolama ve Haberleşme (25)	4	1,0		
	Başka Yerde Sınıflandırılmamış İmalatlar (26)	0	0		
	Diğer (27)	85	20,4		

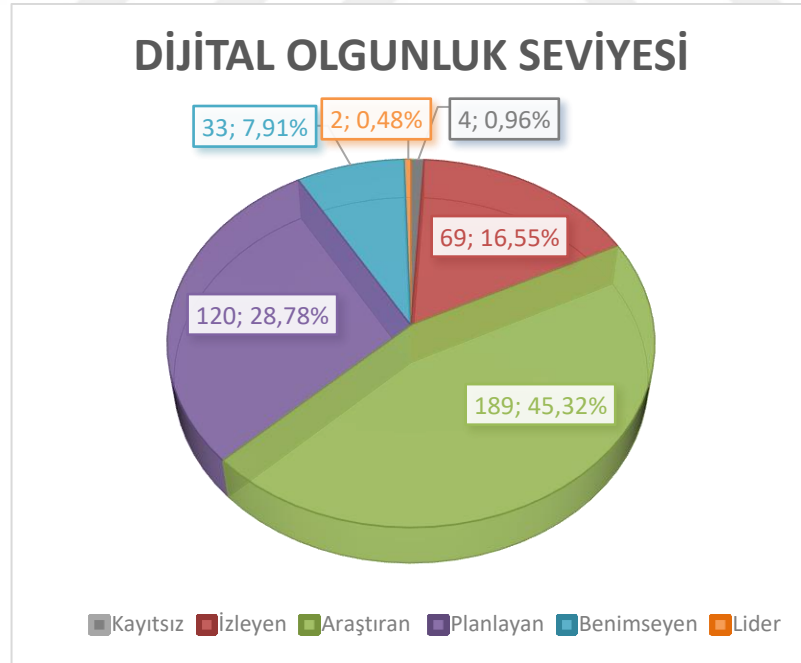
	Toplam	417	100,0		
İşletme niteliği	Çok uluslu (1)	58	13,9	2	
	Ulusal (2)	359	86,1		
	Toplam	417	100,0		
Çalışan Sayısı	1-9 (1)	187	44,8	1	
	10-49 (2)	105	25,2		
	50-249 (3)	74	17,7		
	250 ve üstü (4)	51	12,2		
	Toplam	417	100,0		
İşletme Büyüklüğü	Mikro (1)	187	44,8	2	
	Küçük (2)	105	25,2		
	Orta (3)	75	18,0		
	Büyük (4)	50	12,0		
	Toplam	417	100,0		
Üretim fabrikası sayısı	Birden fazla üretim fabrikası (1)	103	24,7	2	
	Tek bir üretim fabrikası (2)	314	75,3		
	Toplam	417	100,0		
Üretim yeri ve merkezinin konumu	Merkez/üretim yeri büyükşehirde bütünüleştiktir (1)	212	50,8	1	
	Merkez/üretim yeri büyükşehirde ayrı konumdadır (2)	76	18,2		
	Merkez büyükşehirde, üretim yeri taşradadır (3)	34	8,2		
	Merkez/üretim yeri taşrada ve bütünüleştiktir (4)	68	16,3		
	Merkez/üretim yeri taşrada ve ayrı konumdadır (5)	27	6,5		
	Toplam	417	100,0		
Merkez Coğrafi Bölge	Marmara (1)	145	34,8	1	
	Karadeniz (2)	68	16,3		
	Ege (3)	45	10,8		
	İç Anadolu (4)	90	21,6		
	Akdeniz (5)	23	5,5		
	Doğu Anadolu (6)	25	6,0		
	Güneydoğu Anadolu (7)	21	5,0		
	Toplam	417	100,0		
	Marmara (1)	147	31,5	2	
	Karadeniz (2)	75	16,1		

Üretim Yeri/leri Coğrafi Bölge	Ege (3)	57	12,2		
	İç Anadolu (4)	103	22,1		
	Akdeniz (5)	28	6,0		
	Doğu Anadolu (6)	32	6,9		
	Güneydoğu Anadolu (7)	25	5,4		
	Toplam	467	100,0		
Üretim Yerlerinin Bulunduğu Coğrafi Bölge Sayısı	1	395	94,7	1	
	2	9	2,2		
	3	7	1,7		
	4	3	0,7		
	5	0	0		
	6	0	0		
	7	3	0,7		
	Toplam	417	100,0		
Yıllık Ciro	2 Milyon €’dan az (5)	22	5,3		3
	2 Milyon € - 10 Milyon €’dan az (4)	23	5,5		
	10 Milyon € -50 Milyon €’dan az (3)	37	8,9		
	50 Milyon € -1 Milyar €’dan az (2)	47	11,3		
	1 Milyar €’dan fazla (1)	137	32,9		
	Bu konuda bilgi sahibi değilim (0A)	0	0		
	Bu konuda bilgi paylaşmak istemiyorum (0B)	151	36,2		
	Toplam	417	100,0		
İhracat	Evet (2)	201	48,2	1	
	Hayır (1)	213	51,1		
	Hiçbir bilgim yok (0)	3	0,07		
	Toplam	417	100,0		
Ürün çeşitliliği ve hacmi	Ürün hacmi geniş, ürün çeşitliliği az (1)	65	15,6	2	
	Ürün hacmi geniş, ürün çeşitliliği fazla (2)	216	51,8		
	Ürün hacmi dar, ürün çeşitliliği az (3)	69	16,5		
	Ürün hacmi dar, ürün çeşitliliği fazla (4)	67	16,1		
	Toplam	417	100,0		
Sürdürülebilir faaliyet birimi	Evet (2)	121	29,0	1	
	Hayır (1)	265	63,5		
	Hiçbir bilgim yok (0)	31	7,5		
	Toplam	417	100,0		
Yeşil tedarik yönetimi	Evet (2)	104	25,0	1	
	Hayır (1)	217	52,0		

	Hiçbir bilgin yok (0)	96	23,0		
	Toplam	417	100,0		

Çizelge 6.1'e göre çalışmaya katılan 417 işletmeden; %86,1'inin ulusal bazda çalıştığı, ortalama faaliyet yılının 14,84 olduğu, en çok katılımı 1-9 arasında çalışanı (%44,8) olan mikro işletmelerin (%44,8) gösterdiği, %48,2'sinin ihracat yaptığı, %29'unun sürdürülebilir bir birime sahip olduğu, %25'inde yeşil tedarik zinciri uygulamalarının yapıldığı, %51,8'inin üretim miktarının ve çeşitliğinin yüksek olduğu, %75,3'ünün tek bir üretim fabrikasına sahip olduğu görülmüştür. Ayrıca en çok katılım gösteren işletmelerin; tekstil, hazır giyim ve deri (%12,6), ağaç ürünleri imalatı (%8,4), gıda ürünleri içecek ve tütün imalatı (%10,7) ve makine ve teçhizat imalatı (%6,8) alanlarında faaliyet gösterdiği, %34,8'inin Marmara bölge merkezli çalıştığı, %31,5'inin ise Marmara bölgesinde üretim yerlerinin bulunduğu tespit edilmiştir.

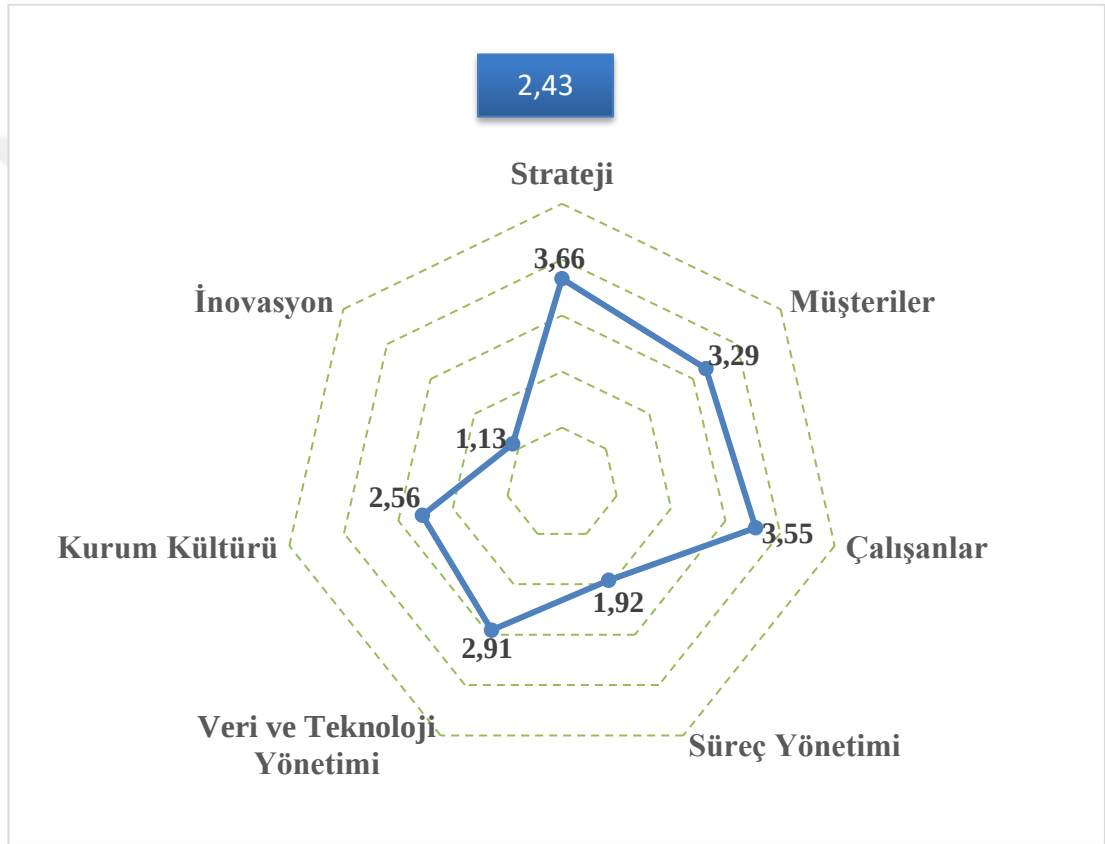
Çalışmaya katılan işletmelerin SEMM sonucu belirlenen dijital olgunluk seviyeleri dağılımı Şekil 6.1'de verilmiştir.



Şekil 6.1. Katılımcı işletmelerin dijital olgunluk seviyeleri dağılımı.

Şekil 6.1.'e göre işletmelerin en çok “*Araştıran işletme*” seviyesinde olduğu (%45,32) ve diğer işletmelerin ise %28,78’inin “*Planlayan işletme*”, %16,55’inin “*İzleyen işletme*”, %7,91’inin “*Benimseyen işletme*”, %0,96’sının “*Kayıtsız işletme*” ve %0,48’sinin “*Lider işletme*” seviyesinde olduğu görülmüştür.

SEMM’in boyut ve kriterleri bazında Türkiye sonuçları analizi Şekil 6.2’de verilmiştir.



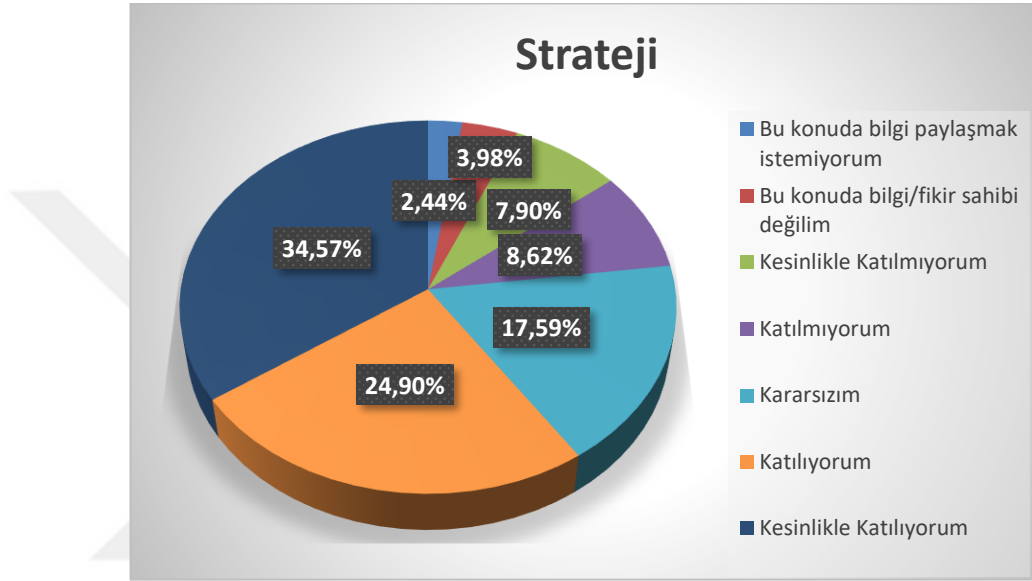
Şekil 6.2. Modelin boyutları bazında Türkiye’de dijital olgunluk seviyesi.

Araştırma sonucunda Türkiye’nin genel dijital olgunluk puanı “**2,43**” seviyesinde bulunmuştur. Bir başka ifade ile Türkiye’deki işletmeleri hesaplanan ortalama dijital olgunluk seviyesi, “*Araştıran işletme*” seviyesindedir. Türkiye’nin dijital olgunluğu boyut bazında incelendiğinde, İnovasyon boyutunun en düşük (1,13), çalışanlar boyutunun ise en yüksek (3,55) puana sahip olduğu görülmüştür.

6.2. BOYUTLAR BAZINDA ANALİZ SONUÇLARI

6.2.1. Strateji

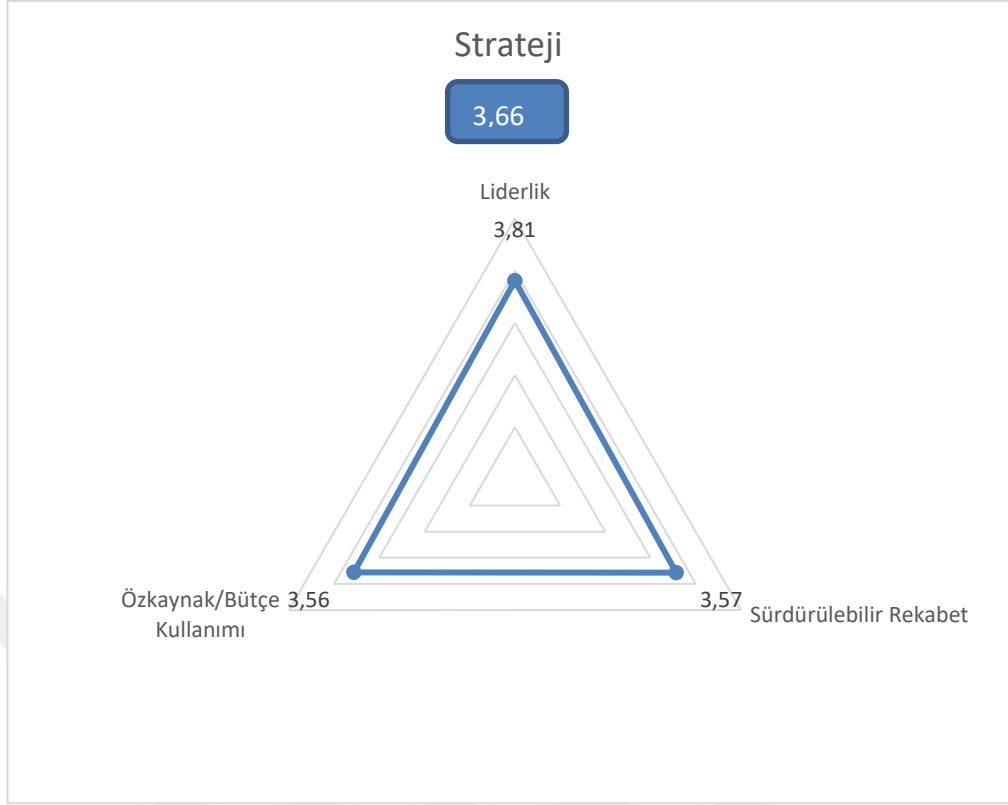
Strateji boyutunda katılımcı işletmelere yöneltilen maddelere verdikleri cevapların dağılımı Şekil 6.3'te verilmiştir.



Şekil 6.3. Strateji ile ilgili maddelere verilen cevapların dağılımı.

Şekil 6.3'e göre işletmelerin %2,44'ü "konu hakkında bilgi paylaşmak istemediğini", %3,98'i ise "konu hakkında bilgisi olmadığını" belirtmiştir. Bir başka ifade ile işletmelerin %6,42'si verilen ifadelerle yönelik fikir beyan etmezken, %16,52'sinin "katılmadığı" veya "kesinlikle katılmadığı", %18'inin "kararsız" kaldığı ve %59,47'sinin "katıldığı" veya "kesinlikle katıldığı" görülmüştür.

Şekil 6.4'te strateji boyutu ve kriterlerine ilişkin radar grafiği verilmiştir.



Şekil 6.4. Strateji boyutunun radar grafiği.

Değerlendirme sonuçlarına göre; Türkiye'nin strateji boyutundaki sonuçlarında, dijital olgunluğunun "**Benimseyen işletme**" seviyesinde olduğunu göstermektedir (3,66). Türkiye'nin liderlik yaklaşımı (3,81), rekabetteki sürdürülebilirliği (3,57) ve öz kaynak / bütçe kullanımı (3,56) ise "**Benimseyen işletme**" düzeyinde tespit edilmiştir.

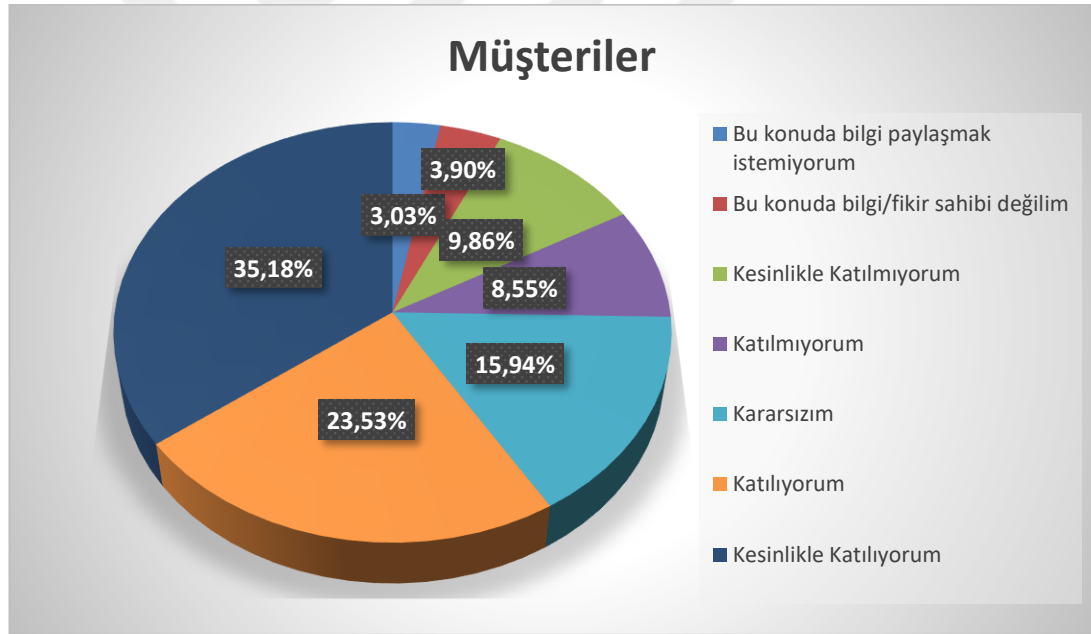
Strateji boyutu sonuçları işletmelerin;

- Vizyon, misyon, etik ve temel değerlerini net bir şekilde tanımladığını (4,05),
- Mevcut süreçleri yönetme (3,40) ve yeni süreçlere uyum sağlama (3,82) konusunda üst yönetimin yeterli katılım, destek ve uzmanlığa sahip olduğunu düşündüğünü,
- Dijital süreçlere önem vererek %27,8'inin uzun, %24,7'sinin orta, %10,8'inin kısa vadeli stratejik planlarında yer verdiği, ancak aksiyon alınması konusunda çekimser davrandığını (3,28),
- Paydaşlarıyla iş birliği içerisinde olma konusunda daha istekli olması gerektiğini (3,46),

- Yeni dijital iş fikirlerini uygulamak için yeterli kaynak, zaman, enerji ve fırsatları sağlama konusunda gelişim göstermesi gerektiğini (3,45),
- Çalışanlarının yetkinliklerinin anlaşılması ve gelişiminin desteklenmesi için aksiyonlar aldığını (3,73), ancak yeni iş kollarının yeterince bilinmediğini (3,45) ve,
- Üst yönetimin çalışanlarına bilgi, deneyim ve kaynak aktararak rehberlik etme konusunda gelişim göstermesi gerektiğini (2,98) göstermektedir.

6.2.2. Müşteriler

Müşteriler boyutunda katılımcı işletmelere yöneltilen müşterilere yönelik tutumuyla ilgili maddelere verdikleri cevapların dağılımı Şekil 6.5’te verilmiştir.

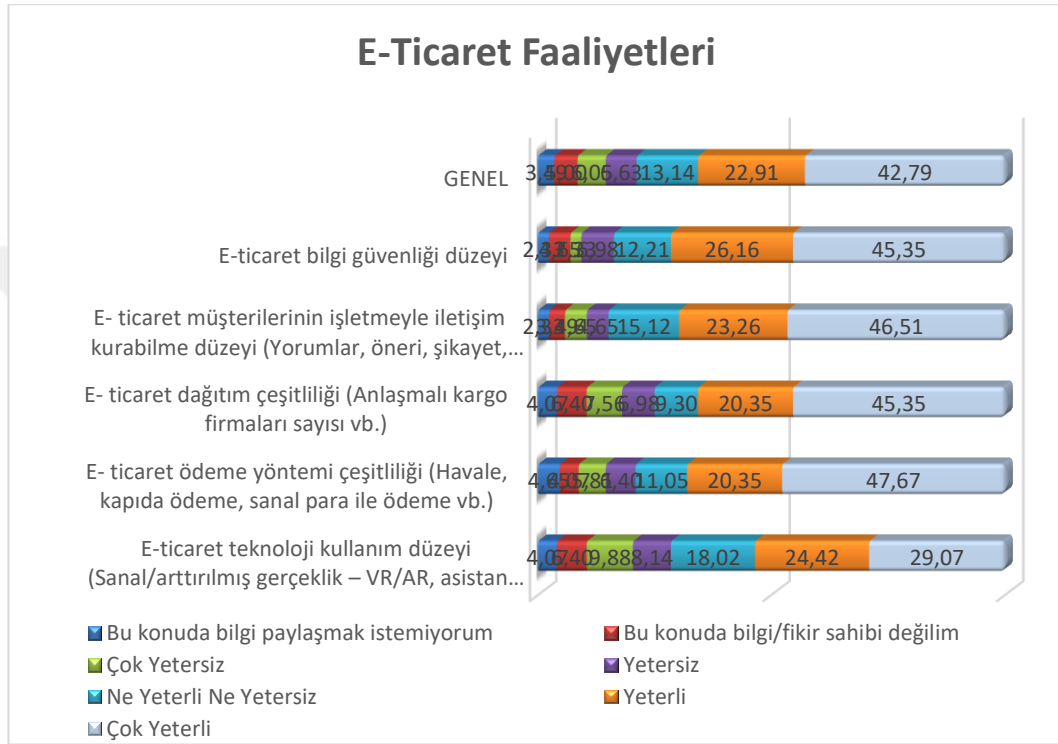


Şekil 6.5. Müşterilere karşı tutumuyla ilgili maddelere verilen cevapların dağılımı.

Şekil 6.5’e göre işletmelerin %3,03’ü “konu hakkında bilgi paylaşmak istemediğini”, %3,90’ı ise “konu hakkında bilgisi olmadığını” belirtmiştir. Bir başka ifade ile işletmelerin %6,93’ü verilen ifadelere yönelik fikir beyan etmezken, %18,41’inin “katılmadığı” veya “kesinlikle katılmadığı”, %15,94’ünün “kararsız” kaldığı ve %58,73’ünün “katıldığı” veya “kesinlikle katıldığı” görülmüştür.

Araştırmaya katılan işletmelerin %41,2'si e-ticaret faaliyetleri yürütmekte, %71,2'si bir web sitesine sahip ve %66,7'si sosyal medya kullanıcısı olduğu tespit edilmiştir.

Şekil 6.6'da işletmelerin e-ticaret faaliyetleri düzeylerine yönelik maddelerin dağılımı yer almaktadır.

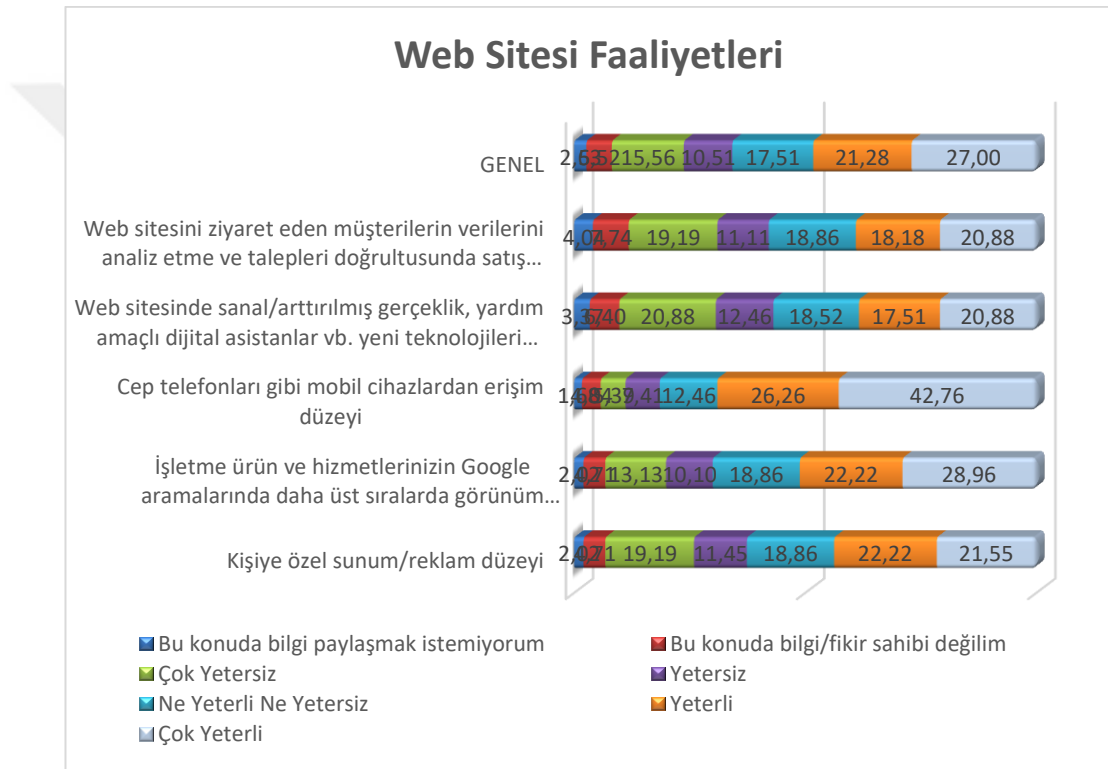


Şekil 6.6. İşletmelerin e-ticaret faaliyetleri düzeyleri dağılımı.

E-ticaret faaliyetleri yürüten işletmelerin, %53,49'u'si yeni nesil teknolojilerden “çok yeterli” veya “yeterli” düzeyde faydalandığını düşünürken, %18,02'si çekimser kalmış, %18,02'si “çok yetersiz” veya “yetersiz” olarak değerlendirmiştir. %10,47'si ise konu hakkında fikir belirtmemiştir. Ayrıca işletmelerin %68,02'si e-ticaret ödeme yöntemi çeşitliliği “çok yeterli” veya “yeterli” bulurken, %12,21'si “çok yetersiz” veya “yetersiz” bulmaktadır. Bunun yanı sıra %65,70'i e-ticaret faaliyetlerindeki dağıtım çeşitliliğinin “çok yeterli” veya “yeterli”, %14,53'ü “çok yetersiz” veya “yetersiz” olduğunu düşünürken, %9,30'u çekimser kalmış, %10,47'si ise fikir beyan etmemiştir. E-ticaretteki bilgi güvenliğini ise %71,51'i “çok yeterli” veya “yeterli” görürken, %9,30'u “çok yetersiz” veya “yetersiz”, %12,21'i “ne yeterli ne yetersiz” olarak değerlendirmektedir. %6,98'i ise “bilgi paylaşmak istememiş” veya “bilgisinin

olmadığını” belirtmiştir. E-ticaret müşterilerin işletmeye erişim sağlayabilme düzeyi ise, %9,30 “çok yetersiz” veya “yetersiz”, %15,12 “ne yeterli ne yetersiz”, %69,77 “yeterli” veya “çok yeterli” olarak algılanmaktadır. Bu sonuçlar işletmelerin ortalama %65,70’inin işletmesindeki e-ticaret faaliyetlerini “yeterli veya çok yeterli” düzeyde gördüğünü göstermektedir.

Şekil 6.7’de işletmelerin web sitesi faaliyeti düzeylerine yönelik maddelerin dağılımı verilmiştir.

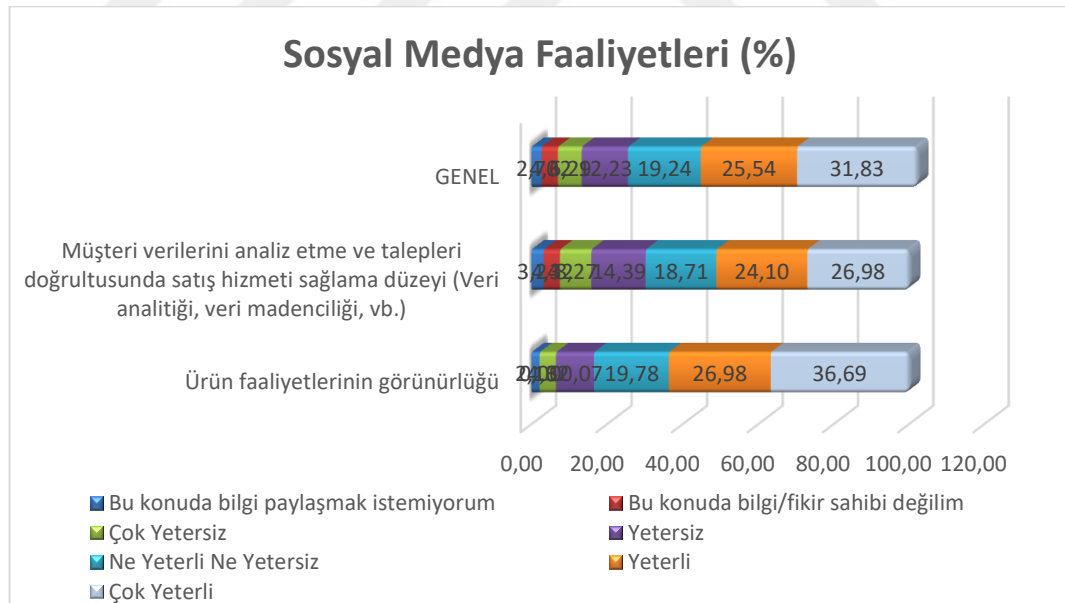


Şekil 6.7. İşletmelerin web sitesi faaliyetleri düzeyleri dağılımı.

Web sitesine sahip işletmelerin; %43,8’i müşterinin alışveriş alışkanlıklarını değerlendirerek kişiye özel sunum yapma düzeyini “çok yeterli” veya “yeterli” düzeyde değerlendirirken, %18,9’u “ne yeterli ne yetersiz”, %30,6’sı ise “yetersiz” veya “çok yetersiz” olduğunu düşünmüştür. %6,7’si ise konu hakkında fikir belirtmemiştir. Ayrıca işletmelerin SEO optimizasyon (Arama motoru optimizasyonu) düzeyini %51,2’si “çok yeterli” veya “yeterli”, %18,9’u “ne yeterli ne yetersiz”, %23,2’si ise “çok yetersiz” veya “yetersiz” olarak değerlendirmiştir. İşletmelerin

%69'unun cep telefonları gibi mobil cihazlardan erişim düzeyinin “çok yeterli” veya “yeterli”, %12,8'i “çok yetersiz” veya “yetersiz” olduğunu düşünürken, %12,5'i çekimser kalmış, %5,7'si ise fikir belirtmemiştir. Bunun yanı sıra işletmelerin %38,4'ü yeni nesil teknolojilerden “çok yeterli” veya “yeterli” düzeyde faydalandığını düşünürken, %18,5'i çekimser kalmış, %33,3'ü “çok yetersiz” veya “yetersiz” olarak değerlendirmiştir. %9,8'i ise konu hakkında fikir belirtmemiştir. Web sitesini ziyaret eden müşterilerin verilerinden satış faaliyetlerinde sağlanan değer ise; işletmelerin %39,1'ine göre “çok yeterli” veya “yeterli”, %18,9'una göre “ne yeterli ne yetersiz”, %30,3'üne göre “çok yetersiz” veya “yetersiz” olarak belirtilmiştir. İşletmelerin %11,8'i ise bu konuda fikir beyan etmemiştir. Bu sonuçlar işletmelerin ortalama %48,28'inin işletmesindeki web sitesi faaliyetlerini “yeterli veya çok yeterli” düzeyde gördüğünü göstermektedir.

Şekil 6.8'de işletmelerin sosyal medyayı kullanım düzeylerine yönelik maddelerin dağılımı verilmiştir.

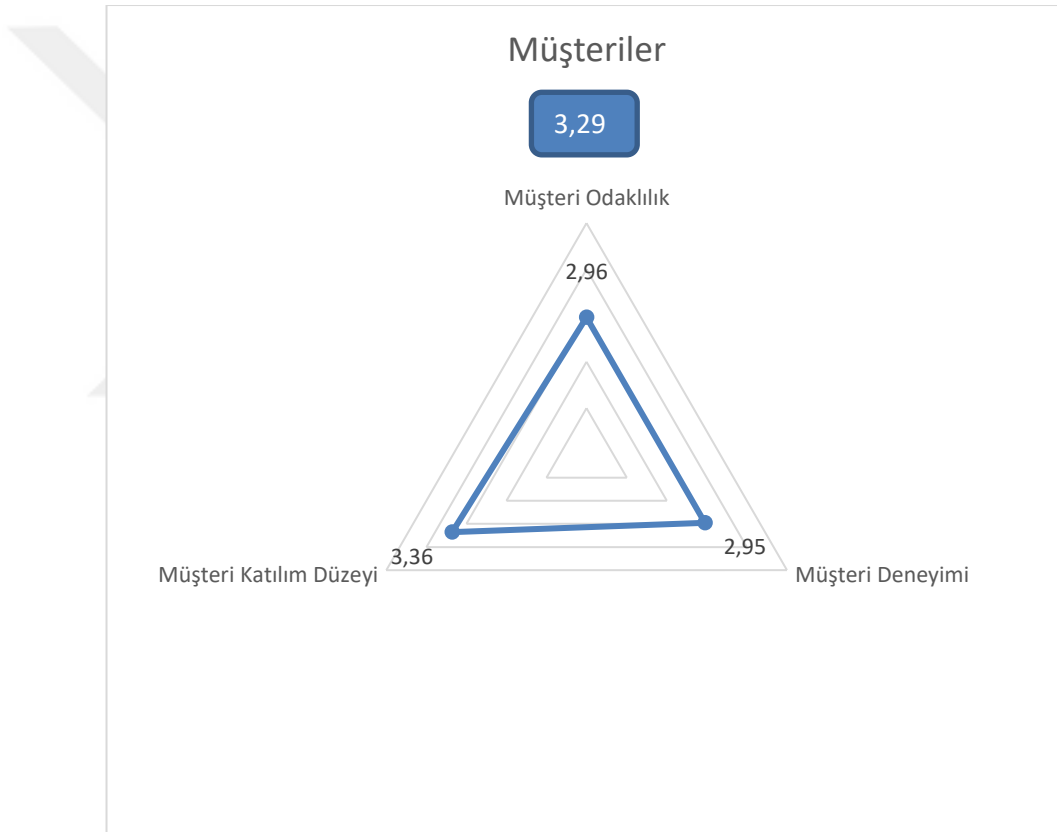


Şekil 6.8. İşletmelerin sosyal medya faaliyetleri düzeyleri dağılımı.

Sosyal medya hesabı bulunan işletmelerin, %63,7'si ürün faaliyetlerinin sosyal medyada görünürlük düzeyini “çok yeterli” veya “yeterli” düzeyde değerlendirirken, %19,8'i “ne yeterli ne yetersiz”, %14,4'ü ise “yetersiz” veya “çok yetersiz” olduğunu

değerlendirmiştir. %2,2'si ise konu hakkında fikir belirtmemiştir. Sosyal medya kullanan müşterilerin verilerinden satış faaliyetlerinde sağlanan değer ise işletmelerin %51,1'ine göre “çok yeterli” veya “yeterli”, %18,7'sine göre “ne yeterli ne yetersiz”, %22,7'sine göre “çok yetersiz” veya “yetersiz” olarak belirtilmiştir. İşletmelerin %7,6'sı ise bu konuda fikir beyan etmemiştir. Bu sonuçlar, işletmelerin ortalama %57,37'sinin işletmesindeki sosyal medya faaliyetlerini “yeterli veya çok yeterli” düzeyde gördüğünü göstermektedir.

Şekil 6.9'da müşteriler boyutu ve kriterlerine ait radar grafiği verilmiştir.



Şekil 6.9. Müşteriler boyutunun radar grafiği.

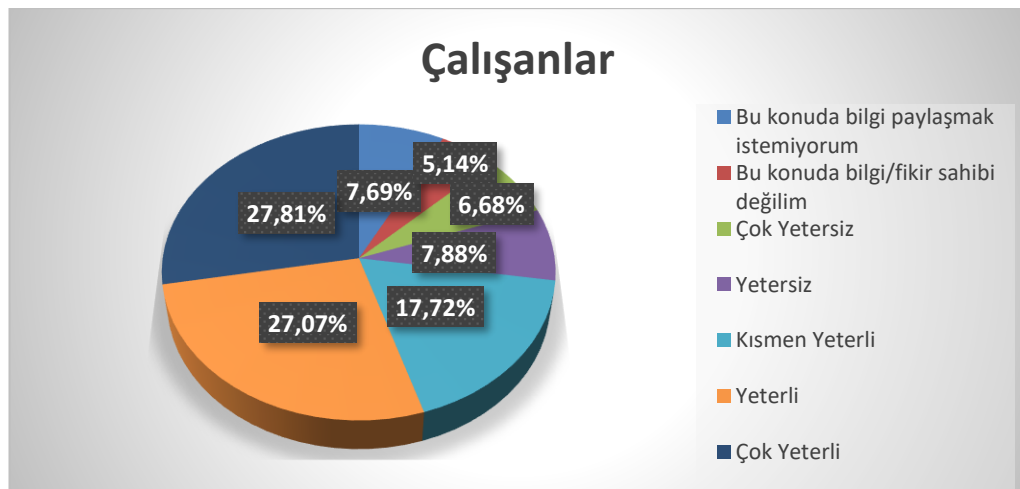
Müşteri boyutuna göre; Türkiye'nin müşteriler boyutundaki sonuçları, dijital olgunluğunun “**Planlayan işletme**” seviyesinde olduğunu göstermektedir (3,29). Müşteri odaklılık (2,96), müşteri katılım düzeyi (3,36) ve müşteri deneyimi (2,95) kriterlerinde “**Planlayan işletme**” düzeyinde olduğu tespit edilmiştir.

Müşteriler boyutu sonuçları işletmelerin;

- Müşterilere yönelik ürün üretebilme kabiliyetinin yüksek olduğunu (4,04), ancak müşterilere özel fiyat ve teklifleri sunma anlayışının geliştirilmesi gerektiğini (3,53),
- Müşterilerin satış öncesi, satış ve satış sonrası süreçlerini kolaylaştırıp, keyifli hale getirebilecek daha çok çalışmanın yapılması bir başka ifade ile müşteri deneyiminin iyileştirilmesi gerektiğini (3,53) ve satış ve hizmet faaliyetlerinin dijital ortamlara yeterince aktaramadığını (3,03),
- Bunun yanı sıra müşterilerle ilgili kararlarda müşterilerinden fikir aldığını, ancak süreçlere katılımını sağlamadığını (3,91) ve diğer paydaşların iş süreçlerine katılımını arttırması gerektiğini (3,35),
- İşletme web sitesinin cep telefonu gibi mobil cihazlarda kullanılacak şekilde düzenlemeye çalıştığı (3,99), ancak müşterilere anında geri dönüş sağlayabilecek dijital asistan teknolojisi ve merak ettikleri hususları giderip, görselleştirebilecek sanal/attırılmış gerçeklik gibi gelişmiş teknolojileri yeterince kullanmadığını (3,06),
- Müşterilere hızlı bir geri bildirim sağlamayı önemseydiğini (4,21) göstermektedir.

6.2.3. Çalışanlar

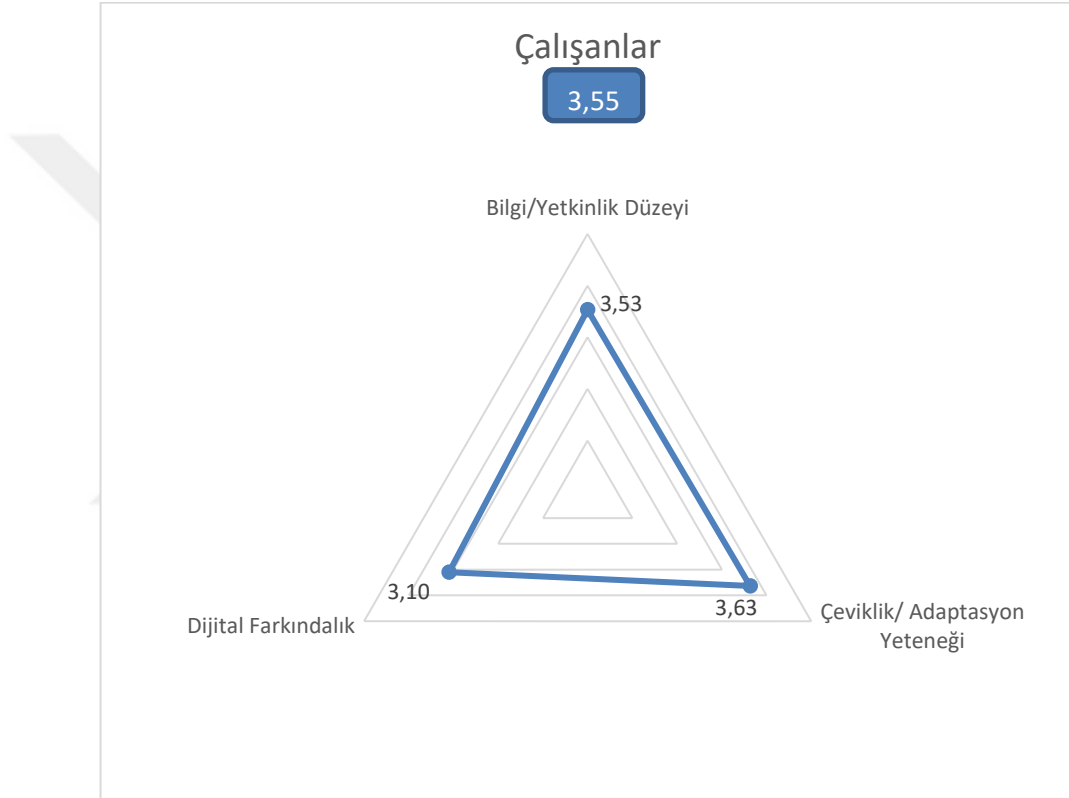
Çalışanlar boyutunda katılımcı işletmelere yöneltilen maddelere verdikleri cevapların dağılımı Şekil 6.10'da verilmiştir.



Şekil 6.10. Çalışanlar ile ilgili maddelere verilen cevapların dağılımı.

Şekil 6.10'a göre, işletmelerin %7,69'u çalışan yetenekleri hakkında “bilgi paylaşmak istemediğini”, %5,14'ü ise konu hakkında “bilgisi olmadığını” belirtmiştir. Bir başka ifade ile işletmelerin %12,83'ü verilen ifadelere yönelik fikir beyan etmezken, %14,56'sı “çok yetersiz” veya “yetersiz” bulduğu, %17,72 sinin “kısmen yeterli” ve %54,89'unun “çok yeterli” veya “yeterli” bulduğu görülmüştür.

Şekil 6.11'de çalışanlar boyutu ve kriterlerine ait radar grafiği verilmiştir.



Şekil 6.11. Çalışanlar boyutunun radar grafiği.

Değerlendirme sonuçlarına göre; Türkiye'nin çalışanlar boyutundaki sonuçları dijital olgunluğunun “**Benimseyen işletme**” seviyesinde olduğunu göstermektedir (3,55). Bilgi / yetkinlik düzeyi (3,53) ve çeviklik / adaptasyon yeteneği (3,63) “**Benimseyen işletme**” düzeyindeyken, dijital farkındalık ise “**Planlayan işletme**” düzeyindedir (3,10).

Çalışanlar boyutu sonuçları işletmelerde;

- Üst yönetim (3,85) ve ürün (3,63) ve hizmet (3,62) süreçleri yöneticilerinin; bilim, teknoloji, mühendislik ve matematik (STEM) bilgi ve becerileri “yeterli” görülürken, mavi yaka (3,01) çalışanları “kısmen yeterli” olarak değerlendirildiği,
- Üst yönetim (3,96) ve ürün (3,56) ve hizmet (3,68) süreçleri yöneticilerinin; problem çözme, stres/zaman yönetimi, empati ve sabır vb. beceriler (hassas beceriler) için “yeterli” düzeyde, mavi yaka çalışanların (3,13) ise “kısmen yeterli” seviyede beceri düzeyine sahip olduğu,
- Üst yönetim (4,07), ürün (3,85) ve hizmet (3,92) süreçleri yöneticilerinin işletmelerdeki mevcut teknolojileri kullanabilme becerisinin “yeterli”, mavi yaka çalışanların (3,29) ise “kısmen yeterli” seviyede olduğu,
- Üst yönetim (4,21), ürün (3,92) ve hizmet (3,94) yöneticileri ile mavi yaka çalışanların (3,56) sorumlu olduğu süreçleri yürütebilme becerisinin “yeterli” seviyede olduğu,
- Üst yönetim (4,17), ürün (3,93) ve hizmet (4,00) süreçleri yöneticilerinin yeni yöntemleri deneme konusundaki istekliliğinin yeterli düzeyde, mavi yaka çalışanların (3,37) ise bu konuda “çekimser” olduğu,
- Yeni süreçlere uyum sağlayabilme becerisinin, üst yönetim, üst yönetim (4,10), ürün (3,84) ve hizmet (3,89) süreçleri yöneticileri için “yeterli” düzeyde, ancak mavi yaka çalışanlar (3,38) için “kısmen yeterli” düzeyde olduğu,
- Üst yönetim (3,76) ve hizmet süreçleri yöneticilerinin (3,61) dijital dönüşüm süreci ve teknolojileri hakkındaki bilgi düzeyinin “yeterli” seviyede, ürün süreçleri yöneticileri (3,44) ve mavi yaka çalışanların (2,77) bilgi düzeyinin ise “kısmen yeterli” seviyede olduğu görülmüştür.

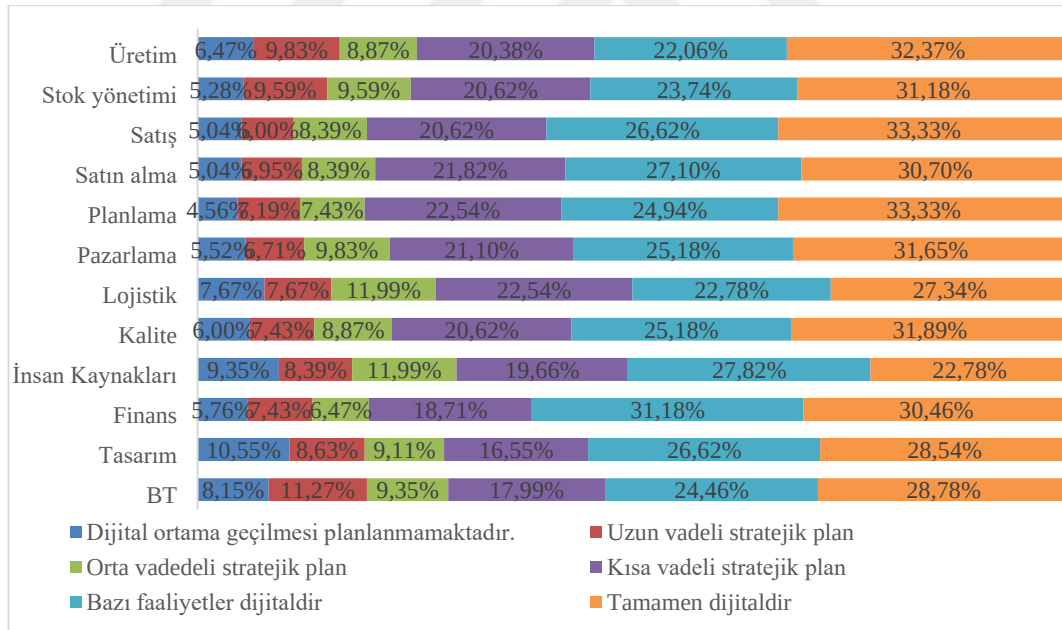
6.2.4. Süreç Yönetimi

İşletmelerin %5,5’inde ürünlerin süreç takibinin yapılamadığı, %13,2’sinde sınırlı takibin yapılabildiği, %10,8’inde üretim süreçleri boyunca ve bayiler/dağıtım kanalları arasında hareket ederken izlenebildiği, %30,5’inde ürünlerin tedarik zinciri boyunca takip edilebildiği, %29,3’ünde yaşam döngüsü boyunca takip edilebildiği belirtilmiştir. Ancak tedarik zinciri boyunca takip edilen ürünlerin sadece %3,15’i IoT teknolojisi ile %31,50’si manuel olarak takip edilmektedir. Yaşam ömrü boyunca takip

edilen ürünlerin ise %16,39'u IoT teknolojisini kullanarak bulut platformu üzerinden, %19,67'si manuel olarak, %4,92'si SCADA/otomasyon sistemleri aracılığıyla, %19,67'si ise PLC sistemleri kullanarak takip edilmekte ve makineler arası iletişimi sağlanmaktadır. Bu sonuçlar Türkiye'deki işletmelerin ürün takibine önem verdiğini ancak henüz süreçleri dijital hale getiremediğini göstermektedir.

İşletmelerin üretim bakım faaliyetleri, %23,5'inde arıza meydana geldiğinde, %21,8'inde bakım periyotları ve planlaması yapılarak, %9,6'sında ekipmanları durdurmadan veriler alınıp bu verilerin incelenmesiyle, %3,4'ünde anlık verilerle makinelerin arızaları tespiti sonucunda yapılmaktadır. %41,7'sinde ise bu konuda fikir beyan edilmemiştir.

Şekil 6.12'de işletmenin farklı iş ve iş yapış süreçleri dijital ortama geçme durumuna göre değerlendirilmiştir.

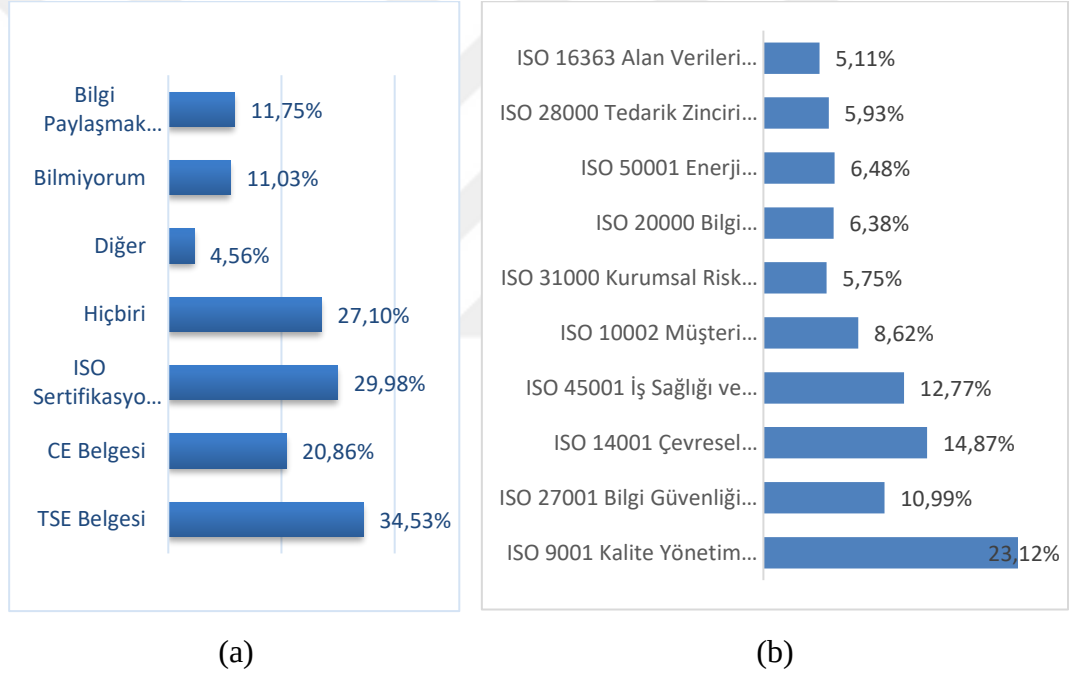


Şekil 6.12. İşletme süreçlerinin dijital ortama geçme durumu.

Şekil 6.12'ye göre, işletmelerin %30,20'sinde tüm süreçlerindeki faaliyetlerin dijital, %25,64'te süreçlerdeki bazı faaliyetlerin dijital olduğunu ifade ederken, %20,26'sı kısa vadeli, %9,19'u orta vadeli, %8,09'u uzun vadeli stratejik planlarda dijital ortama geçilmesini planladıklarını belirtmiştir. %6,61'i ise süreçlerinde dijital ortama

geçilmesinin planlanmadığını ifade etmiştir. Ayrıca işletmelerin öncelikli olarak planlama (%33,33) ve satış (%33,33) süreçlerini dijitalleştirdiği, finans süreçlerinde (%31,18) dijitalleşmenin devam ettiği görülmüştür. Dijitalleşmesi istenen öncelikli süreçler ise kısa vadede lojistik (%22,54) ve satın alma (%21,82) süreçleri, orta vadede insan kaynakları (%11,99) ve satış (%8,39) süreçleri ve uzun vadede BT (%11,27)'dir. Ayrıca işletmelerin %10,55'i tasarım süreçlerinin dijitalleşmesini planlamamaktadır.

İşletmenizde kalite süreçlerinin takibi ve yönetilmesi için sahip olduğunuz sertifikasyonların dağılımı ve ISO sertifikasyonuna sahip olan işletmelerin sahip oldukları sertifikasyonlar Şekil 6.13'te verilmiştir.



Şekil 6.13. Kalite süreci sertifikasyonu dağılımı.

Şekil 6.13'e göre kalite süreçlerini yöneten işletmeler oldukça azdır. Katılımcıların %27,10'u hiçbir kalite yönetimi sertifikasyonuna sahip değildir. Ayrıca işletmelerin %29,98'i (n=125) ISO sertifikasyonuna sahiptir. Bunlardan ise sadece %14,87'si (n=19) ISO 14001 sertifikasyonuna sahiptir.

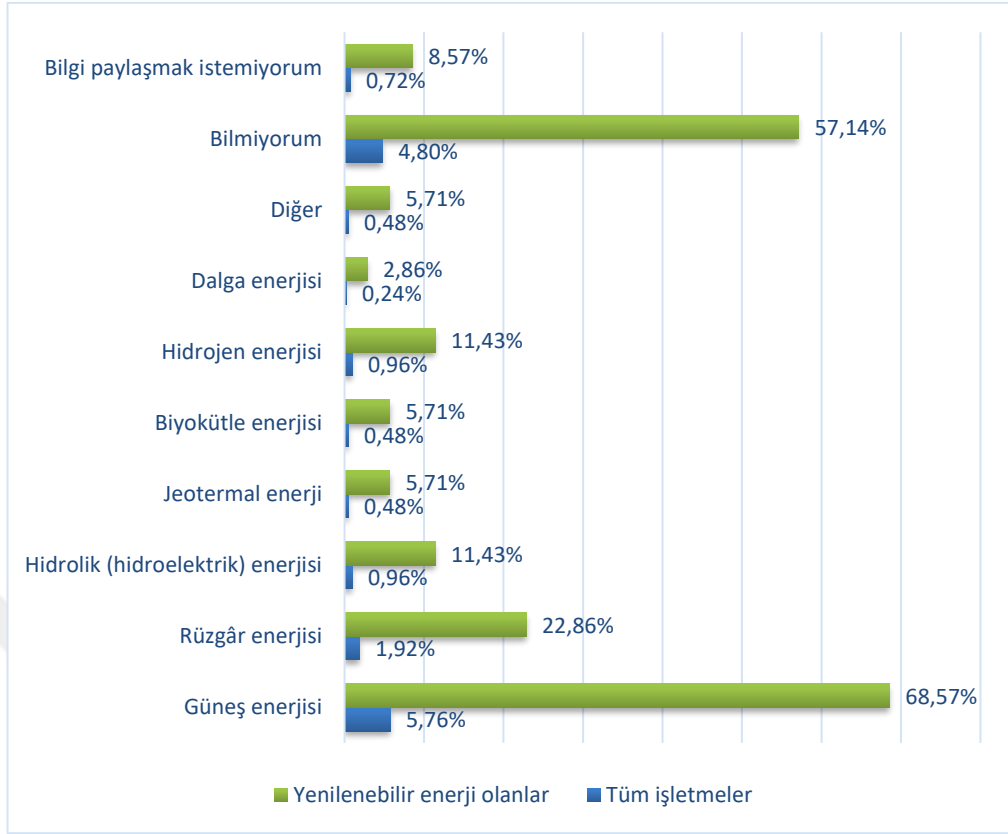
Şekil 6.14'te işletmede çevresel sürdürülebilirlik için yapılan faaliyetlerin dağılımı verilmiştir.



Şekil 6.14. Çevresel sürdürülebilirlik için yapılan faaliyetlerin dağılımı.

Şekil 6.14'e göre işletmelerin %17,75'i tüketilen enerji miktarını ölçmekte, %6,95'i üretilen enerji miktarını ölçmektedir. %18,94'ü çevresel faaliyetler yürütmezken, %14,87'sinde çevreye yönelik projelere yer verilmektedir. %13,43'ü atık değerlendirme tesisleri kullanmakta ve bu tesislerin performansını ölçmekte, %13,67'si yenilenebilir enerji kullanmakta ve %10,79'u müşteriden alınan ürünleri değerlendirmektedir. İşletmelerin %7,43'ü elektrikli araç kullanmakta, %5,28'i karbon ayak izi/karbondioksit emisyonu ölçümü yapmakta, %4,56'sı araç filolarında karbondioksit ölçümü yapmakta, %2,40'ı ise su ayak izi ölçümü yapmaktadır. İşletmelerin %23,26'sı ise konu hakkında bilgisi olmadığını belirtmiştir.

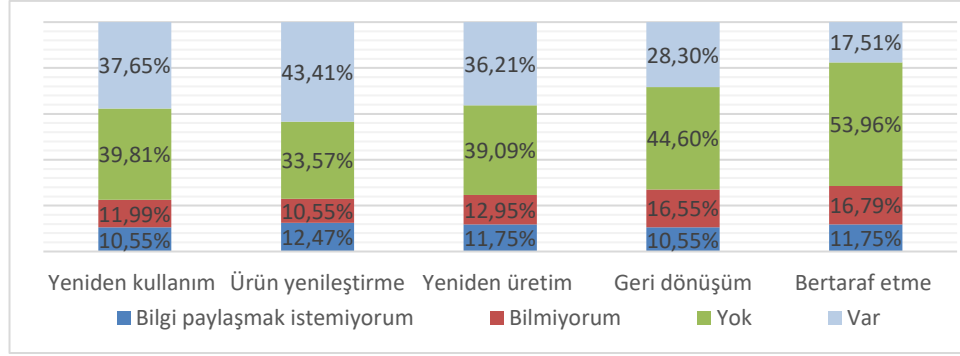
Şekil 6.15'te yenilenebilir enerji kullanan işletmelerin kullandığı yenilenebilir enerji türüne göre dağılımı verilmiştir.



Şekil 6.15. İşletmelerde kullanılan yenilenebilir enerji türleri dağılımı.

Şekil 6.15’e göre yenilenebilir enerji kullanan işletmelerin %68,57’si güneş enerjisi, %22,86’sı rüzgâr enerjisi, %11,43’ü hidroelektrik enerjisi, %5,71’i jeotermal enerji ve %5,71’i biyokütle enerjisi (Çöpten elektrik vb.) kullanmaktadır.

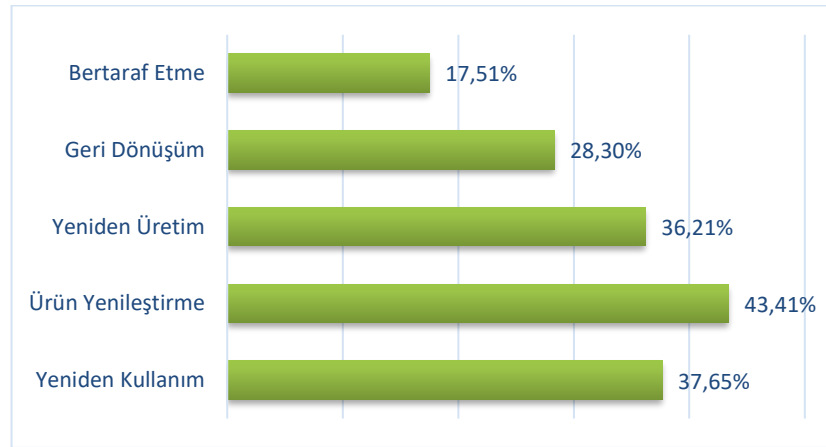
İşletmelerin geri kazanım faaliyetlerinin ise gelişme göstermeye başladığı tespit edilmiştir. İşletmelerin %52,04’ünde geri kazanım faaliyetleri varken, %18,71’inde olmadığı görülmüştür. Ayrıca %16,79’u “bilmediğini” ve %12,47’si ise “bilgi paylaşmak” istemediğini belirtmiştir. Şekil 6.16’da işletmelerin geri kazanım faaliyetlerini kullanma durumuna göre dağılımı verilmiştir.



Şekil 6.16. İşletmelerin geri kazanım faaliyetleri dağılımı.

Şekil 6,16'ya göre işletmelerin %37,65'inde yeniden kullanım (Ürünün başkası tarafından kullanılması), %43,41'inde ürün yenileştirme (Ürün kullanılabilir durumda ancak bazı parçaları bozursa parçalarının değiştirilerek kullanılabilir hale getirilmesi), %36,21'inde yeniden üretim (Ürünün kendisi kullanılabilir durumda değil, ancak parçaları kullanılabilir durumda ise ürün parçalarının başka süreçlerde kullanılması), %28,30'unda geri dönüşüm faaliyetlerinin olduğu tespit edilmiştir.

Şekil 6.17'de geri kazanım faaliyetlerinde bulunan işletmelerin faaliyet türüne göre dağılımı verilmiştir.

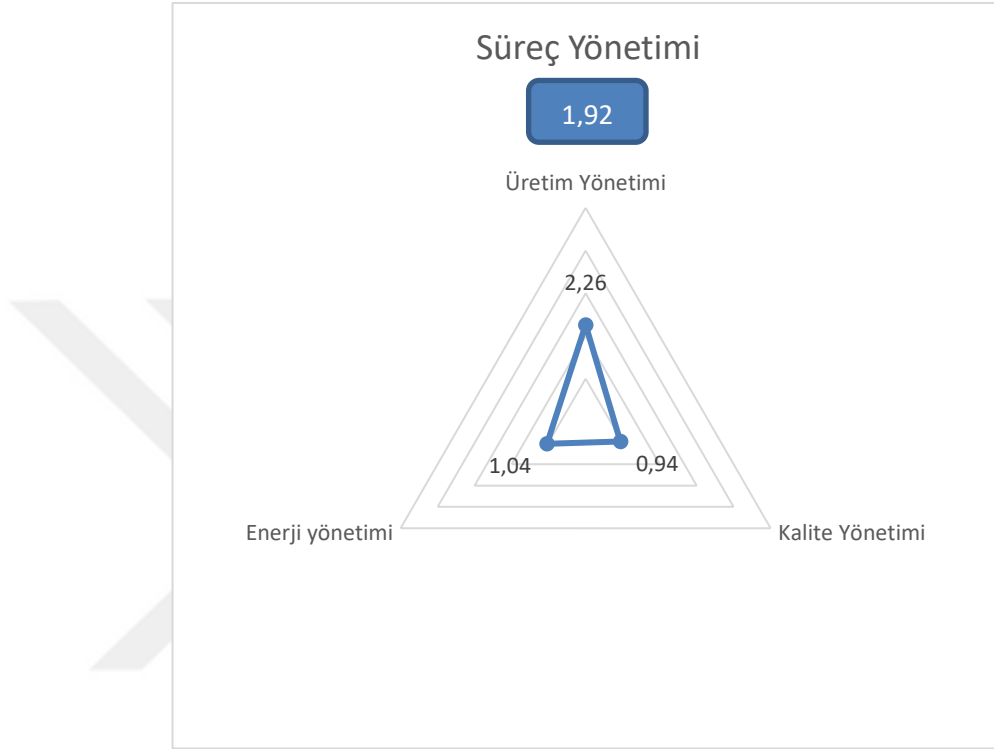


Şekil 6.17. Geri kazanım faaliyetlerinde bulunan işletmelerin faaliyet türüne göre dağılımı.

Şekil 6.17'de görüldüğü üzere geri kazanım faaliyetlerinde bulunan işletmelerin en çok ürün yenileştirme faaliyetlerinde (%43,41) bulunmaktadır. Bu faaliyeti sırasıyla;

yeniden kullanım (%37,65), yeniden üretim (%36,21), geri dönüşüm (%28,30) ve bertaraf etme (%17,51) faaliyetleri izlemektedir.

Şekil 6.18’de süreç yönetimi boyutu ve kriterlerine ait radar grafiği verilmiştir.



Şekil 6.18. Süreç yönetimi boyutunun radar grafiği.

Değerlendirme sonuçlarına göre; Türkiye’nin süreç yönetimi boyutundaki sonuçları dijital olgunluğunun “*Araştıran işletme*” seviyesinde olduğunu göstermektedir (1,92). Ürün yönetimi “*Araştıran işletme*” (2,30), enerji yönetimi “*İzleyen işletme*” (1,04) ve kalite yönetimi ise “*Kayıtsız işletme*” (0,94) düzeyinde olduğu tespit edilmiştir.

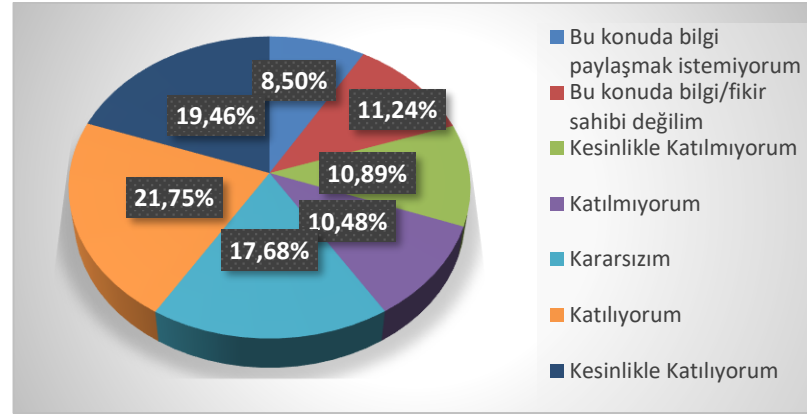
Süreç yönetimi boyutu sonuçları işletmelerde;

- Ürün takiplerinin tedarik zinciri boyunca %31,50 oranında manuel olarak yapılmaktadır. Bir başka ifade ile işletmeler süreçlerin takibine önem vermekte, ancak dijital hale getirememektedir (3,75).

- Üretim ekipmanlarının birbiriyle iletişim kurma kabiliyetleri düşüktür (2,36). Kullanılan ekipmanlar sensör veya kontrol sistemleri (PLC) vasıtasıyla diğer makine/ yazılımlardan veri alabilmekte, ancak alınan verilerin makine ile entegrasyonu sağlanamamaktadır (Örneğin CNC makinesine CAD çizimini otomatik olarak gönderebilir, ancak üretimin gerçekleşmesi için çalışanın makinede gerekli düzenlemelerin yapılması gerekir).
- Önceden belirlenen bir zaman periyodunda üretimdeki ekipmanların bakım ve onarımlarının düzenli olarak yapılmaktadır (1,77). Bir başka ifade ile işletmelerin bakım faaliyetlerinde otomasyon sistemleri başlangıç düzeyinde kullanılmaktadır.
- İş süreçlerinin çoğunda kısa vadedeki stratejik planlarda dijital ortama geçilmesi planlanmaktadır (3,41). Satış (3,57), planlama (3,58) ve satın alma (3,51) süreçlerinde ise bazı faaliyetler dijital hale getirilmeye başlanmıştır.
- Kalite süreçlerinin takibi ve yönetilmesi için sertifikasyona yeterince önem verilmediği ve sertifikasyonlara sahip işletmelerin ise, sertifikaların iş süreçlerinde etkin kullanılıp kullanılmadığından emin olunmadığı (2,79) tespit edilmiştir.
- Çevresel sürdürülebilirlik faaliyetlerine yeterince önem verilmemektedir. Önem verenlerin ise dijital olgunluğu (2,73), önem vermeyenlere göre (2,14) daha yüksektir. Yenilenebilir enerji kullanımının yaygın olmadığı görülmüştür (%8,39). Ürün geri kazanım faaliyetleri ise işletmelerin %52,04'ünde kullanılmaktadır. Bu sonuçlar, işletmelerin geri kazanım faaliyetlerine önem vermeye başladığını, ancak enerji yönetiminde yetersiz olduğunu göstermektedir.

6.2.5. Teknoloji ve Veri Yönetimi

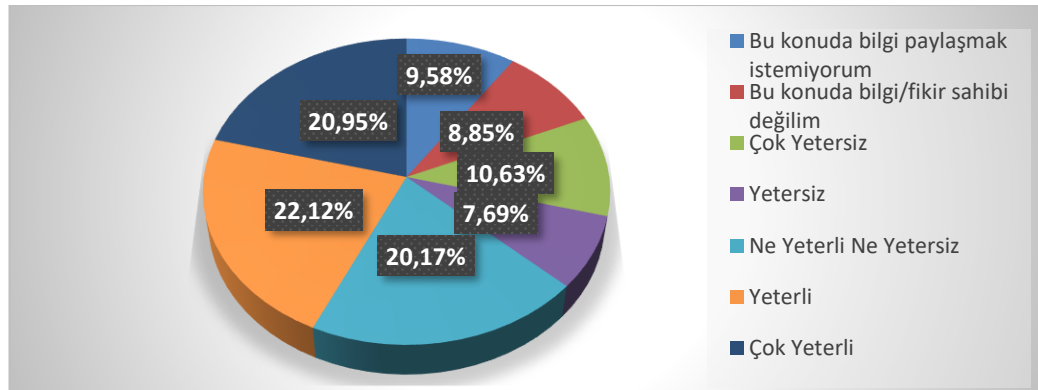
Teknoloji ve veri yönetimi boyutunda katılımcı işletmelere yöneltilen veri kullanımı ve teknolojik altyapısıyla ilgili maddelere verdikleri cevapların dağılımı Şekil 6.19'da verilmiştir.



Şekil 6.19. Veri kullanımı ve teknoloji altyapısıyla ilgili maddelere verilen cevapların dağılımı.

Şekil 6.19'a göre işletmelerin %19,46'ü konu hakkında bilgi paylaşmak istemediğini, %11,24'ü ise konu hakkında bilgisi olmadığını belirtmiştir. Bir başka ifade ile işletmelerin %19,73'ü verilen ifadelerle yönelik fikir beyan etmezken, %21,38'inin katılmadığı veya kesinlikle katılmadığı, %17,68'inin kararsız kaldığı ve %41,21'inin katıldığı veya kesinlikle katıldığı görülmüştür.

Şekil 6.20'de işletmelerin veri yönetim faaliyetlerine yönelik maddelere verilen cevapların dağılımı verilmiştir.

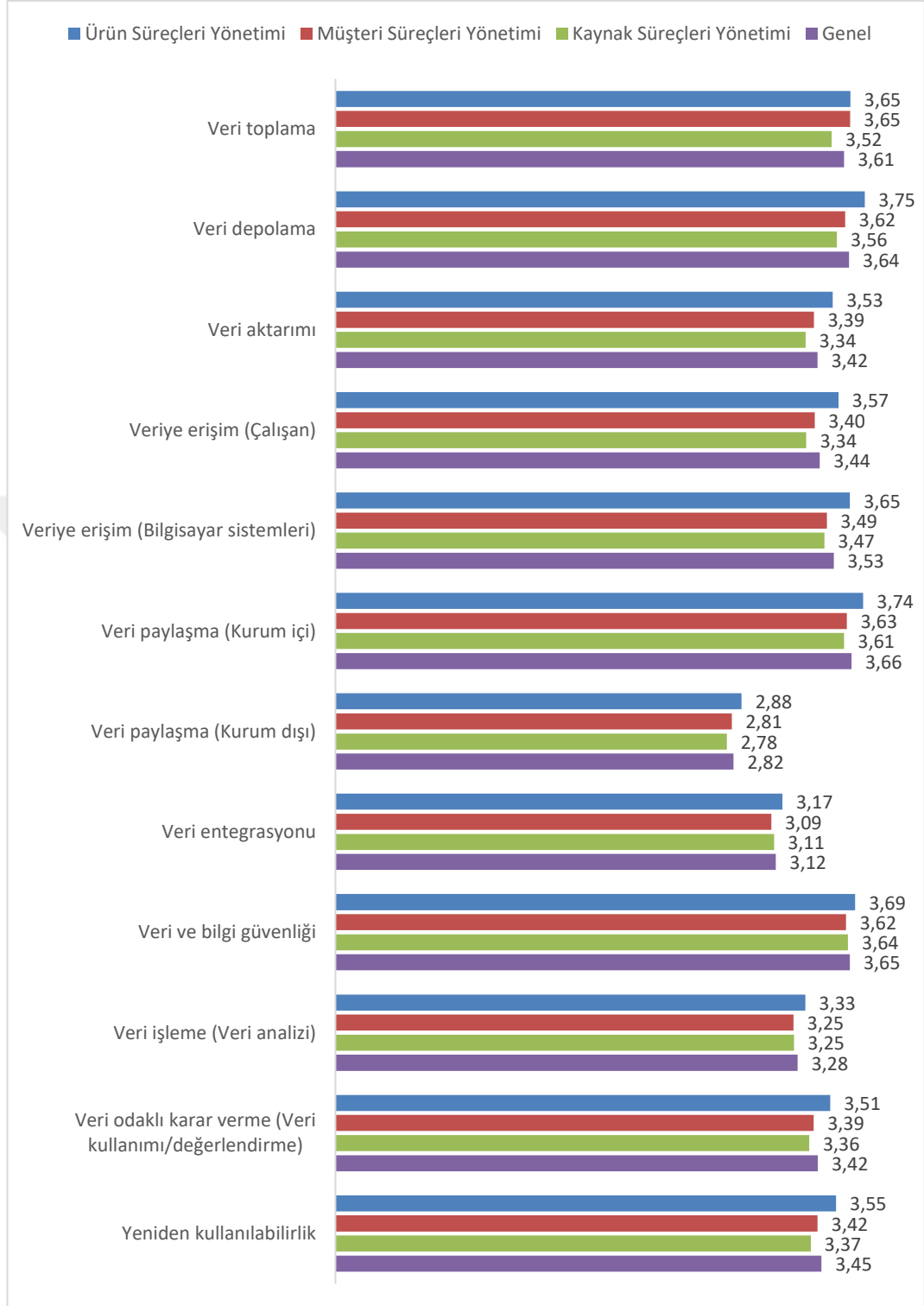


Şekil 6.20. İşletmelerin veri yönetimi faaliyetleriyle ilgili maddelere verilen cevapların dağılımı.

Araştırmaya katılan işletmelerin %43,07'sinde veri yönetim faaliyetleri "çok yeterli" veya "yeterli" düzeyde algılanırken, %20,17'si "ne yeterli ve ne de yetersiz", %18,32'si "çok yetersiz" veya "yetersiz" olarak değerlendirmiştir. %18,43'ü ise

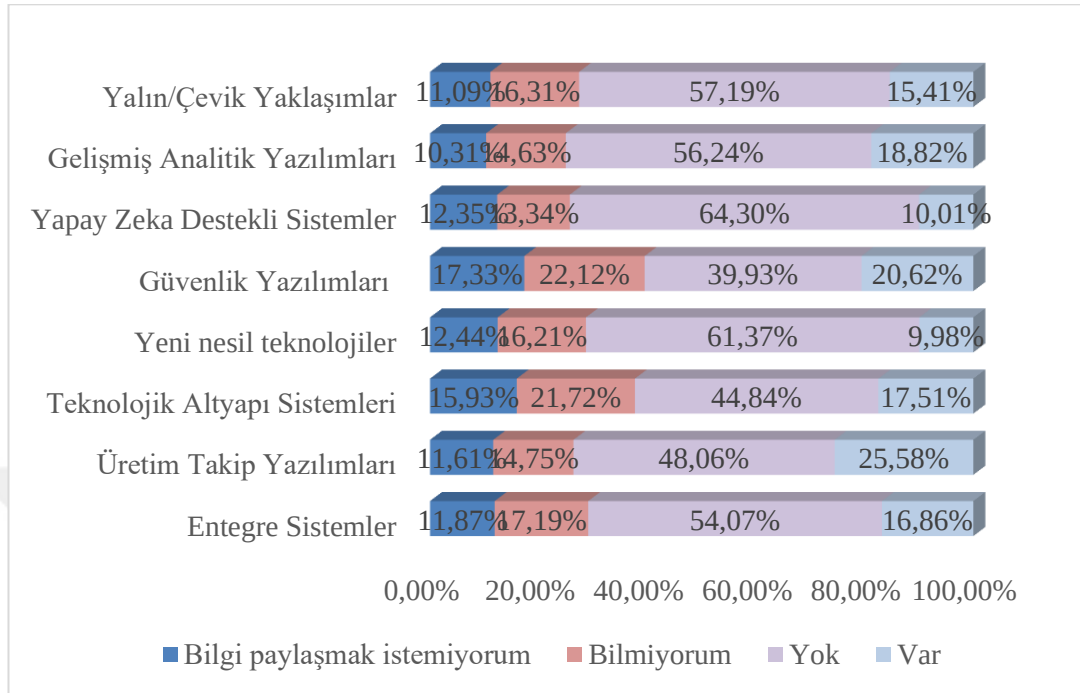
“bilmiyorum” ya da “bilgi paylaşmak” istemiyorum seçeneklerini işaretleyerek konu hakkında fikir belirtmemiştir.

Şekil 6.21’de işletmelerdeki veri yönetim faaliyetlerini ürün/müşteri/kaynak yönetim süreçlerine göre dağılımı verilmiştir. İşletmelerin veri yönetim faaliyetleri; ürün, müşteri ve kaynak yönetim süreçlerinde dönüşüme başlamak için “yeterli” seviyede değildir (3,42). En etkin veri yönetimi faaliyetlerinin “ürün süreçleri” olduğu (3,50), en az etkin veri yönetimi faaliyetlerinin ise “kaynak süreçlerinin yönetilmesi” (3,36) olduğu görülmektedir. Müşteri yönetim süreçlerindeki (3,40) veri faaliyetleri ve kaynak yönetim süreçleri, veri faaliyetlerine göre daha iyi durumdadır. Ayrıca işletmelerde veri depolama (3,64), veri ve bilgi güvenliği (3,65) ve veri toplama (3,61) faaliyetleri, diğer faaliyetlere göre daha “yeterli” seviyede iken, kurum dışı paylaşım (2,82), veri işleme (3,12) ve veri entegrasyonu (3,12) faaliyetlerine ise yeterince önem verilmediği görülmektedir.



Şekil 6.21. Veri yönetim faaliyetlerini ürün/müşteri/kaynak yönetim süreçlerine göre değerlendirilmesi.

Şekil 6.22’de işletmelerin kullandıkları teknolojilerin türüne göre dağılımı verilmiştir.



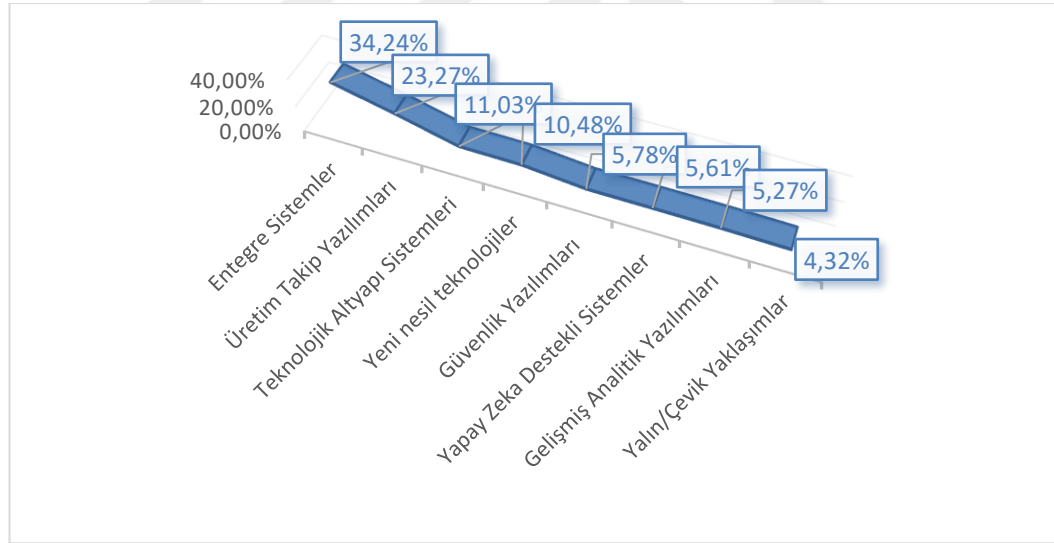
Şekil 6.22. İşletmelerin kullandıkları teknolojilerin türüne göre dağılımı.

Şekil 6.22’ye göre işletmelerin;

- %10,01’i “yapay zekâ destekli sistemler” kullanırken, %64,30’u kullanmamakta, %13,34’ü “bilmediğini” belirtmekte ve %12,35’i ise bu konuda bilgi paylaşmamaktadır.
- %17,51’i “teknolojik altyapı sistemleri” kurmakta, %44,84’ü kurmamakta, %21,72’si “bilmediğini” belirtmekte ve %15,93’ü ise bu konuda bilgi paylaşmamaktadır.
- %20,62’si “güvenlik yazılımları” kullanırken, %39,93’ü kullanmamakta, %22,12’si “bilmediğini” belirtmekte ve %17,33’ü ise bu konuda bilgi paylaşmamaktadır.
- %25,58’i “üretim takip yazılımları” kullanırken, %48,06’sı kullanmamakta, %14,75’i “bilmediğini” belirtmekte ve %11,61’i ise bu konuda bilgi paylaşmamaktadır.

- %15,41'i “yalın/çevik yaklaşımları” kullanırken, %57,19'u kullanmamakta, %16,31'i “bilmediğini” belirtmekte ve %11,09'u ise bu konuda bilgi paylaşmamaktadır.
- %18,82'si “gelişmiş analitik yazılımları” kullanırken, %56,24'ü kullanmamakta, %14,63'ü “bilmediğini” belirtmekte ve %10,31'i ise bu konuda bilgi paylaşmamaktadır.
- %9,98'i “yeni nesil teknolojiler” kullanırken, %61,37'si kullanmamakta, %16,21'i “bilmediğini” belirtmekte ve %12,44'ü ise bu konuda bilgi paylaşmamaktadır. %16,86'sı “entegre sistemler” kullanırken, %54,07'si kullanmamakta, %17,19'u “bilmediğini” belirtmekte ve %11,87'si ise bu konuda bilgi paylaşmamaktadır.

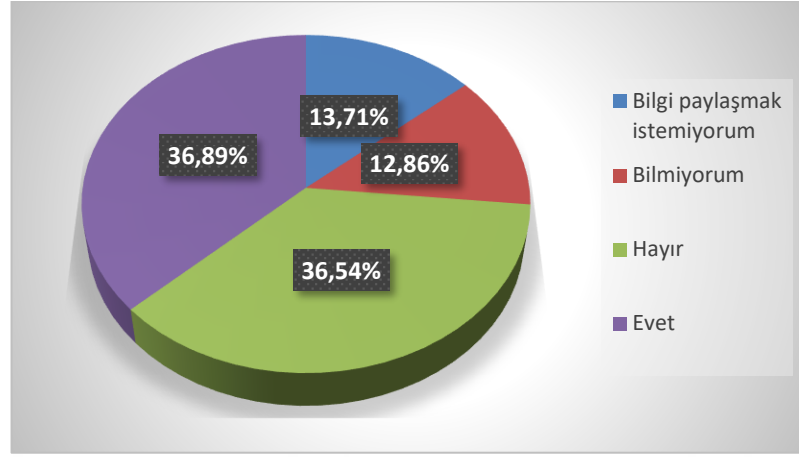
Şekil 6.23'te sınıflandırılmış teknolojileri kullandığını belirten işletmelerin kullandıkları teknolojilerin dağılımı verilmiştir.



Şekil 6.23. Teknolojileri kullandığını belirten işletmelerin kullandığı teknolojilere göre dağılımı.

Şekil 6.23'e göre, işletmelerde en çok entegre sistemler (%34,24), üretim takip yazılımları (%23,27) kullanıldığı, en az ise yalın/çevik yaklaşımlar (%4,32) ve gelişmiş analitik yazılımları (%5,27) ile yapay zekâ destekli sistemlerin (%5,61) kullanıldığı görülmektedir.

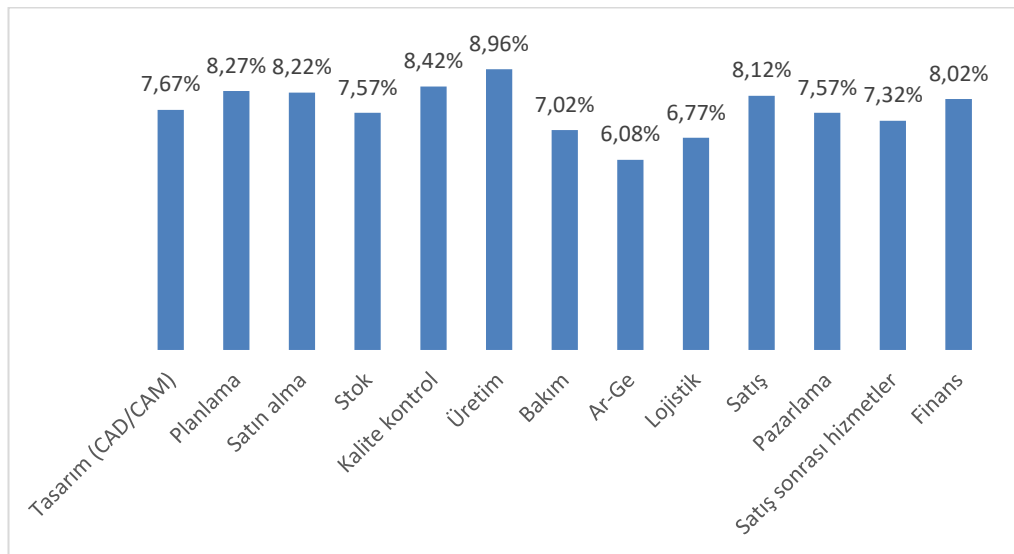
Şekil 6.24'te işletmeler simülasyon kullanma durumuna göre değerlendirilmiştir.



Şekil 6.24. Simülasyon kullanma durumu yüzdeleri.

Şekil 6.24'e göre işletmelerin %36,89'u tedarik zincirinin en az bir aşamasında simülasyon tabanlı uygulamalardan faydalanırken, %36,54'ü faydalanmamaktadır. %12,86'sı bilgisinin olmadığını ve %13,71'i ise bilgi paylaşmak istemediğini belirtmiştir.

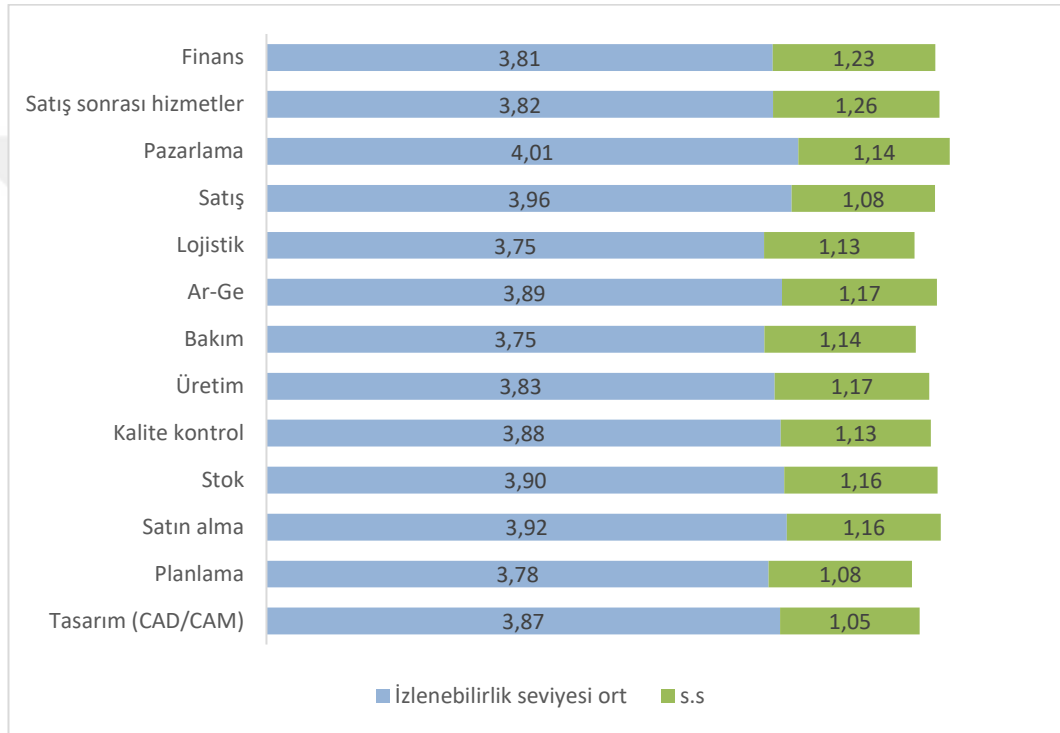
Şekil 6.25'te işletmelerde simülasyon tabanlı uygulamaların kullanıldığı süreçler değerlendirilmektedir.



Şekil 6.25. İşletmelerde simülasyon tabanlı uygulamaların kullanıldığı süreçler.

Şekil 6.25.'te işletmede yürütülen faaliyetlerin izlenebilirliğini sağlayan simülasyon uygulamalarından tüm süreçlerde neredeyse eşit düzeyde faydalandığı görülmektedir. En çok kullanılan süreçler; üretim (%8,96), kalite kontrol (%8,42) ve planlama (%8,27) iken, en az kullanılan süreçlerin ise; Ar-Ge (%6,08), lojistik (%6,77) ve bakım (%7,02) olduğu tespit edilmiştir.

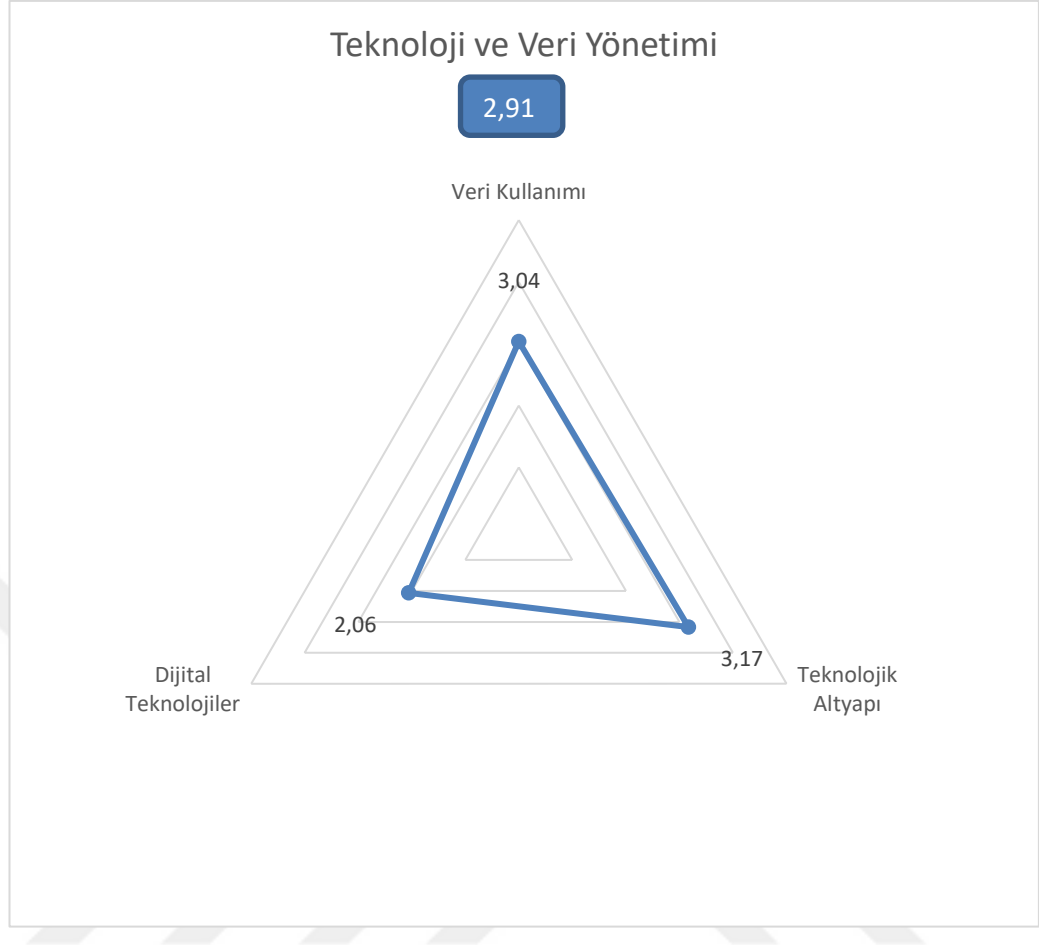
Şekil 6.26'da simülasyon kullanan işletmelerin izlenebilirlik seviyeleri verilmiştir.



Şekil 6.26. Simülasyon kullanan işletmelerin izlenebilirlik seviyeleri dağılımı.

Şekil 6.26'ya göre simülasyon kullanan işletmelerin ortalama olarak tedarik zinciri seviyesinde izlenebilir olduğu (3,86) söylenebilir. İşletmelerde en yüksek izlenebilirlik bölümü; pazarlama (4,01), satış (3,96) ve stok (3,90) süreçlerinde iken, en düşük izlenebilirlik bölümünün ise lojistik (3,75) ve bakım (3,75) süreçlerindedir. Bu sonuçlar işletmelerin tüm süreçlerini izlenebilir hale getirmeye çalıştığını göstermektedir.

Şekil 6.27'de teknoloji ve veri yönetimi boyutu ve kriterlerine ait radar grafiği verilmiştir.



Şekil 6.27. Teknoloji ve Veri Yönetimi boyutunun radar grafiği.

Değerlendirme sonuçlarına göre; Türkiye'nin teknoloji ve veri yönetimi boyutundaki sonuçları dijital olgunluğunun "**Planlayan işletme**" seviyesinde olduğunu göstermektedir (2,91). Veri kullanımı (3,04) ve teknolojik altyapısında (3,17) "**Planlayan işletme**" düzeyindedir. Dijital teknolojileri ise "**Araştıran işletme**" seviyesinde (2,06) olduğu tespit edilmiştir.

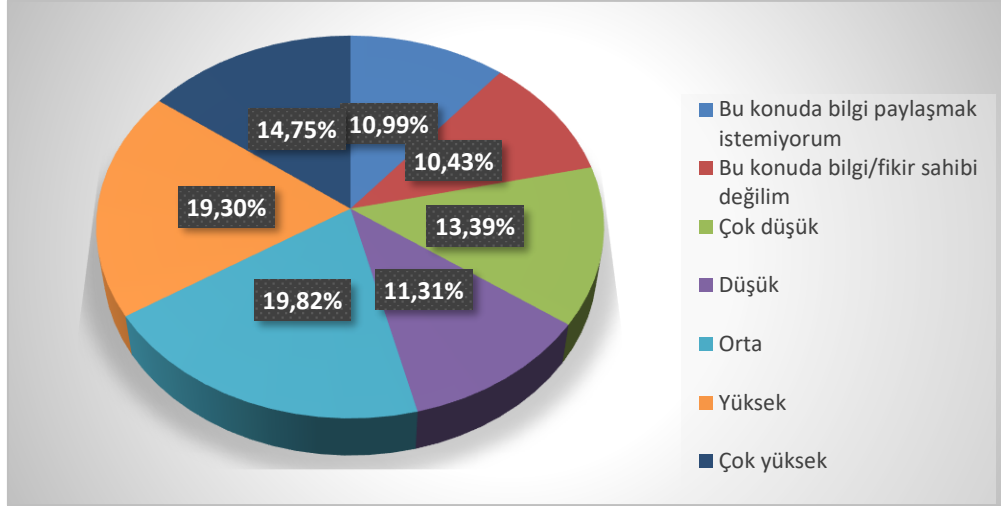
Teknoloji ve veri yönetimi boyutu sonuçları işletmelerin;

- Veri altyapılarını kurabilecek nitelikli uzmanların işe alınmasına ve yetiştirilmesine önem vermeye (3,42) ve süreçlerin yönetilmesi için kullanımı kolay ara yüzlerin tercih edilmeye başlandığı (3,41),

- Henüz bütün belgelerin dijital ortama aktarılamadığı (3,21) ve veri ve yönetimi stratejilerinin izlenmesi için temel performans göstergelerinin (KPI) belirlenmediği (3,08),
- Yeni ekipman ve eski ekipman entegrasyonunda bazı sorunlar meydana gelebildiği (3,38),
- Veri yönetim faaliyetlerinin yeterli hale getirilemediği (3,42) ve en çok veri depolama (3,64), veri ve bilgi güvenliği (3,65) ve veri toplama (3,61) faaliyetlerine önem verildiği,
- En çok üretim takip yazılımları (%25,58) ile güvenlik yazılımlarının kullanıldığı (%20,62) yan, henüz yaygınlaşmadığı,
- Yeni nesil teknolojiler (3,79), yapay zekâ destekli sistemler (3,58) ve entegre sistemler (3,46) kullanan işletmelerin en yüksek dijital olgunluğa sahip olduğu,
- İş süreçlerinde simülasyon kullanımının yaygınlaşması gerektiği (%36,89), en çok üretim (%43,17), kalite kontrol (%40,53) ve planlama (%39,81) süreçlerinde simülasyon tabanlı uygulamalardan faydalandığı ve
- Fabrikada (%31,06) veya tedarik zinciri boyunca izlenebildiği (%34,65) ve pazarlama (4,01), satış (3,96), satın alma (3,92) ve stok (3,90) süreçlerinin en yüksek izlenebilirlik düzeyine sahip olduğu tespit edilmiştir.

6.2.6. Kurum Kültürü

Şekil 6.28’de işletmelerin kurum kültürüne yönelik faaliyetlerin uygulanma düzeyi ilgili maddelere verilen cevapların dağılımı verilmiştir.



(a)

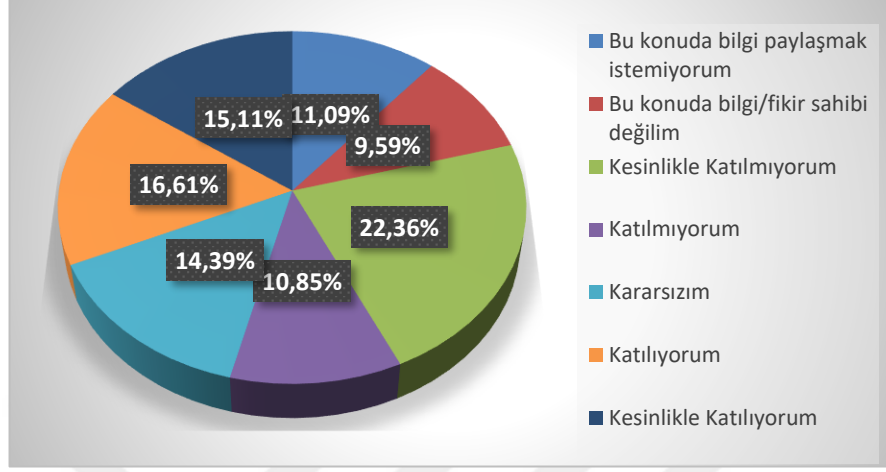


(b)

Şekil 6.28. Kurum kültürüne yönelik faaliyetlerin uygulanma düzeyi ilgili maddelere verilen cevapların yüzdesi ve dağılımı.

Şekil 6.28.'e göre işletmelerin %14,75'inde "çok yüksek", %19,30'unda "yüksek", %19,82'sinde "orta", %11,31'inde "düşük" ve %13,39'unda "çok düşük" düzeyde faaliyetler uygulanmaktadır. Buna göre işletmelerde en çok yasal sınırın üstünde dezavantajlı bireylere istihdam sağlandığı (3,20) ve işletme çalışanlarının çevresel projelere katılım sağlandığı (3,23) görülmektedir. Ancak işletmeler bu faaliyetleri yeterli düzeyde uygulamamaktadır.

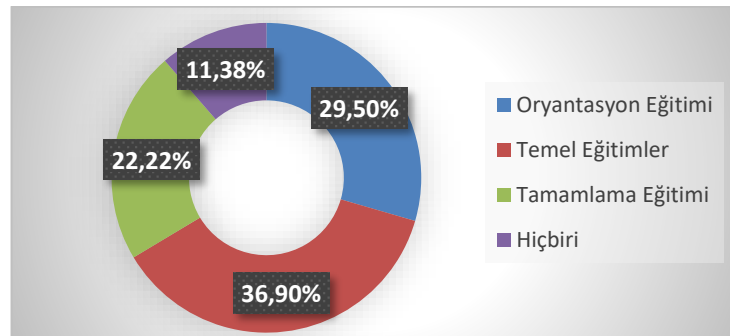
Şekil 6.29’da işletmeler eğitimlerinin etkinliği ile ilgili maddelere verilen cevapların dağılımı verilmiştir.



Şekil 6.29. İşletmelerdeki eğitimlere yönelik maddelerin cevaplarının yüzdesi.

Şekil 6.29’a göre işletmelerin %11,09’u konu hakkında “bilgi paylaşmak istemediğini” ve %9,59’u ise “konu hakkında bilgisi olmadığını” belirtmiştir. Bir başka ifade ile işletmelerin %20,68’i verilen ifadelerle yönelik fikir beyan etmezken, %33,21’inin “katılmadığı” veya “kesinlikle katılmadığı”, %14,39’unun “kararsız kaldığı” ve %31,71’inin “katıldığı” veya “kesinlikle katıldığı” görülmüştür.

Şekil 6.30’da işletmelerde düzenlenen eğitim türlerine göre dağılımı verilmiştir.

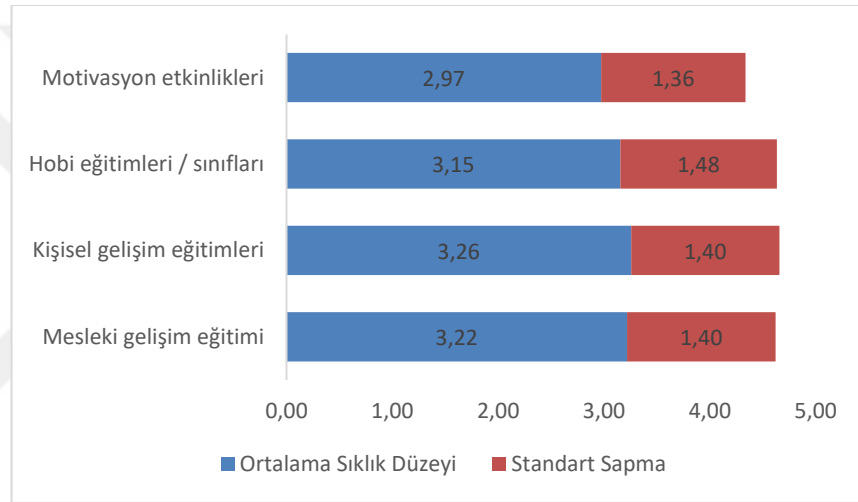


Şekil 6.30. İşletmelerde düzenlenen eğitim türlerine göre dağılımı.

Şekil 6.30’a göre işletmelerin en çok işe başlayacak personele, yapacağı işin gerektirdiği; temel bilgi, beceri ve tutumları kazandırmak üzere yapılan “temel

eğitimleri” düzenlediği (%36,90), kuruma yeni gelen personelin kurumun amaç ve politikasını, yapısını, kendi görev, yetki ve sorumluluklarını tanımları için yapılan “oryantasyon eğitiminin” %29,50 olduğu ve görev değişikliği yapması gereken personel için yeni görevinin gerektirdiği yeterlilikleri kazanması için uygulanan “tamamlama eğitiminin” %22,22 oranında düzenlendiği görülmüştür. İşletmelerin %11,38’inde ise “hiçbir eğitim” verilmemektedir.

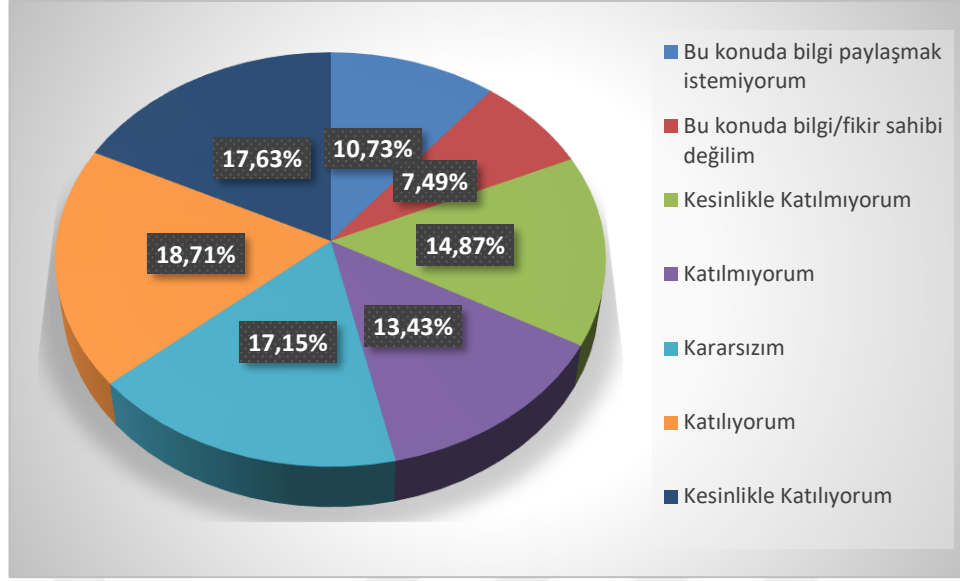
Şekil 6.31’de işletmelerde personel gelişimine yönelik yapılan etkinliklerin düzenlenme sıklığı oranları verilmiştir.



Şekil 6.31. Eğitimlerin sıklık düzeyi.

Şekil 6.31’e göre işletmelerde tüm eğitimlerin eşit sıklıkta düzenlendiği ve ortalama işletmelerin 3-6 ayda bir etkinlik düzenlediği (3,15) görülmüştür.

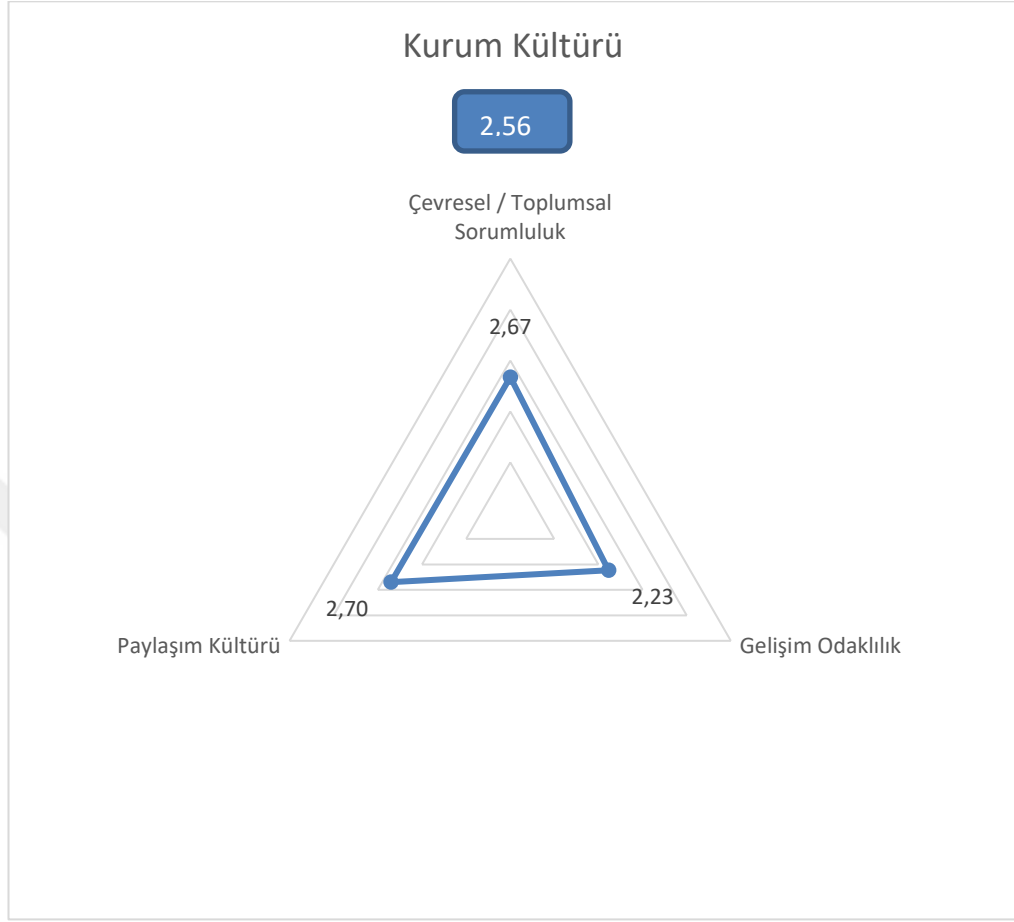
Şekil 6.32’de kurum içi/dışı paylaşım ile ilgili maddelere verilen cevapların dağılımı verilmiştir.



Şekil 6.32. Kurum içi/dışı paylaşım ile ilgili maddelere verilen cevapların yüzdesi.

Şekil 6.32'ye göre işletmelerin %10,73'ü konu hakkında “bilgi paylaşmak istemediğini”, %7,49'u ise konu hakkında “bilgisi olmadığını” belirtmiştir. Bir başka ifade ile; işletmelerin %18,23'ü verilen ifadelere yönelik fikir beyan etmezken, %28,30'unun “katılmadığı” veya “kesinlikle katılmadığı”, %17,15'inin “kararsız” kaldığı ve %36,33'ünün “katıldığı” veya “kesinlikle katıldığı” görülmüştür.

Şekil 6.33’te kurum kültürü boyutu ve kriterlerine ait radar grafiği verilmiştir.



Şekil 6.33. Kurum Kültürü boyutunun radar grafiği.

Değerlendirme sonuçlarına göre; Türkiye’nin kurum kültürü boyutundaki sonuçları dijital olgunluğunun “*Araştıran işletme*” seviyesinde olduğunu göstermektedir (2,56). Paylaşım kültürü (2,70), çevresel/toplumsal sorumluluk (2,67) “*Planlayan işletme*” düzeyindedir. Gelişim odaklılık ise “*Araştıran işletme*” seviyesinde (2,23) olduğu tespit edilmiştir.

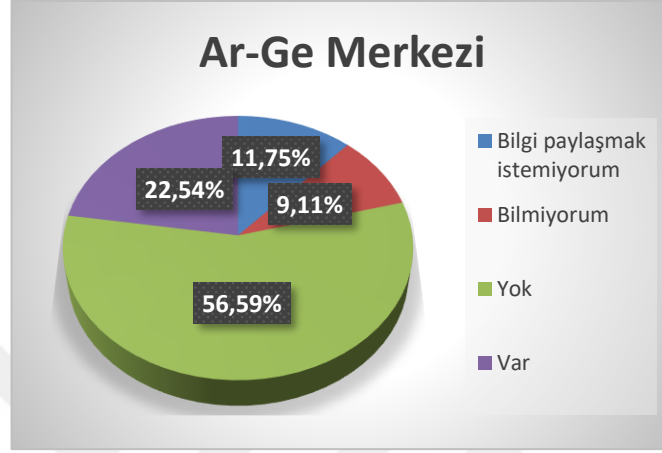
Kurum kültürü boyutu sonuçları işletmelerde;

- İşletmelerdeki toplumsal ve çevresel uygulamalara yeterince önem verilmediği (3,13),

- Çevresel (3,23) ve toplumsal (3,19) sorunların çözümüne yönelik geliştirilen projelerin artması gerektiği ve çalışanların katılımının yeterince yüksek olmadığı,
- Özel (3,03) ve kamu kuruluşları (3,10) ile iş birliği yapılarak geliştirilen projelerin yeterli görülmediği, ancak kamu kuruluşlarıyla daha çok proje yapıldığı,
- İşletmelerde eğitimlere verilen önemin yeterli düzeyde olmadığı (2,89), ancak müşterilere ve tedarikçilere yönelik daha çok eğitim düzenlenmeye çalışıldığı (3,04), verilen eğitimlerden memnuniyet düzeyinin ölçülmediği (2,91) ve dijital dönüşüm konusunda yeterli düzeyde eğitim verilmediği (2,82),
- İşletmelerde başlangıç eğitimlerinin çok düşük bir oranda verildiği ve en çok tamamlama eğitimlerinin verildiği (%36,90),
- İşletmelerde en çok mesleki gelişim eğitiminin düzenlendiği (%51,56) ve en az ise hobi sınıflarının bulunduğu (%15,59),
- Etkinliklerinin düzenlendiği, ancak etkinliklerin sık sık düzenlenmediği ve ortalama 3-6 ayda bir etkinlik yapıldığı (3,15) ve,
- Kurum içi/dışı paylaşımın ise yeterli düzeyde olmadığı (3,13) ve paydaşlarıyla daha çok bir araya gelerek düzenli faaliyetlerin yapılması gerektiği (2,96) görülmektedir.

6.2.7. İnovasyon

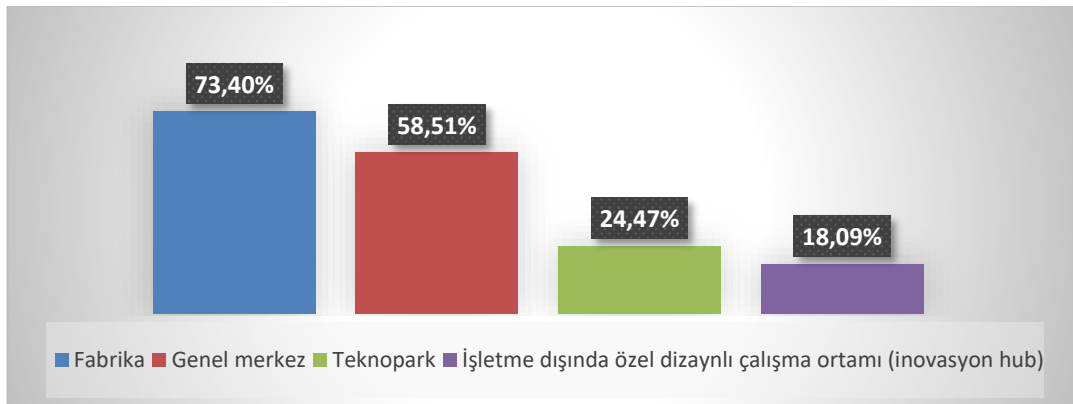
Şekil 6.34'te işletmelerin Ar-Ge merkezine sahip olma durumuna göre dağılımı verilmiştir.



Şekil 6.34. Ar-Ge merkezine sahip olma durumu yüzdeleri.

Şekil 6.34'e göre, işletmelerin %22,54'ünde Ar-Ge merkezi varken, %56,59'unda Ar-Ge merkezleri yoktur. Ayrıca işletmelerin %9,11'i konu hakkında bilgisi olmadığını, %11,75'i ise bilgi paylaşmak istemediğini belirtmiştir.

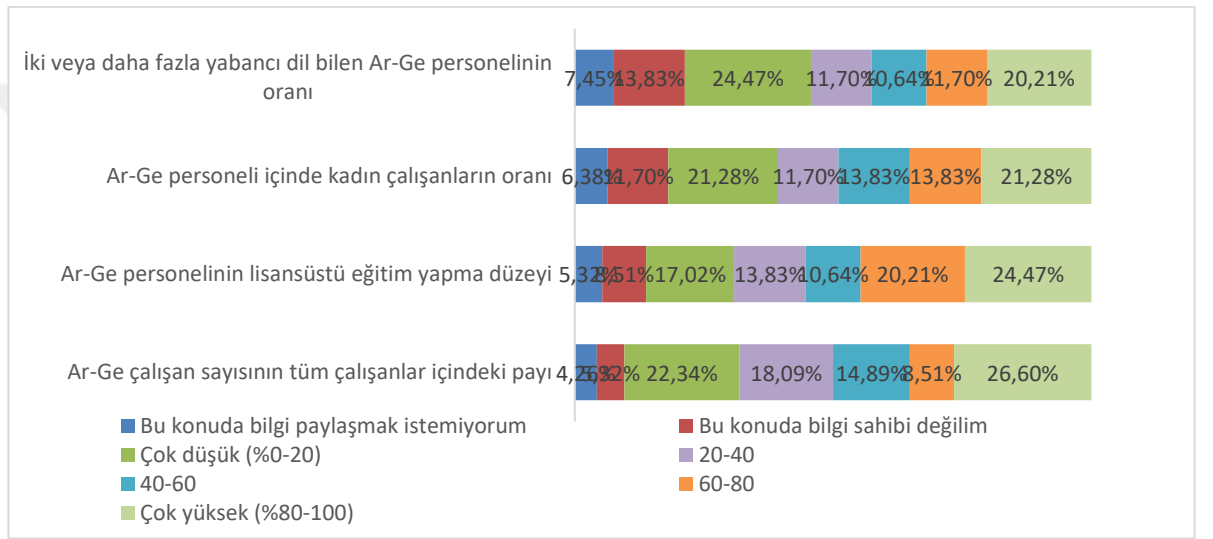
Şekil 6.35'te Ar-Ge merkezi bulunan işletmelerin Ar-Ge merkezlerinin bulunduğu konuma göre dağılımı verilmiştir.



Şekil 6.35. Ar-Ge merkezi bulunan işletmelerin Ar-Ge merkezlerinin bulunduğu konuma göre dağılımı.

Şekil 6.35'e göre Ar-Ge merkezi bulunan işletmelerin (n=94); %73,40'ının fabrikada (n=69), %58,51'inin genel merkezde (n=55), %24,47'sinin teknoparkta (n=23) ve %18,09'unun işletme dışında özel tasarımı (n=17) Ar-Ge merkezi bulunmaktadır. İşletmelerin %74,47'sinde birden fazla Ar-Ge merkezi (n=70) bulunurken, %25,53'ünde tek bir Ar-Ge merkezi (n=24) faaliyet göstermektedir.

Şekil 6.36'da Ar-Ge personelinin özellikleriyle ilgili maddelere verilen cevapların dağılımı verilmiştir.



Şekil 6.36. Ar-Ge personelinin özellikleriyle ilgili maddelere verilen cevapların yüzdeleri.

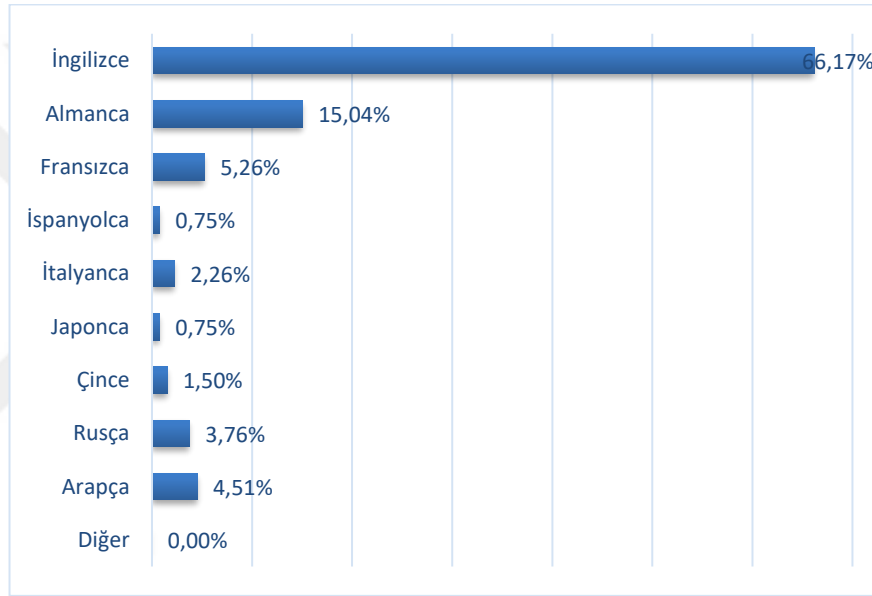
Şekil 6.36'ya göre işletmelerin;

- %20,21'inde Ar-Ge personelinin %80'ininden fazlası iki veya daha fazla yabancı dil bilirken, %24,74'ünde bu niteliğe sahip personel sayısı çok düşüktür. Ayrıca işletmelerin %13,83'ü konu ile ilgili bilgi sahibi olmadığını, %7,45'i ise "konu hakkında bilgi paylaşmak istemediğini" belirtmiştir.
- %21,28'inde Ar-Ge personeli içinde kadın çalışan oranı %80'den fazla iken, %21,28'inde çok düşüktür. Ayrıca işletmelerin %11,70'i konu ile ilgili bilgi sahibi olmadığını, %6,38'i ise "konu hakkında bilgi paylaşmak istemediğini" belirtmiştir.
- %24,47'sinde lisansüstü eğitim yapan Ar-Ge personelinin oranı %80'den fazla iken, %17,02'sinde çok düşüktür. Ayrıca işletmelerin %8,51'i konu ile ilgili

bilgi sahibi olmadığını, %5,32'si ise “konu hakkında bilgi paylaşmak istemediğini” belirtmiştir.

- %26,60'ında Ar-Ge personelinin tüm çalışanlar içerisindeki oranı %80'den fazla iken, %22,34'ünde çok düşüktür. Ayrıca işletmelerin %5,32'si “konu ile ilgili bilgi sahibi olmadığını”, %4,26'sı ise “konu hakkında bilgi paylaşmak istemediğini” belirtmiştir.

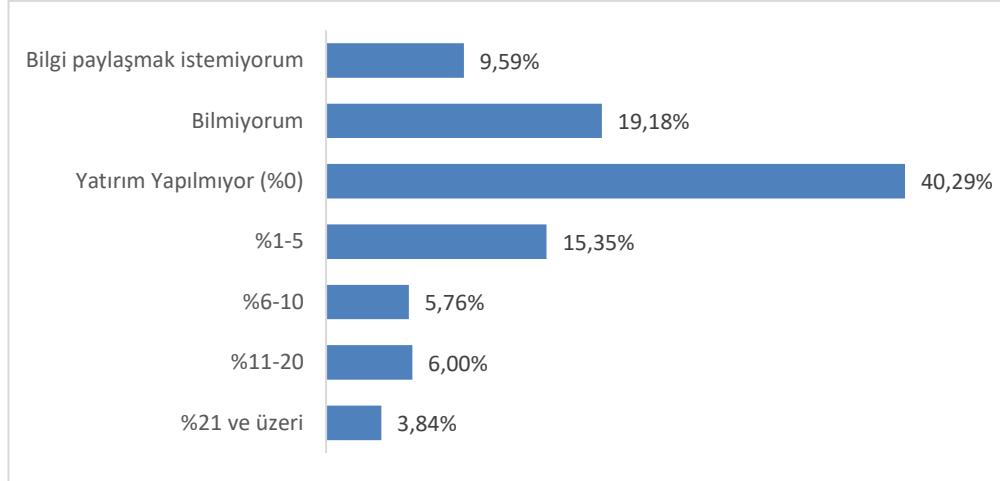
İşletmesinde yabancı dil bilindiğini belirten işletmelerde bilinen yabancı dillerin dağılımı Şekil 6.37'de verilmiştir.



Şekil 6.37. İşletmelerde bilinen yabancı dillerin dağılımı.

Şekil 6.37'ye göre, işletmelerin %66,17'si İngilizce, %15,04'ü Almanca, %5,26'sı Fransızca, %4,51'i Arapça ve %3,76'sı Rusça dillerini bilen Ar-Ge personeline sahiptir.

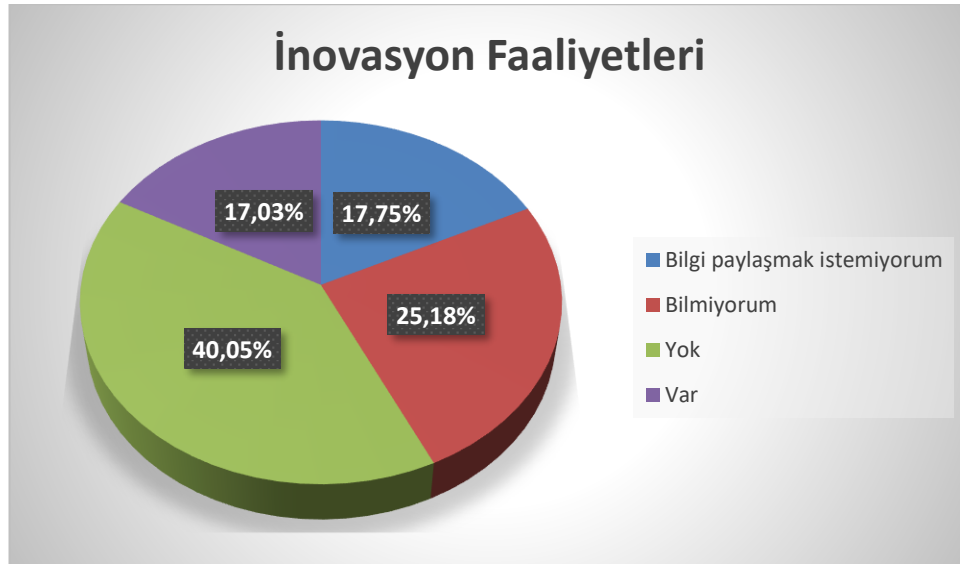
İşletmelerde Ar-Ge faaliyetleri için ayrılan bütçenin yıllık ciroya yaklaşık oranlarının dağılımı Şekil 6.38'de verilmiştir.



Şekil 6.38. Ar-Ge faaliyetleri için ayrılan bütçenin yıllık ciroya yaklaşık oranlarının dağılımı.

Şekil 6.38'e göre, Ar-Ge merkezine sahip işletmelerin %40,29'u Ar-Ge faaliyetleri için hiç bütçe ayırmazken, %3,84'ü yıllık cirosunun %21'in üstündeki bölümü Ar-Ge faaliyetleri için bütçe ayırmaktadır.

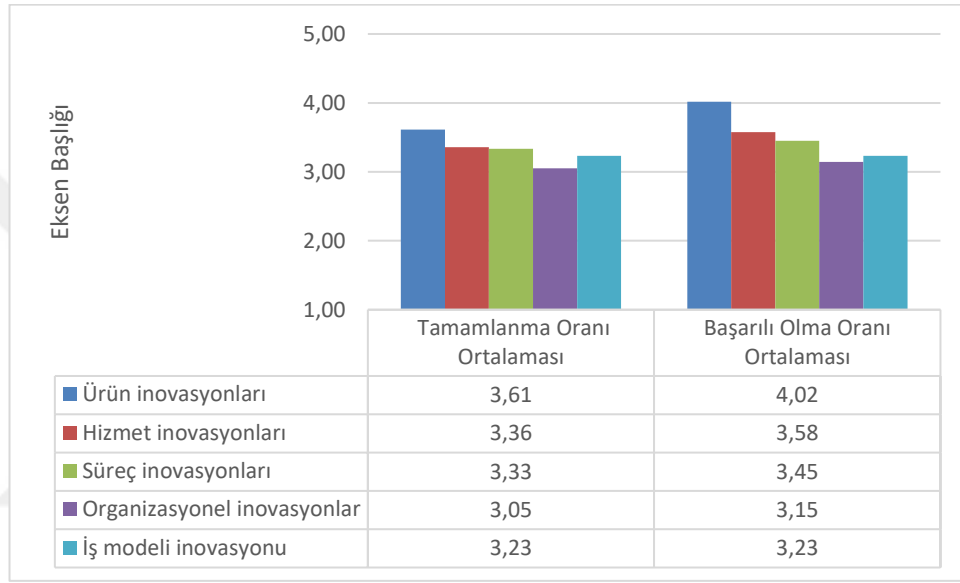
Şekil 6.39'da işletmelerin inovasyon faaliyetleri yürütme durumuna göre dağılımı verilmiştir.



Şekil 6.39. İşletmelerin inovasyon faaliyetleri.

Şekil 6.39'a göre, işletmelerin %17,03'ünde inovasyon faaliyetleri varken, %40,05'inde yoktur. Ayrıca işletmelerin %25,18'i konu hakkında bilgisi olmadığını ve %17,75'i ise bilgi paylaşmak istemediğini belirtmiştir.

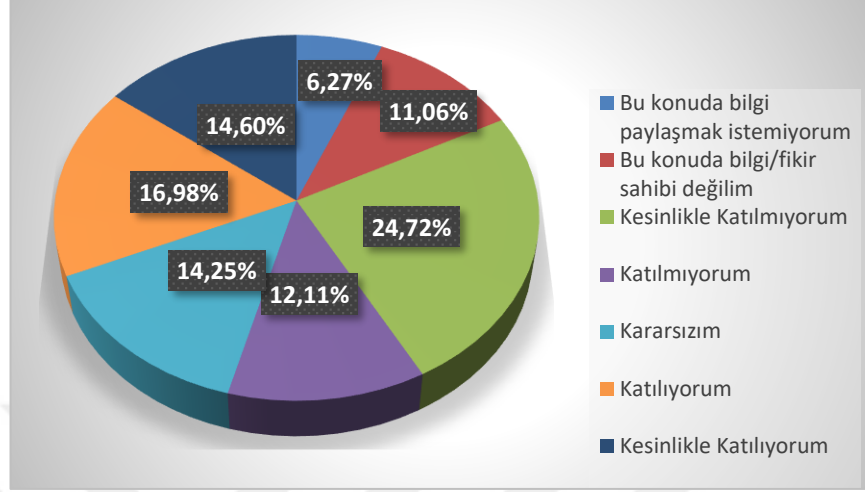
Şekil 6.40'ta inovasyon faaliyetleri yürüten işletmelerin inovasyon projelerine göre projelerin tamamlanma ve tamamlanan projelerde başarılı olma oranları ortalamaları verilmiştir.



Şekil 6.40. İnovasyon faaliyetlerinin tamamlanma ve başarılı olma düzeyleri dağılımı.

İnovasyon faaliyetlerinde bulunduğunu belirten işletmelerin (n=71), en çok %78,87'sinde ürün inovasyonları (n=56) projeleridir. Ayrıca işletmelerin %67,61'inde süreç inovasyonları (n=48), %63,38'inde hizmet inovasyonları (n=45), %60,56'sında iş modeli inovasyonları (n=43) ve %56,34'ünde organizasyonel inovasyonlar (n=40) yapılmaktadır. Yapılan inovasyon projelerinin %40 ila %59'u tamamlanabilmekte ve tamamlanan bu projelerin de %40 ila %59'u başarılı olabilmektedir. En çok ürün inovasyonu projeleri tamamlanarak başarıya ulaşmakta, en az ise organizasyonel inovasyon projeleri tamamlanarak başarılı olmaktadır.

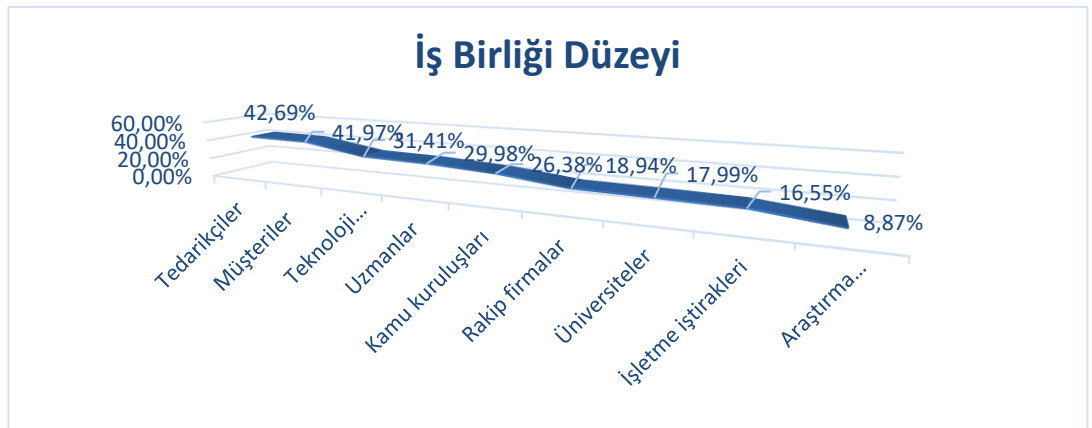
Şekil 6.41’de işletmelerin inovasyona bakış açısıyla ilgili verilen cevapların dağılımı yer almaktadır.



Şekil 6.41. İşletmelerin inovasyona bakış açısıyla ilgili verilen cevapların dağılımı.

Şekil 6.41’e göre işletmelerin %6,27’si konu hakkında “bilgi paylaşmak istemediğini”, %11,06’sı ise konu hakkında “bilgisi olmadığını” belirtmiştir. Bir başka ifade ile işletmelerin %17,33’ü verilen ifadelere yönelik fikir beyan etmezken, %36,83’ünün “katılmadığı” veya “kesinlikle katılmadığı”, %14,25’inin “kararsız” kaldığı ve %31,58’inin “katıldığı” veya “kesinlikle katıldığı” görülmüştür.

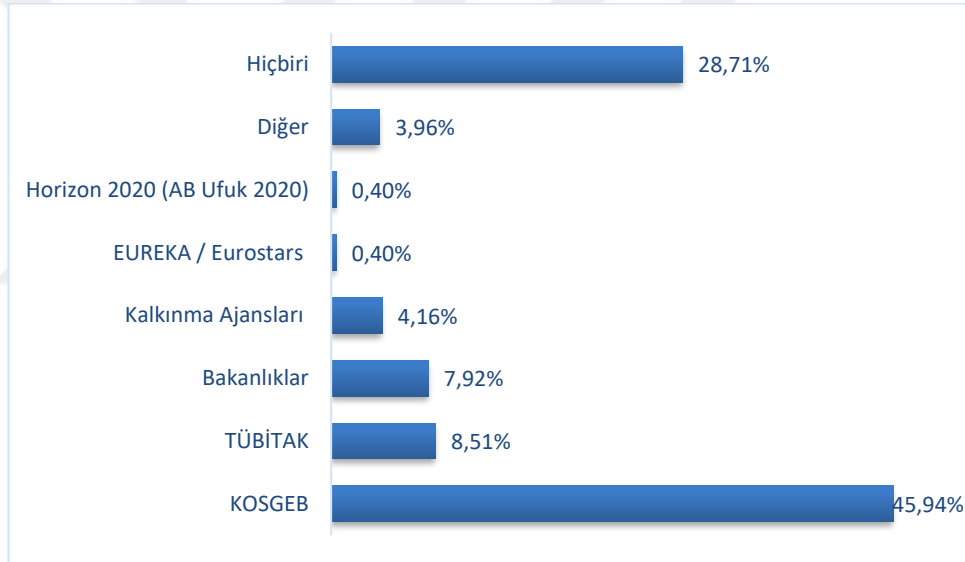
Şekil 6.42’de işletmelerin kurum/kuruluşlar ile iş birliği yapma düzeyleri değerlendirilmiştir.



Şekil 6.42. İşletmelerin kurum/kuruluşlar ile iş birliği yapma düzeyleri.

Şekil 6.42’de görüldüğü gibi işletmeler en çok tedarikçileriyle (%42,69), müşterileriyle (%41,97) ve teknoloji sağlayıcılar (%31,41) ile iş birliği yapmaktadır. En az iş birliği ise; üniversiteler (%17,99), işletme iştirakleri (%16,55) ve araştırma enstitüleri (%8,87) ile yapılmaktadır. Ayrıca iş birliği yapan işletmelerin; müşterilerle (4,09), araştırma enstitüleriyle (3,89), işletme iştirakleriyle (3,80), kamu kuruluşlarıyla (3,75), üniversitelerle (3,75), teknoloji sağlayıcılarıyla (3,74), tedarikçilerle (3,74), uzmanlarla (3,70) ve rakip firmalarla (3,48) oldukça sık iş birliği içerisinde olduğu görülmüştür.

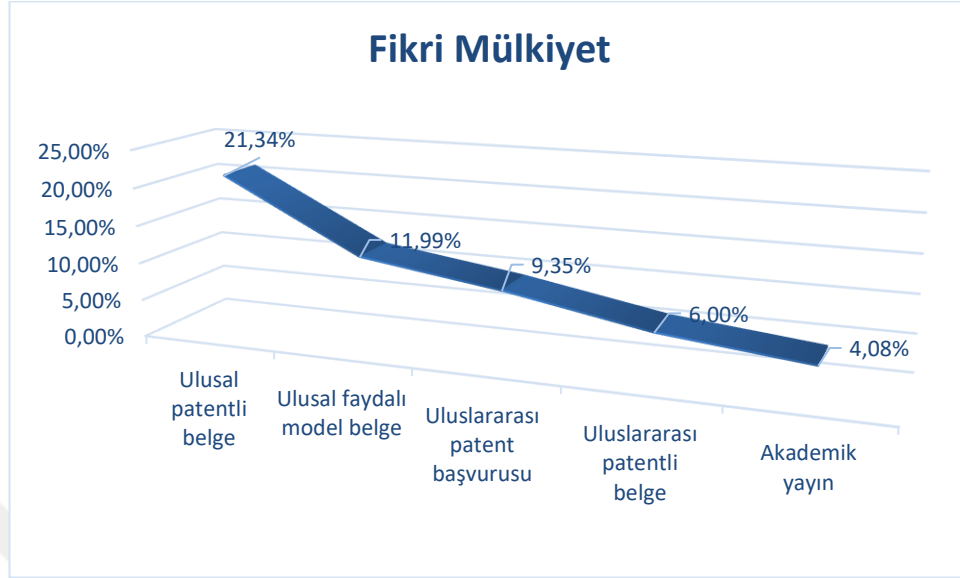
Şekil 6.43’te işletmelerin son beş yılda hibe ve destek programlarından yararlanma düzeyleri değerlendirilmiştir.



Şekil 6.43. Hibe ve destek kaynaklarından yararlanma düzeyi.

Şekil 6.43’e göre işletmelerin %28,71’i hiçbir destek almazken, en çok destek alınan kuruluşun KOSGEB olduğu tespit edilmiştir (%45,94).

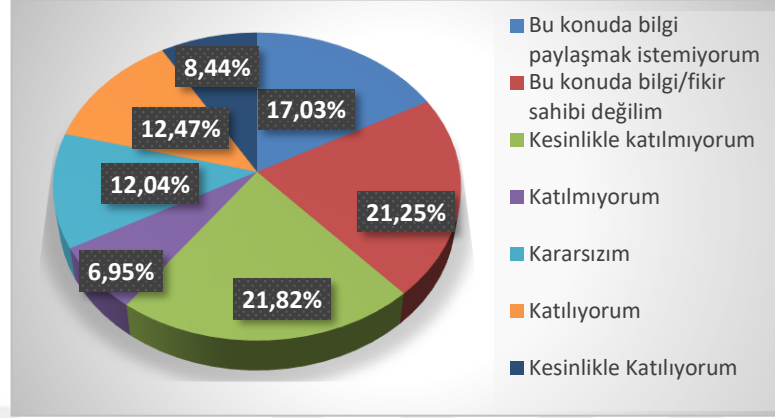
Şekil 6.44'te işletmelerin fikri mülkiyet hakları değerlendirilmiştir.



Şekil 6.44. İşletmelerin fikri mülkiyet düzeyleri.

Şekil 6.44'te görüldüğü gibi işletmelerde patent ve akademik yayınların yaygın olarak yapılmadığı görülmektedir. İşletmelerin %21,34'ü ulusal patentli belgeye, %11,99'u ulusal faydalı modele, %6,00'si uluslararası patentli belgeye, %4,08'i akademik yayına sahiptir. %9,35'inde ise uluslararası patent başvurusu yapılmıştır. Patente sahip olan ve başvuru yapan işletmelerde yapılan başvurular ve belge sayılarının rakiplerine kıyasla "yeterli" olduğu (4,02) düşünülmektedir.

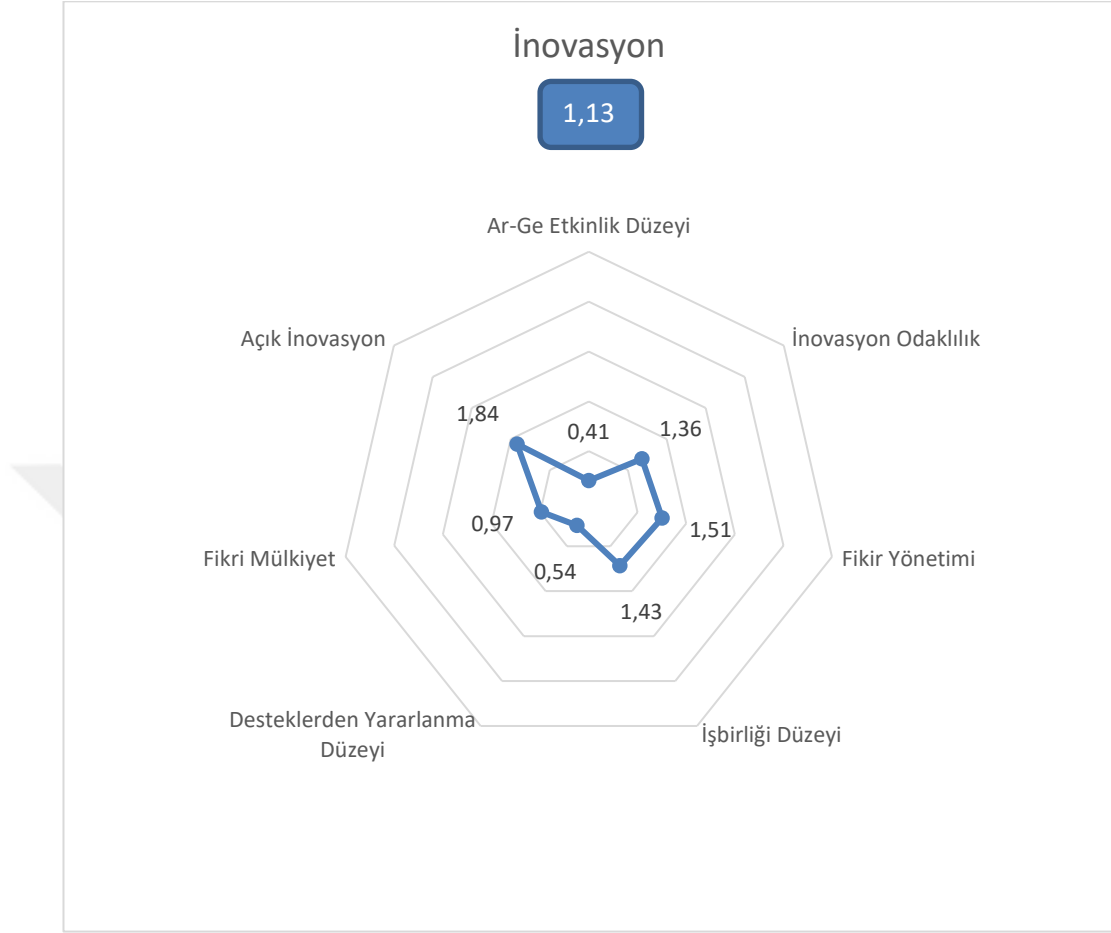
Şekil 6.45'te işletmelerin inovasyon odaklılığı ve açık inovasyona bakış açısıyla ilgili maddelere verilen cevapların dağılımı verilmiştir.



Şekil 6.45. İnovasyon odaklılığı ve açık inovasyona bakış açısıyla ilgili maddelere verilen cevapların yüzdesi.

Şekil 6.45'e göre işletmelerin %17,03'ü konu hakkında "bilgi paylaşmak istemediğini", %21,25'si ise konu hakkında "bilgisi olmadığını" belirtmiştir. Bir başka ifade ile işletmelerin %38,27'si verilen ifadelere yönelik fikir beyan etmezken, %28,77'sinin "katılmadığı" veya "kesinlikle katılmadığı", %12,04'ünün "kararsız" kaldığı ve %20,91'inin "katıldığı" veya "kesinlikle katıldığı" görülmüştür.

Şekil 6.46’da inovasyon boyutu ve kriterlerine ait radar grafiği verilmiştir.



Şekil 6.46.İnovasyon boyutunun radar grafiği.

Değerlendirme sonuçlarına göre; Türkiye’nin inovasyon boyutundaki sonuçları dijital olgunluğunun “*İzleyen işletme*” seviyesinde olduğunu göstermektedir (1,13). Ar-Ge etkinlik düzeyi (0,41), fikri mülkiyet (0,97) ve desteklerden yararlanma düzeyinin (0,54) “*Kayıtsız işletme*”, inovasyon odaklılık (1,36), fikir yönetimi (1,51) ve iş birliği düzeyinin (1,43) “*İzleyen işletme*”, açık inovasyon kriterinde ise “*Araştıran işletme*” seviyesinde (2,23) olduğu tespit edilmiştir.

İnovasyon boyutu sonuçları işletmelerde;

- Ar-Ge ve inovasyon faaliyetlerine yeterince önem verilmediğini, işletmelerin %22,50'sinde Ar-Ge merkezi bulunduğu ve %17,03'ünde inovasyon faaliyetlerinin gerçekleştirildiği,
- Çoğunlukla bir (%41,57) veya iki (%40,45) Ar-Ge merkezinin bulunduğu ve bu merkezlerin genelde fabrika veya genel merkezde kurulu olduğu,
- Kadın Ar-Ge personellerinin daha az istihdam edildiği (2,85), personelin lisansüstü eğitim yapma düzeyinin yükseltilmesi gerektiği (2,76),
- Ar-Ge merkezi olan işletmelerde personelin en az bir yabancı dil bildiği (%73,40) ve genellikle İngilizcenin bilindiği (%66,17),
- Ar-Ge'ye yatırım oranının düşük olduğu, işletmelerin %40,29'unun Ar-Ge'ye yatırım yapmadığı, %28,78'inin fikir beyan etmediği ve yatırım yapanların ise (%30,94) yalnızca %3,84'ünün yıllık cirosunun %21'inden fazlasını Ar-Ge yatırımları için harcadığı,
- İnovasyon faaliyetleri bulunan işletmelerde en çok ürün inovasyonu projelerinin yapıldığı (%78,87) ve yapılan projelerin %40 ile %59'unun başarılı olduğu,
- İşletmelerin inovasyon odaklı olmayı henüz başaramadığı (1,36), öneri sistemlerine yeterince önem verilmediği (2,86) başarısızlıkların analiz edilerek değere dönüştürülemediği (2,76),
- İşletmelerin iş birliği yapma konusunda istekli olduğu, %60,67'sinin iş birliği yaptığı, ancak yapılan iş birliklerinden yeterince etkili sonuç alınamadığı (1,43),
- İşletmelerin hibe ve destek kaynaklarından neredeyse hiç faydalanmadığı (0,54) ve fikri mülkiyet için başvuruların ve belgelerin çok yetersiz olduğu (0,97) ve,
- Kurum dışı (2,75) ve kurum içi (2,51) paylaşımın arttırılması gerektiği tespit edilmiştir.

Değerlendirme sonrası katılımcılara yöneltilen maddelerden çıkarılan sonuçlara göre ise; işletmelerin %60'ı pandemi sırasında iş süreçlerini durdurmak zorunda kalırken, %40'ı durdurmamıştır. Ayrıca işletmelerin %63,1'i uzaktan çalışma düzenini kalıcı hale getirmeye “hayır” cevabını verirken, %6,2'si kalıcı hale getirmeye “evet” cevabını vermekte, %11,0'i “kısmi zamanlı olarak, %8,9'u “bazı iş kollarında”

uzaktan çalışma düzenine geçmeyi düşünmektedir. %5,0'i fikir belirtmezken, %5,8'i konu hakkındaki fikrini paylaşmak istememiştir.

6.3. İŞLETMELERİN DİJİTAL OLGUNLUĞUNA YÖNELİK KARŞILAŞTIRMA ANALİZLERİ

İşletmelerdeki faaliyetlerin dijital olgunluğuna etkisine yönelik tartışma ve SEMM sonuçlarına dayanarak, işletmelerin sosyo, ekonomik ve demografik bilgileri arasındaki karşılaştırmalar, istatistiksel hipotez testleriyle verilmiştir.

H₁: İşletmelerin dijital olgunluğu, işletme büyüklüğüne göre farklılık göstermektedir.

Şekil 6.47’de SEMM modeli boyutlarının işletmelerin büyüklüğüne göre değerlendirilmesi yer almaktadır.

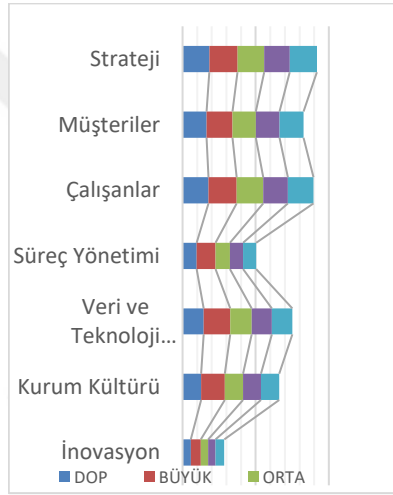
Şekil 6.47’ye göre Türkiye’nin genel dijital olgunluk puanının “2,43” olduğu tespit edilmiştir. Büyük ölçekli işletmelerin “2,91”, orta ölçekli işletmelerin “2,45”, küçük ölçekli işletmelerin “2,33” ve mikro ölçekli işletmelerin ise “2,36” seviyesinde olduğu tespit edilmiştir. Bu sonuçlar büyük ölçekli işletmelerin “**Planlayan İşletme**”, KOBİ’lerin ise “**Araştıran İşletme**” seviyesinde olduğunu göstermektedir.

Şekil 6.47’de işletmelerin dijital olgunluğunun işletme büyüklüğüne göre ortalama ve standart sapması verilmiş ve veriler normal dağılmadığından karşılaştırma testleri parametrik olmayan tekniklerden Kruskal Wallis (KW) ve Mann Whitney U (MW) testleri ile araştırılmıştır [283,290]. İşletmelerin dijital olgunluğu açısından işletme büyüklükleri arasında anlamlı bir farklılık olduğu tespit edilmiştir (p=0,000).

İşletme büyüklüğüne göre tüm boyutların yakın dijital olgunluğa sahip olduğu, ancak büyük ölçekli işletmelerin özellikle “kurum kültürü”, “veri ve teknoloji yönetimi” ve “süreç yönetimi” boyutlarında biraz daha yüksek puanlara sahip olduğu görülmüştür. Mikro işletmelerin de dijital olgunluğunun küçük ölçekli işletmelere göre daha yüksek olduğu görülmektedir.

BOYUT	DOP	BÜYÜK	ORTA	KÜÇÜK	MİKRO
Strateji	3,66	3,85	3,65	3,49	3,71
Müşteriler	3,29	3,55	3,20	3,23	3,28
Çalışanlar	3,55	3,83	3,67	3,34	3,53
Süreç Yönetimi	1,92	2,61	1,94	1,81	1,79
Veri ve Teknoloji Yönetimi	2,91	3,60	2,94	2,78	2,77
Kurum Kültürü	2,56	3,21	2,51	2,46	2,47
İnovasyon	1,13	1,37	1,01	1,00	1,20
Dijital Olgunluk Puanı (DOP)	2,43	2,91	2,45	2,33	2,36

(a)



(b)

	İşletme Büyüklüğü			
	Büyük	Orta	Küçük	Mikro
N	50	75	105	187
%	11,99	17,99	25,18	44,84
Ort.	2,91	2,45	2,33	2,36
SS	0,64	0,52	0,69	0,70
KW	29,903			
p	0,000*			
* p<0,05 ise farklılık vardır.				

Şekil 6.47. İşletme büyüklüklerine göre model boyutlarının dijital olgunluğunun karşılaştırılması.

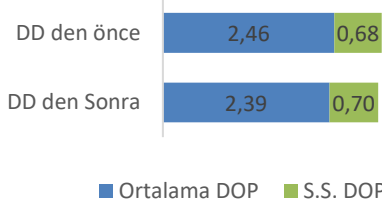
H₂: İşletmelerin dijital olgunluğu, sosyo-demografik özelliklerine göre farklılık göstermektedir.

Ek A'da verilen Çizelge Ek A.1'e göre işletmelerin dijital olgunlukları; işletmelerin sektörüne (p=0,003), niteliğine (p=0,000), çalışan sayısına (p=0,000), büyüklüğüne (p=0,000), üretim fabrikası sayısına (p=0,000), üretim yerlerinin bulunduğu coğrafi bölge sayısına (p=0,000), yıllık cirosuna (p=0,000), ihracat yapma durumuna (p=0,000), ürün çeşitliliği ve hacmine (p=0,000), sürdürülebilir bir birime sahip olma durumuna (p=0,000) ve yeşil tedarik zinciri yönetimi uygulama durumuna (p=0,000) bağlı olarak farklılık göstermektedir.

H₃: İşletmelerin dijital olgunluğu, işletmelerin Türkiye’de dijital dönüşüm çalışmalarından önce ya da sonra kurulmasına göre farklılık göstermektedir.

Çalışmaya katılan işletmelerin faaliyet yılları, Türkiye’de dijital dönüşüm çalışmalarının başlamadan önce (DD’den önce) ve dijital dönüşüm çalışmalarının başladıktan sonra (DD’den sonra) olmak üzere iki temel gruba ayrılmış ve aralarındaki farklılık incelenmiştir. Çizelge 6.2’de işletmenin dijital olgunluğunun, Türkiye’nin dijital dönüşüm faaliyetlerine başladıktan sonra kurulma durumuna göre anlamlı bir farklılık gösterip göstermediği araştırılmıştır.

Çizelge 6.2. İşletmelerin dijital olgunluğunun Türkiye’de dijital dönüşümden önce (DD’den önce) ve sonra (DD’den sonra) faaliyete başlama durumuna göre karşılaştırılması.

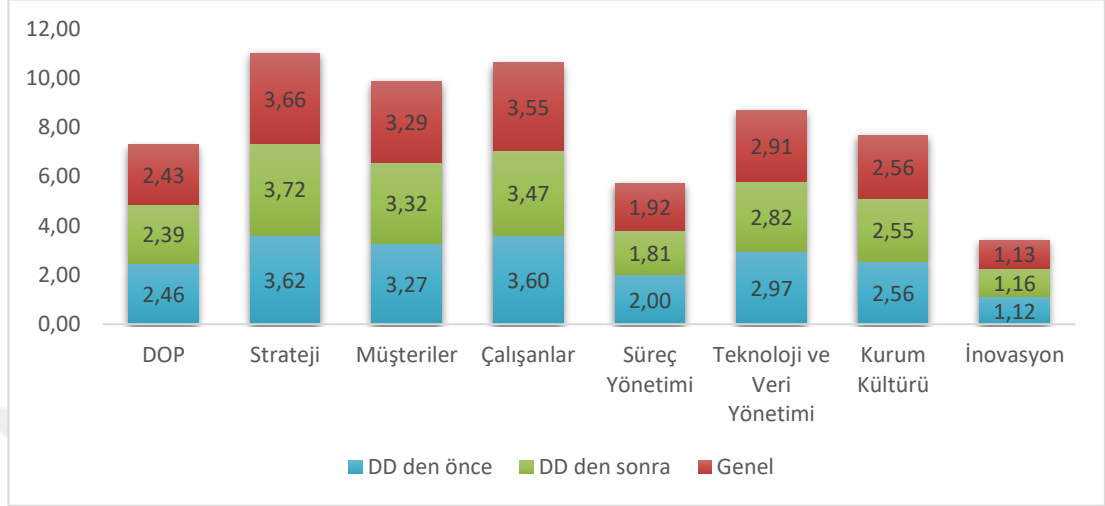
İşletme Kuruluş Yılı	Ort.±SS	
DD'den önce	2,46±0,68	
DD'den sonra	2,39±0,70	
Mann-Whitney U Sonuçları		
MWU	19704,000	
p	0,386	

*p<0,05

Çizelge 6.2 sonuçları, dijital dönüşümden önce faaliyete başlayan işletmelerin dijital olgunluğuyla, dijital dönüşümden sonra faaliyete başlayan işletmelerin dijital olgunluğu arasında anlamlı bir farklılık olmadığını göstermektedir (p=0,386).

İşletmelerin 177’si (%42,45) DD’den sonra faaliyete geçen işletmelerdir. Ölçekler bazında araştırıldığında ise büyük ölçekli işletmelerin 2’sinin (%4), orta ölçekli işletmelerin 12’sinin (%16), küçük ölçekli işletmelerin 37’sinin (%35,24) ve mikro ölçekli işletmelerin 126’sının (%67,38) DD’den sonra faaliyete geçtiği bulunmuştur. Şekil 6.48’de görüldüğü üzere, işletmelerin genel dijital olgunluk puanının dijital dönüşümden önce daha yüksek olduğu görülmüştür.

Türkiye’de dijital dönüşüm çalışmalarının başlama durumuna göre faaliyet yıllarının boyutlar bazında değerlendirilmesi Şekil 6.48’de verilmiştir.



Şekil 6.48. Türkiye’de dijital dönüşüm çalışmalarının başlama durumuna göre faaliyet yıllarının boyutlar bazında değerlendirilmesi.

Şekil 6.48’e göre, strateji, müşteriler ve inovasyon boyutlarının daha yüksek puana sahip olduğu tespit edilmiştir.

H4: İşletmelerin dijital olgunluğu, faaliyet gösterdiği sektördeki pazar payına göre farklılık göstermektedir.

Çizelge 6.3’te işletmelerin dijital olgunluğu, faaliyet gösterdiği sektörlerdeki pazar payı oranlarına göre anlamlı bir farklılık gösterme durumu araştırılmıştır.

Çizelge 6.3. İşletmelerin dijital olgunluğunun faaliyet gösterdiği sektördeki pazar payına göre karşılaştırılması.

Pazar Payı	Ort.±SS	
%80 ve üstü	2,93±0,74	%80 ve üstü 2,93 0,74
%50-79	2,62±0,63	%50-79 2,62 0,63
%30-49	2,70±0,69	%30-49 2,7 0,69
%11-29	2,42±0,56	%11-29 2,42 0,56
%10 ve altı	2,22±0,61	%10 ve altı 2,22 0,61
Bilmiyorum	2,21±0,63	Bilmiyorum 2,21 0,63
Bilgi paylaşmak istemiyorum	2,61±0,79	Bilgi paylaşmak istemiyorum 2,61 0,79
Kruskal Wallis-H Sonuçları		
Chi-Square	32,293	
p	0,000*	

*p<0,05

Çizelge 6.3 sonuçları, pazar payı yüksek olan işletmelerin dijital olgunluğuyla, düşük olan işletmelerin dijital olgunluğu arasında anlamlı bir farklılık olduğunu göstermektedir (p=0,000). İşletmenin faaliyet gösterdiği sektördeki pazar payı azaldıkça dijital olgunluğu da azalmaktadır.

H₅: İşletmelerin dijital olgunluğu, işletmelerin web sitesine sahip olması veya sosyal medya faaliyetlerinde bulunmasına göre farklılık göstermektedir.

Çizelge 6.4'te e-ticaret, web sitesi veya sosyal medya faaliyetlerinde bulunan ile bulunmayan işletmelerin dijital olgunluğu arasında anlamlı bir farklılık olup olmadığı araştırılmıştır.

Çizelge 6.4. İşletmelerin dijital olgunluğunun faaliyet gösterdiği müşteri faaliyetlerine göre karşılaştırılması.

Değişken	Alt Grup Değişkeni	N	Ort.±SS	MW	p
E-ticaret faaliyetleri	Evet	245	2,69±0,68	13288,000	0,000*
	Hayır	172	2,25±0,63		
	Toplam	417			
Web Sitesi	Evet	297	2,56±0,68	10977,000	0,000*
	Hayır	120	2,12±0,59		
	Toplam	417			
Sosyal medya	Evet	139	2,57±0,69	12780,000	0,000*
	Hayır	278	2,16±0,59		
	Toplam	417			

*p<0,05

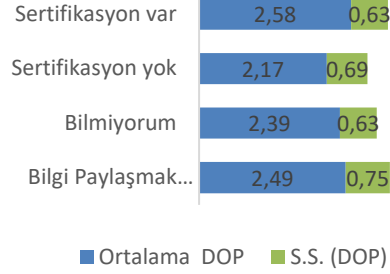
Çizelge 6.4 sonuçları, e-ticaret, web sitesi veya sosyal medya faaliyetlerinden herhangi birini yürüten işletmelerin dijital olgunluğuyla, yürütmeyen işletmelerin dijital olgunluğu arasında anlamlı bir farklılık olduğunu göstermektedir (p=0,000). Sosyal medya hesabı olan işletmelerin dijital olgunluğunun (2,57), bulunmayan işletmelere (2,16); web sitesine sahip olan işletmelerin dijital olgunluğunun (2,56), bulunmayan işletmelere (2,12); e-ticaret faaliyetlerinde bulunan işletmelerin dijital olgunluğunun (2,69), bulunmayan işletmelere (2,25) göre daha yüksek olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

H₆: İşletmelerin dijital olgunluğu, kalite sertifikasyonuna sahip olma durumuna göre farklılık göstermektedir.

Çizelge 6.5'te işletmelerin dijital olgunluğunun sertifikasyona sahip olma durumuna göre anlamlı bir farklılık olup olmadığı araştırılmıştır.

Çizelge 6.5.İşletmelerin dijital olgunluğunun sertifikasyona sahip olma durumuna göre karşılaştırılması.

Belge / Sertifika	Ort.±SS	
Var	2,58±0,63	Sertifikasyon var
Yok	2,17±0,69	Sertifikasyon yok
Bilmiyorum	2,39±0,63	Bilmiyorum
Bilgi paylaşmak istemiyorum	2,49±0,75	Bilgi Paylaşmak...
Mann-Whitney U Sonuçları		
MWU	7625,000	
p	0,000*	



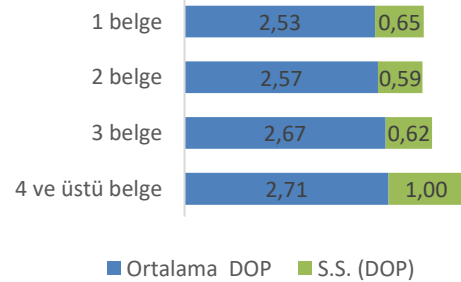
*p<0,05

Çizelge 6.5 sonuçları, kalite sertifikasyonuna sahip olan işletmelerin dijital olgunluğuyla, olmayan işletmelerin dijital olgunluğu arasında anlamlı bir farklılık olduğunu göstermektedir (p=0,00). Kalite süreçlerinin takibi ve yönetilmesi için sertifikasyona bulunan işletmelerin dijital olgunluğu (2,58), bulunmayan işletmelerin dijital olgunluğuna göre (2,17) daha yüksektir.

Çizelge 6.6’da işletmelerin dijital olgunluğu açısından sahip olunan sertifika/belge sayısı arasında anlamlı bir farklılık gösterme durumu araştırılmıştır.

Çizelge 6.6. İşletmelerin dijital olgunluğunun sahip olduğu sertifikasyon sayısına göre karşılaştırılması.

Sertifika/Belge Sayısı	Ort.±SS	
1 belge	2,53±0,65	1 belge
2 belge	2,57±0,59	2 belge
3 belge	2,67±0,62	3 belge
4 ve üstü belge	2,71±1,00	4 ve üstü belge
Kruskal Wallis-H Sonuçları		
Chi-Square	19,527	
p	0,001*	



*p<0,05

Çizelge 6.6.’ya göre, işletmelerin dijital olgunluğu açısından sahip olunan sertifika/belge sayısı arasında anlamlı bir farklılık vardır (p=0,001). Dört ve üstü

belgeye sahip işletmeler en yüksek dijital olgunluğa sahipken (2,71), tek bir belgeye sahip olan işletmeler en düşük dijital olgunluğa sahip (2,53) olduğu tespit edilmiştir.

Çizelge 6.7’de sertifikasyon çeşitlerinin dijital olgunluk puanı ortalaması, standart sapması ve dağılımı verilmiştir.

Çizelge 6.7. İşletmelerin sahip olduğu sertifikasyon çeşitlerinin dijital olgunluk puanı ortalaması, standart sapması ve dağılımı.

Sertifika Çeşidi	Ort.±SS	
TSE Belgesi	2,53±0,76	TSE Belgesi 2,60 0,66
CE Belgesi	2,79±0,82	CE Belgesi 2,72 0,61
ISO Sertifikasyonu	2,70±0,69	ISO Sertifikasyonu 2,58 0,61
Diğer	2,47±0,46	Hiçbiri 2,17 0,69
Sertifikasyon yok	2,17±0,70	Diğer 2,23 0,46
Bilmiyorum	2,39±0,63	Bilmiyorum 2,39 0,63
Bilgi paylaşmak istemiyorum	2,59±0,76	Bilgi Paylaşmak... 2,49 0,76

■ Ortalama DOP ■ S.S. (DOP)

Çizelge 6.7’ye göre, “CE belgesine” sahip işletmeler en yüksek dijital olgunluğa sahipken (2,79), sertifikasyona sahip olmayan işletmeler en düşük dijital olgunluğa sahiptir (2,17).

H₇: İşletmelerin dijital olgunluğu, işletmelerin sahip olduğu ISO sertifikasyonuna göre farklılık göstermektedir.

Çizelge 6.8.’de işletmelerin dijital olgunluğu açısından ISO sertifikasyonu çeşitleri arasında anlamlı bir farklılık olup olmadığı araştırılmıştır.

Çizelge 6.8.İşletmelerin dijital olgunluğunun sahip olduğu ISO sertifikasyonuna göre karşılaştırılması.

Sertifikasyon Çeşidi	Ort.±SS	
ISO 9001 Kalite Yönetim Sistemi	2,74±0,35	ISO 9001 2,74 0,35
ISO 27001 Bilgi Güvenliği Yönetim Sistemi	3,03±0,07	ISO 27001 3,03 0,07
ISO 14001 Çevresel Yönetim Sistemleri	2,66±0,41	ISO 14001 2,66 0,41
ISO 45001 İş Sağlığı ve Güvenliği Yönetim Sistemi	2,98±0,15	ISO 45001 2,98 0,15
ISO 10002 Müşteri Memnuniyeti Yönetim Sistemi	2,57±0,35	ISO 10002 2,57 0,35
ISO 31000 Kurumsal Risk Yönetim Sistemi	-	ISO 31000 0
ISO 20000 Bilgi Teknolojileri Hizmet Yönetim Sistemi	-	ISO 20000 0
ISO 50001 Enerji Yönetim Sistemi	-	ISO 50001 0
ISO 28000 Tedarik Zinciri Güvenlik Sistemi	-	ISO 28000 0
ISO 16363 Alan Verileri ve Bilgi Aktarım Sistemleri	-	ISO 16363 0
Diğer	-	Diğer 0
Kruskal Wallis-H Sonuçları		
Chi-Square	25,343	
p	0,000*	

*p<0,05

Çizelge 6.8'e göre, işletmelerin dijital olgunluğu açısından sahip olduğu ISO sertifikasyonu çeşitleri arasında anlamlı bir farklılık vardır (p=0,000). "ISO 27001 Bilgi Güvenliği Yönetim Sistemi" sertifikasyonuna sahip işletmeler en yüksek dijital olgunluğa sahipken (3,03), "ISO 10002 Müşteri Memnuniyeti Yönetim Sistemi" sertifikasyonuna sahip işletmeler en düşük dijital olgunluğa sahiptir (2,57). Beş sertifikasyona sahip olduğunu belirten işletme bulunmadığından bu sertifikasyonlar hakkında analiz yapılamamıştır.

H₈: İşletmelerin dijital olgunluğu, işletmelerdeki sürdürülebilirlik faaliyetlerine göre farklılık göstermektedir.

Çizelge 6.9’da işletmelerin dijital olgunluğunun çevresel sürdürülebilirlik faaliyetleri yürütme durumuna göre anlamlı bir farklılık olup olmadığı araştırılmıştır.

Çizelge 6.9. İşletmelerin dijital olgunluğunun çevresel sürdürülebilirlik faaliyetleri yürütme durumuna göre karşılaştırılması.

Çevresel Sürdürülebilirlik Faaliyetleri	Ort.±SS	
Var	2,63±0,64	
Yok	2,13±0,64	
Bilmiyorum	2,32±0,64	
Bilgi paylaşmak istemiyorum	2,38±0,81	
Mann-Whitney U Sonuçları		
MWU	4255,000	
p	0,000*	

*p<0,05

Çizelge 6.9 sonuçları, çevresel/sürdürülebilirlik faaliyetleri yürüten işletmelerin dijital olgunluğuyla yürütmeyen işletmelerin dijital olgunluğu arasında anlamlı bir farklılık olduğunu göstermektedir (p=0,000). Faaliyetleri bulunan işletmelerin dijital olgunluğu (2,63), bulunmayan işletmelerin dijital olgunluğundan (2,13) daha yüksektir.

Çizelge 6.10’da çevresel sürdürülebilirlik faaliyet türlerinin işletmelerin dijital olgunluk puanı ortalaması, standart sapması ve dağılımı verilmiştir.

Çizelge 6.10. İşletmelerin çevresel sürdürülebilirlik faaliyetleri çeşitlerinin dijital olgunluk puanı ortalaması, standart sapması ve dağılımı.

Çevresel Sürdürülebilirlik Faaliyetleri	Ort.±SS	
Yenilenebilir enerji	2,78±0,63	Yenilenebilir enerji 2,78 0,63
Kentsel ve endüstriyel atıklara yönelik arıtma tesisleri	2,84±0,58	Kentsel ve... 2,84 0,58
Atık değerlendirme tesisi verimliliği	2,76±0,66	Atık değerlendirme... 2,76 0,66
Karbon ayak izi / CO ₂ emülsiyonu ölçümü	2,96±0,51	Karbon ayak izi /... 2,96 0,51
Su ayak izi ölçümü	2,89±0,59	Su ayak izi ölçümü 2,89 0,59
Tüketilen enerji miktarı ölçümü	2,68±0,58	Tüketilen enerji... 2,68 0,58
Üretilen enerji miktarı ölçümü	2,83±0,63	Üretilen enerji... 2,83 0,63
Araç filosundaki CO ₂ emisyonu ölçümü	2,66±0,71	Araç filosundaki... 2,66 0,71
Elektrikli araç kullanımı	2,72±0,55	Elektrikli araç... 2,72 0,55
Ürün satışında müşteriden eski ürünlerin alınması ve değerlendirilmesi	2,45±0,63	Ürün satışında... 2,45 0,63
Çevreye yönelik projeler	2,78±0,60	Çevreye yönelik... 2,78 0,60
Bütünleşmiş enerji yönetim sistemi (Bağlanılabilirlik ve birlikte çalışabilirlik- IoT)	2,71±0,48	Entegre enerji... 2,71 0,48
Çevresel faaliyetler yürütülüyor.	2,14±0,62	Çevresel faaliyetler... 2,14 0,62
Diğer	2,41±0,72	Diğer 2,41 0,72
Bu konuda bilgi sahibi değilim	2,32±0,64	Bilmiyorum 2,32 0,64
Bu konuda bilgi paylaşmak istemiyorum.	2,66±0,72	Bilgi paylaşmak... 2,38 0,81

■ Ortalama DOP ■ S.S. DOP

Çizelge 6.10'a göre, karbon ayak izi / karbondioksit emülsiyonu ölçümü yapan işletmeler en yüksek dijital olgunluğa sahipken (2,96), çevresel faaliyetleri bulunmayan işletmeler en düşük dijital olgunluğa sahiptir (2,14).

H₉: İşletmelerin dijital olgunluğu, kullanılan yenilenebilir enerji türüne göre farklılık göstermektedir.

Çizelge 6.11'de işletmelerin dijital olgunluğu açısından, yenilenebilir enerji kullandığını belirten işletmelerin "kullandıkları yenilenebilir enerji türleri" arasında anlamlı bir farklılık gösterme durumu araştırılmıştır.

Çizelge 6.11. İşletmelerin dijital olgunluğunun kullanılan yenilenebilir enerji türüne göre karşılaştırılması.

Yenilenebilir Enerji	Ort.±SS	
Güneş enerjisi	2,85±0,64	
Rüzgâr enerjisi	3,12±0,55	
Hidrolik (hidroelektrik) enerjisi	2,93±0,59	
Jeotermal enerji	2,92±0,58	
Biyokütle enerjisi	3,38±1,06	
Hidrojen enerjisi	2,80±1,11	
Dalga enerjisi	-	
Diğer	3,02±0,94	
Bilmiyorum	2,74±0,66	
Bilgi paylaşmak istemiyorum	2,94±0,41	
Kruskal Wallis-H Sonuçları		
Chi-Square	35,678	
p	0,001*	

Yenilenebilir Enerji	Ortalama DOP	S.S. DOP
Bilgi paylaşmak istemiyorum	2,94	0,41
Bilmiyorum	2,74	0,66
Diğer	3,02	0,94
Dalga enerjisi	0,00	
Hidrojen enerjisi	2,80	1,11
Biyokütle enerjisi	3,38	1,06
Jeotermal enerji	2,92	0,58
Hidrolik (hidroelektrik) enerjisi	2,93	0,59
Rüzgâr enerjisi	3,12	0,55
Güneş enerjisi	2,85	0,64

*p<0,05

Çizelge 6.11.'e göre, işletmelerin dijital olgunluğu açısından kullanılan yenilenebilir enerji türleri arasında anlamlı bir farklılık vardır (p=0,001). Biyokütle enerjisinden faydalanan işletmeler en yüksek dijital olgunluğa sahipken (3,38), bilgisi olmadığını belirten işletmeler en düşük dijital olgunluğa sahiptir (2,74).

Çizelge 6.12.'de işletmelerin dijital olgunluğu açısından faydalanan yenilenebilir enerji türü sayısı arasında anlamlı bir farklılık gösterip göstermediği araştırılmıştır.

Çizelge 6.12. İşletmelerin dijital olgunluğunun, faydalanan yenilenebilir enerji türü sayısına göre karşılaştırılması.

Kullanılan Enerji Türü Sayısı	Ort.±SS	
1	2,67±0,60	
2	3,15±0,50	
3	3,30±0,86	
4 ve üstü	-	
Kruskal Wallis-H Sonuçları		
Chi-Square	15,265	
p	0,002*	

Kullanılan Enerji Türü Sayısı	Ortalama DOP	S.S. (DOP)
1	2,67	0,6
2	3,15	0,5
3	3,30	0,86
4 ve üstü	0	

Çizelge 6.12'ye göre, işletmelerin dijital olgunluğu açısından faydalanılan yenilenebilir enerji türü sayısı arasında anlamlı bir farklılık vardır ($p=0,001$). Kullanılan enerji türü sayısı üç olan işletmelerin en yüksek dijital olgunluğa sahip olduğu (3,30) ve tek enerji türünü kullanan işletmelerin ise en düşük dijital olgunluğa sahip olduğu görülmüştür (2,67).

H₁₀: İşletmelerin dijital olgunluğu, geri kazanım faaliyetinde bulunma durumuna göre farklılık göstermektedir.

İşletmelerin dijital olgunluğunun “geri kazanım faaliyetlerinde bulunma durumuna” göre anlamlı bir farklılık olup olmadığı Çizelge 6.13'te araştırılmıştır.

Çizelge 6.13. İşletmelerin dijital olgunluğunun geri kazanım faaliyetlerinde bulunma durumuna göre karşılaştırılması.

Geri Kazanım	Ort.±SS	
Var	2,55±0,67	Var 2,55 0,79
Yok	2,33±0,63	Yok 2,33 0,63
Bilmiyorum	2,43±0,70	Bilmiyorum 2,43 0,7
Bilgi paylaşmak istemiyorum	2,51±0,80	Bilgi paylaşmak istemiyorum 2,51 0,8
Mann-Whitney U Sonuçları		
MWU	10183,000	
p	0,005*	

* $p<0,05$

Çizelge 6.13 sonuçları, geri kazanım faaliyetleri olan işletmelerin dijital olgunluğuyla, olmayan işletmelerin dijital olgunluğu arasında anlamlı bir farklılık olduğunu göstermektedir ($p=0,005$). Ürünlerin geri kazanımına yönelik faaliyetleri bulunan işletmelerin dijital olgunluğu (2,55), bulunmayan işletmelerin dijital olgunluğundan (2,33) daha yüksek olduğu tespit edilmiştir.

İşletmelerdeki geri kazanım faaliyet türlerinin dijital olgunluk puanı ortalaması, standart sapması ve dağılımı Çizelge 6.14'te verilmiştir.

Çizelge 6.14. İşletmelerin geri kazanım faaliyet türlerinin dijital olgunluk puanı ortalaması, standart sapması ve dağılımı.

Geri Kazanım Faaliyetleri	Ort.±SS	
Yeniden Kullanım	2,52±0,69	Bertaraf Etme 2,61 0,68
Ürün Yenileştirme	2,49±0,65	Geri Dönüşüm 2,57 0,68
Yeniden Üretim	2,53±0,65	Yeniden Üretim 2,53 0,65
Geri Dönüşüm	2,57±0,68	Ürün... 2,49 0,65
Bertaraf Etme	2,61±0,68	Yeniden... 2,52 0,69

■ Ortalama DOP ■ S.S. DOP

Çizelge 6.14'e göre, geri kazanım faaliyetlerinin tümünün dijital olgunluk açısından birbirine yakın düzeyde olduğu tespit edilmiştir.

Çizelge 6.15'te işletmelerin dijital olgunluğu açısından, işletmelerde yapılan geri kazanım faaliyetleri sayısı arasında anlamlı bir farklılık gösterip göstermediği araştırılmıştır.

Çizelge 6.15. İşletmelerin dijital olgunluğunun işletmelerde yapılan geri kazanım faaliyetleri sayısına göre karşılaştırılması.

Geri Kazanım Faaliyeti Sayısı	Ort.±SS	
1	2,50±0,69	1 2,50 0,69
2	2,36±0,68	2 2,36 0,68
3	2,38±0,68	3 2,38 0,68
4	2,40±0,64	4 2,40 0,64
5	2,70±0,76	5 2,70 0,76
Kruskal Wallis-H Sonuçları		
Chi-Square	5,500	
p	0,240	

■ Ortalama DOP ■ S.S. (DOP)

*p<0,05

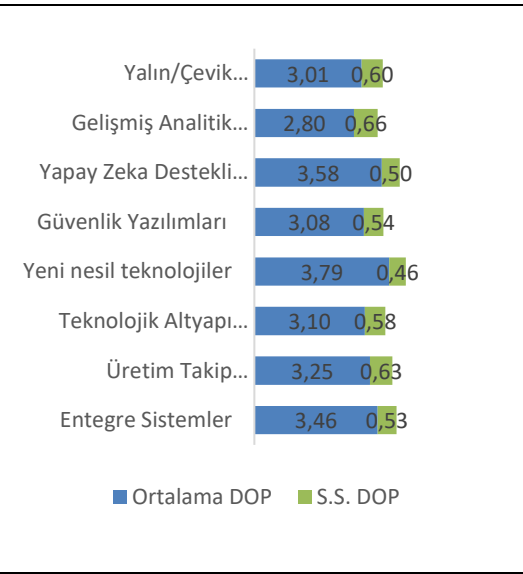
Çizelge 6.15'e göre, işletmelerin dijital olgunluğu açısından, işletmedeki geri kazanım faaliyetleri sayısı arasında anlamlı bir farklılık yoktur (p=0,240). Ancak geri kazanım faaliyet sayısı beş olan işletmelerin dijital olgunluğu daha yüksektir (2,70).

H₁₁: İşletmelerin dijital olgunluğu, kullanılan teknolojilere göre farklılık göstermektedir.

İşletmelerin dijital olgunluğu “kullanılan teknolojiler” açısından Çizelge 6.16’da araştırılmıştır.

Çizelge 6.16. İşletmelerin dijital olgunluğu açısından kullanılan teknolojiler.

Teknolojiler	Ort.±SS	
Entegre Sistemler	3,46±0,53	
Üretim Takip Yazılımları	3,25±0,63	
Teknolojik Altyapı Sistemleri	3,10±0,58	
Yeni nesil teknolojiler	3,79±0,46	
Güvenlik Yazılımları	3,08±0,54	
Yapay Zekâ Destekli Sistemler	3,58±0,50	
Gelişmiş Analitik Yazılımları	2,80±0,66	
Yalın/Çevik Yaklaşımlar	3,01±0,60	
Kruskal Wallis-H Sonuçları		
Chi-Square	15,265	
p	0,001*	



Teknoloji	Ortalama DOP	S.S. DOP
Yalın/Çevik...	3,01	0,60
Gelişmiş Analitik...	2,80	0,66
Yapay Zeka Destekli...	3,58	0,50
Güvenlik Yazılımları	3,08	0,54
Yeni nesil teknolojiler	3,79	0,46
Teknolojik Altyapı...	3,10	0,58
Üretim Takip...	3,25	0,63
Entegre Sistemler	3,46	0,53

*p<0,05

Çizelge 6.16’ya göre, işletmelerin dijital olgunluğu açısından işletmelerde kullanılan teknolojiler arasında anlamlı bir farklılık vardır (p=0,001). “Yeni nesil teknolojiler” kullanan işletmeler en yüksek dijital olgunluğa sahipken (3,79), “gelişmiş analitik yazılımları” kullanan işletmeler en düşük dijital olgunluğa sahiptir (2,80).

H₁₂: İşletmelerin dijital olgunluğu, işletmelerin simülasyon tabanlı uygulama kullanma durumuna göre farklılık göstermektedir.

Çizelge 6.17’de işletmelerin dijital olgunluğunun “simülasyon tabanlı uygulama kullanma” durumuna göre anlamlı bir farklılık olup olmadığı araştırılmıştır.

Çizelge 6.17. İşletmelerin dijital olgunluğunun simülasyon tabanlı uygulama kullanma durumu.

Simülasyon Tabanlı Uygulama	Ort.±SS	
Var	2,59±0,64	Var 2,59 0,64
Yok	1,98±0,52	Yok 1,98 0,52
Bilmiyorum	2,35±0,72	Bilmiyorum 2,35 0,72
Bilgi paylaşmak istemiyorum	2,37±0,86	Bilgi paylaşmak istemiyorum 2,37 0,86
Mann-Whitney U Sonuçları		
MWU	5341,000	
p	0,000*	

*p<0,05

Çizelge 6.17 sonuçları, simülasyon tabanlı uygulama kullanan işletmelerin dijital olgunluğuyla, kullanmayan işletmelerin dijital olgunluğu arasında anlamlı bir farklılık olduğunu göstermektedir (p=0,000). Simülasyon tabanlı uygulama kullanan işletmelerin dijital olgunluğu (2,59), kullanmayan işletmelerin dijital olgunluğundan (1,98) daha yüksektir.

İşletmelerin dijital olgunluğunun, işletmelerde “simülasyon tabanlı uygulama kullanılan süreçlerin sayısı” arasında anlamlı bir farklılık gösterip göstermediği Çizelge 6.18’de araştırılmıştır.

Çizelge 6.18. İşletmelerin dijital olgunluğunun işletmelerde simülasyon tabanlı uygulama kullanılan süreçlerin sayısına göre karşılaştırılması.

Süreç Sayısı	Ort.±SS	
1-3	2,32±0,64	1-3 2,32 0,64
4-6	2,44±0,60	4-6 2,44 0,6
7-9	2,53±0,50	7-9 2,53 0,5
10-12	2,75±0,57	10-12 2,75 0,57
13 ve üstü	3,05±0,66	13 ve üstü 3,05 0,66
Kruskal Wallis-H Sonuçları		
Chi-Square	35,798	
p	0,000*	

*p<0,05

Çizelge 6.18’e göre, işletmelerin dijital olgunluğu açısından işletmelerde simülasyon tabanlı uygulama kullanılan süreçlerin sayısı arasında anlamlı bir farklılık vardır ($p=0,00$). 13 ve üstü sürecinde simülasyon tabanlı uygulama kullanan işletmeler en yüksek dijital olgunluğa sahipken (3,05), süreçlerin sayısı 1-3 arasında olan ve simülasyon tabanlı uygulama kullanan işletmeler en düşük dijital olgunluğa sahiptir (2,32).

İşletmelerin dijital olgunluğunun, “simülasyon tabanlı uygulama kullanılan süreçlerin” dijital olgunluk puanı ortalaması, standart sapması ve dağılımı verilmiştir.

Çizelge 6.19. İşletmelerde simülasyon tabanlı uygulama kullanılan süreçlerin dijital olgunluk puanı ortalaması, standart sapması ve dağılımı.

Süreçler	Ort.±SS	
Tasarım (CAD/CAM)	2,66±0,66	Tasarım (CAD/CAM) 2,66 0,66
Planlama	2,73±0,63	Planlama 2,73 0,63
Satın alma	2,74±0,62	Satın alma 2,74 0,62
Stok	2,76±0,61	Stok 2,76 0,61
Kalite kontrol	2,71±0,62	Kalite kontrol 2,71 0,62
Üretim	2,67±0,62	Üretim 2,67 0,62
Bakım	2,69±0,64	Bakım 2,69 0,64
Ar-Ge	2,75±0,66	Ar-Ge 2,75 0,66
Lojistik	2,75±0,58	Lojistik 2,75 0,58
Satış	2,73±0,60	Satış 2,73 0,6
Pazarlama	2,74±0,60	Pazarlama 2,74 0,6
Satış sonrası hizmetler	2,72±0,63	Satış sonrası... 2,72 0,63
Finans	2,70±0,62	Finans 2,7 0,62
Diğer	-	

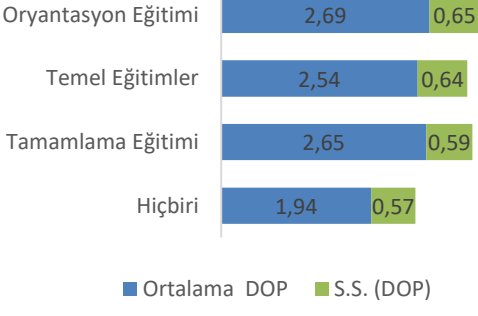
Çizelge 6.19’a göre, simülasyon tabanlı uygulama kullanan süreçlerin hepsinin, dijital olgunluk açısından birbirine yakın düzeyde olduğu tespit edilmiştir.

H₁₃: İşletmelerin dijital olgunluğu, işletmelerde verilen eğitim türüne göre farklılık göstermektedir.

İşletmelerin dijital olgunluğu açısından “verilen eğitim türleri” arasında anlamlı bir farklılık olup olmadığı Çizelge 6.20’de araştırılmıştır.

Çizelge 6.20. İşletmelerin dijital olgunluğu açısından verilen eğitim türleri.

Eğitimler	Ort.±SS	
Oryantasyon Eğitimi	2,69±0,65	Oryantasyon Eğitimi
Temel Eğitimler	2,54±0,64	Temel Eğitimler
Tamamlama Eğitimi	2,65±0,59	Tamamlama Eğitimi
Hiçbiri	1,94±0,57	Hiçbiri
Kruskal Wallis-H Sonuçları		
Chi-Square	15,075	
p	0,002*	



*p<0,05

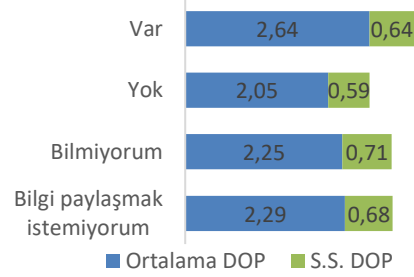
Çizelge 6.20’ye göre, işletmelerin dijital olgunluğu açısından verilen eğitim türleri arasında anlamlı bir farklılık vardır (p=0,002). “Oryantasyon eğitimi” veren işletmeler en yüksek dijital olgunluğa sahipken (2,69), “hiçbir eğitim” vermeyen işletmeler ise en düşük dijital olgunluğa sahiptir (1,94).

H₁₄: İşletmelerin dijital olgunluğu, işletmelerin düzenledikleri etkinlik türüne göre farklılık göstermektedir.

İşletmelerin dijital olgunluğunun, “etkinlik düzenleme” durumuna göre anlamlı bir farklılık olup olmadığı Çizelge 6.21’de araştırılmıştır.

Çizelge 6.21. İşletmelerin dijital olgunluğu açısından etkinlik düzenleme durumu.

Etkinlik düzenleme durumu	Ort.±SS	
Var	2,64±0,64	Var
Yok	2,05±0,59	Yok
Bilmiyorum	2,25±0,71	Bilmiyorum
Bilgi paylaşmak istemiyorum	2,29±0,68	Bilgi paylaşmak istemiyorum
Mann-Whitney U Sonuçları		
MWU	6787,000	
p	0,000*	



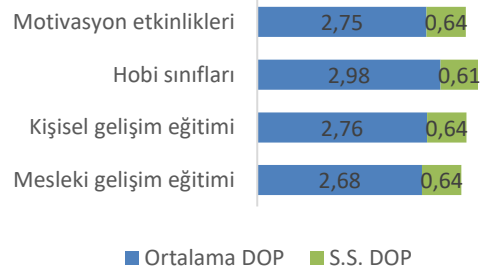
*p<0,05

Çizelge 6.21 sonuçları, etkinlik düzenleyen işletmelerin dijital olgunluğuyla düzenlemeyen işletmelerin dijital olgunluğu arasında anlamlı bir farklılık olduğunu göstermektedir (p=0,00). Personelin gelişimine yönelik olarak etkinlik düzenleyen işletmelerin dijital olgunluğu (2,64), etkinlik düzenlemeyen işletmelerin dijital olgunluğundan (2,05) daha yüksektir.

İşletmelerin dijital olgunluğunun, “işletmelerde düzenlenen etkinlikler” arasında anlamlı bir farklılık olup olmadığı Çizelge 6.22’te araştırılmıştır.

Çizelge 6.22. İşletmelerin dijital olgunluğu açısından düzenlenen etkinlik türleri.

Etkinlikler	Ort.±SS	
Mesleki gelişim eğitimi	2,68±0,64	Motivasyon etkinlikleri
Kişisel gelişim eğitimi	2,76±0,64	Hobi sınıfları
Hobi sınıfları	2,98±0,61	Kişisel gelişim eğitimi
Motivasyon etkinlikleri	2,75±0,64	Mesleki gelişim eğitimi
Kruskal Wallis-H Sonuçları		
Chi-Square	15,145	
p	0,001*	



*p<0,05

Çizelge 6.22’ye göre, işletmelerin dijital olgunluğu açısından işletmelerde düzenlenen etkinlikler arasında anlamlı bir farklılık vardır (p=0,001). “Hobi sınıfları” olan işletmeler en yüksek dijital olgunluğa sahipken (2,98), “mesleki gelişim eğitimi” veren işletmeler ise en düşük dijital olgunluğa sahiptir (2,68).

H₁₅: İşletmelerin dijital olgunluğu, Ar-Ge merkezine sahip olma durumuna göre farklılık göstermektedir.

İşletmelerin dijital olgunluğunun, “Ar-Ge merkezine sahip olma” durumuna göre anlamlı bir farklılık olup olmadığı Çizelge 6.23’te araştırılmıştır.

Çizelge 6.23. İşletmelerin dijital olgunluğu açısından Ar-Ge merkezine sahip olma durumu.

Ar-Ge Merkezi	Ort.±SS
Var	2,85±0,61
Yok	2,25±0,65
Bilmiyorum	2,60±0,60
Bilgi paylaşmak istemiyorum	2,38±0,67
Mann-Whitney U Sonuçları	
MWU	5489,000
p	0,000*

Bilgi Paylaşmak İstemiyorum

Bilmiyorum

Hayır

Evet

Ortalama DOP

S.S. DOP

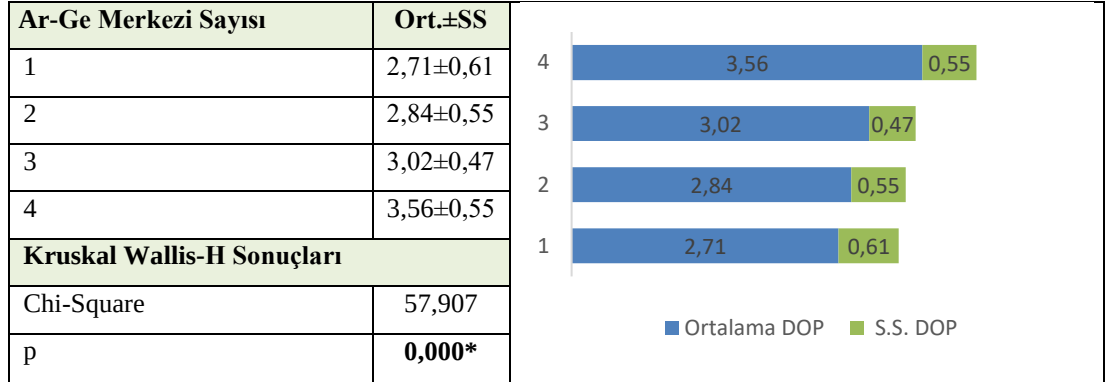
*p<0,05

Çizelge 6.23 sonuçları, Ar-Ge merkezi olan işletmelerin dijital olgunluğuyla, olmayan işletmelerin dijital olgunluğu arasında anlamlı bir farklılık olduğunu göstermektedir (p=0,000). Ar-Ge merkezi olan işletmelerin dijital olgunluğu (2,85), olmayan işletmelerin dijital olgunluğundan (2,25) daha yüksektir.

H₁₆: İşletmelerin dijital olgunluğu, Ar-Ge merkezinin sayısına göre farklılık göstermektedir.

İşletmelerin dijital olgunluğu açısından “Ar-Ge merkezi sayısı” arasında anlamlı bir farklılık gösterip göstermediği Çizelge 6.24’te araştırılmıştır.

Çizelge 6.24. İşletmelerin dijital olgunluğunun işletmelerdeki Ar-Ge merkezi sayısına göre karşılaştırılması.

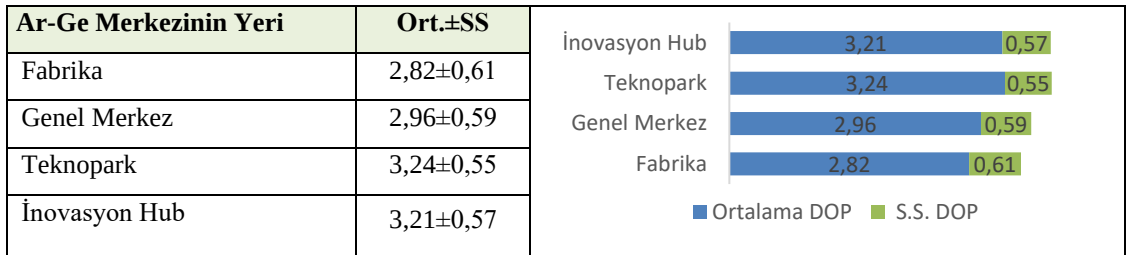


*p<0,05

Çizelge 6.24'e göre, işletmelerin dijital olgunluğu açısından Ar-Ge merkezi sayısı arasında anlamlı bir farklılık vardır (p=0,000). Ar-Ge merkezi sayısı arttıkça, işletmelerin dijital olgunluğu artmaktadır. Ar-Ge merkezi sayısı "4" adet olan işletmeler en yüksek dijital olgunluğa sahipken (3,56), "1" adet Ar-Ge merkezi olan işletmeler en düşük dijital olgunluğa sahiptir (2,71).

İşletmelerin dijital olgunluğu açısından "Ar-Ge merkezinin bulunduğu yerlerin" dijital olgunluk puanı ortalaması, standart sapması ve dağılımı verilmiştir.

Çizelge 6.25. İşletmelerde Ar-Ge merkezinin bulunduğu yerlerin dijital olgunluk puanı ortalaması, standart sapması ve dağılımı.



Çizelge 6.25'e göre, teknoparkta Ar-Ge merkezi olan işletmeler en yüksek dijital olgunluğa sahipken (3,24), fabrikada Ar-Ge merkezi olan işletmelerin ise en düşük dijital olgunluğa sahip olduğu tespit edilmiştir (2,82).

H₁₇: İşletmelerin dijital olgunluğu, personelinin özelliklerine göre farklılık göstermektedir.

İşletmelerin dijital olgunluğu açısından “Ar-Ge personelinin özellikleri” arasında anlamlı bir farklılık olup olmadığı Çizelge 6.26’da araştırılmıştır.

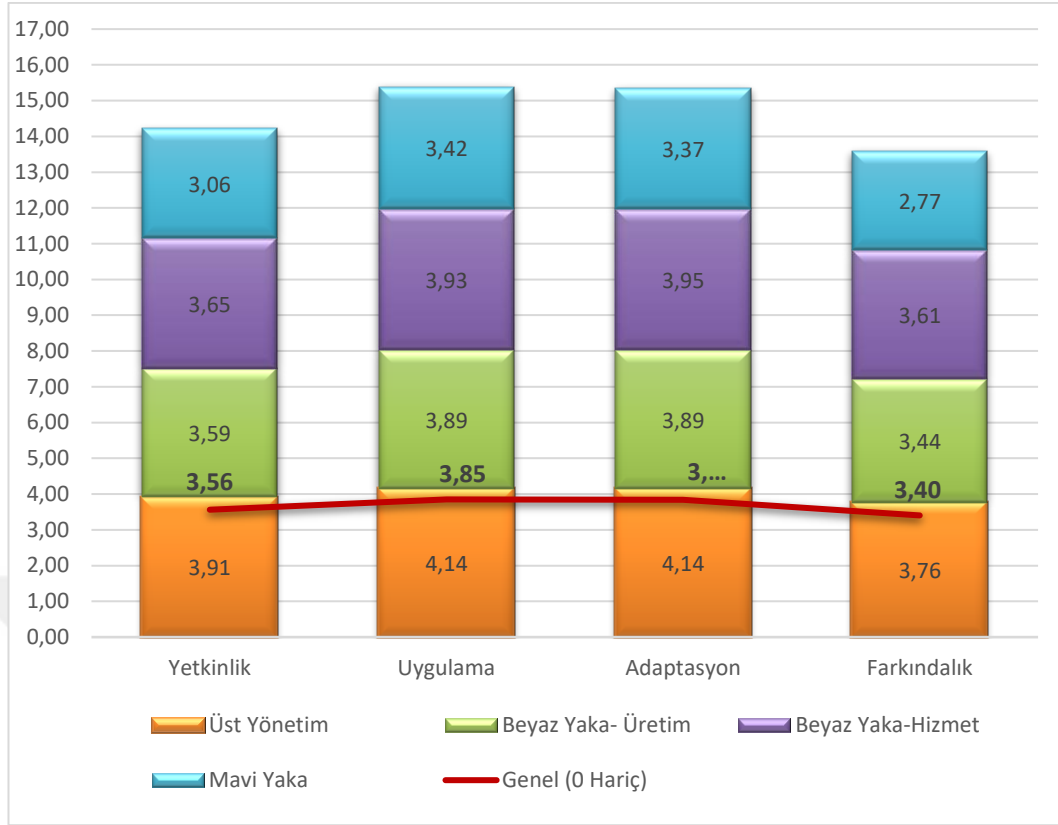
Çizelge 6.26. İşletmelerin dijital olgunluğu açısından Ar-Ge personelinin özellikleri.

Ar-Ge Personeli	Ort.±SS	
Tüm çalışanlar içindeki payı	2,80±0,54	Ar-Ge çalışan sayısının tüm çalışanlar içindeki payı
Lisansüstü eğitim yapma düzeyi	2,76±0,49	Ar-Ge personelinin lisansüstü eğitim yapma düzeyi
Kadın çalışanların oranı	2,85±0,54	Ar-Ge personeli içinde kadın çalışanların oranı
İki veya daha fazla yabancı dil bilen personel oranı	2,86±0,51	İki veya daha fazla yabancı dil bilen Ar-Ge personelinin oranı
Kruskal Wallis-H Sonuçları		
Chi-Square	5,500	
p	0,230	

*p<0,05

Çizelge 6.26’ya göre, işletmelerin dijital olgunluğu açısından Ar-Ge personelinin özellikleri arasında anlamlı bir farklılık yoktur (p=0,230). Kadın çalışan oranı fazla olan işletmeler en yüksek dijital olgunluğa sahipken (2,85), lisansüstü yapan çalışanlara sahip olan işletmeler en düşük dijital olgunluğa sahiptir (2,76).

Şekil 6.49’da farklı çalışan gruplarının yetkinlik (STEM ve hassas beceriler), mevcut iş süreçlerinde uygulama, yeni iş süreçlerine adaptasyon ve dijital farkındalık düzeyleri açısından değerlendirilmesi verilmiştir.



Şekil 6.49. Çalışan gruplarının farklı beceri gruplarına göre beceri düzeylerinin karşılaştırılması.

Şekil 6.49’a göre üst yönetimin diğer çalışan gruplarına göre daha yüksek beceri düzeylerine sahip ve ortalamanın üstünde olduğu ancak özellikle dijital farkındalığını arttırması gerektiği görülmüştür. Ayrıca hizmet süreçlerinde çalışan beyaz yaka çalışanlarının üretim sürecindekiler göre daha yüksek beceri düzeyine sahip olduğu tespit edilmiştir.

H₁₈: İşletmelerin dijital olgunluğu, Ar-Ge personelinin bildiği dillere göre farklılık göstermektedir.

İşletmelerin dijital olgunluğunun “Ar-Ge personelinin yabancı dil bilme” durumuna göre anlamlı bir farklılık olup olmadığı Çizelge 6.27’de araştırılmıştır.

Çizelge 6.27. İşletmelerin dijital olgunluğu açısından Ar-Ge personelinin yabancı dil bilme durumu.

Yabancı Dil Bilme Durumu	Ort.±SS	
Evet	2,85±0,61	Evet 2,38 0,67
Hayır	2,25±0,65	Hayır 2,6 0,6
Bilmiyorum	2,60±0,60	Bilmiyorum 2,25 0,65
Bilgi paylaşmak istemiyorum	2,38±0,67	Bilgi paylaşmak istemiyorum 2,85 0,61
Mann-Whitney U Sonuçları		
MWU	5489,000	
p	0,000*	

*p<0,05

Çizelge 6.27 sonuçları, çalışanları yabancı dil bilen işletmelerin dijital olgunluğuyla, bilmeyen işletmelerin dijital olgunluğu arasında anlamlı bir farklılık olduğunu göstermektedir (p=0,000). Yabancı dil bilinen işletmelerin dijital olgunluğu (2,85), yabancı dil bilinmeyen işletmelerin dijital olgunluğundan (2,25) daha yüksektir.

İşletmelerin dijital olgunluğu açısından “Ar-Ge personelinin bildiği yabancı dil sayısı” arasında anlamlı bir farklılık olup olmadığı Çizelge 6.28’de araştırılmıştır.

Çizelge 6.28. İşletmelerin dijital olgunluğu açısından Ar-Ge personelinin bildiği yabancı dil sayısı.

Bilinen Yabancı Dil Sayısı	Ort.±SS	
1	2,82±0,65	1 2,82 0,65
2	2,99±0,44	2 2,99 0,44
3	2,73±0,38	3 2,73 0,38
4	2,90±0,52	4 2,9 0,52
5	-	
Kruskal Wallis-H Sonuçları		
Chi-Square	4,373	
p	0,358	

*p<0,05

Çizelge 6.28’e göre, işletmelerin dijital olgunluğu açısından Ar-Ge personelinin bildiği yabancı dil sayısına göre anlamlı bir farklılık yoktur (p=0,358).

İşletmelerin dijital olgunluğu açısından “Ar-Ge personelinin bildiği yabancı diller” arasında anlamlı bir farklılık olup olmadığı Çizelge 6.29’da araştırılmıştır.

Çizelge 6.29. İşletmelerin dijital olgunluğu açısından Ar-Ge personelinin bildiği yabancı diller.

Bilinen Yabancı Diller	Ort.±SS	
İngilizce	2,83±0,61	İngilizce 2,83 0,61
Almanca	2,97±0,50	Almanca 2,97 0,5
Fransızca	3,08±0,67	Fransızca 3,08 0,67
İspanyolca	3,27±0,00	İspanyolca 3,27 0
İtalyanca	3,43±0,61	İtalyanca 3,43 0,61
Japonca	-	Japonca 0
Çince	3,00±0,44	Çince 3 0,44
Rusça	2,70±0,82	Rusça 2,7 0,82
Arapça	2,87±0,36	Arapça 2,87 0,36
Kruskal Wallis-H Sonuçları		
Chi-Square	53,678	
p	0,000*	

*p<0,05

Çizelge 6.29’a göre, işletmelerin dijital olgunluğu açısından Ar-Ge personelinin bildiği yabancı diller arasında anlamlı bir farklılık vardır (p=0,000). “İtalyanca” bilinen işletmeler en yüksek dijital olgunluğa sahipken (3,43), “İngilizce” bilinen işletmeler en düşük dijital olgunluğa sahiptir (2,83). İngilizce bilinen işletmelerde ikinci bir dil olarak diğer dillerin bilinmesi sebebiyle İngilizce bilen işletmelerin en düşük dijital olgunluğa sahip olduğu söylenebilir. En az iki yabancı dil bilen işletmeler içinde ise İtalyanca bilenler en yüksek dijital olgunluğa sahiptir.

H₁₉: İşletmelerin dijital olgunluğu, Ar-Ge’ye yapılan yatırım oranına göre farklılık göstermektedir.

İşletmelerin dijital olgunluğu açısından “Ar-Ge’ye yapılan yatırım oranları” arasında anlamlı bir farklılık olup olmadığı Çizelge 6.30’da araştırılmıştır.

Çizelge 6.30. İşletmelerin dijital olgunluğu açısından Ar-Ge'ye yapılan yatırım oranları.

Ar-Ge Yatırım Oranı	Ort.±SS	
%21 ve üzeri	2,97±0,77	%21 ve üzeri 2,97 0,77
%11-20	2,63±0,75	%11-20 2,63 0,75
%6-10	2,59±0,61	%6-10 2,59 0,61
%1-5	2,39±0,56	%1-5 2,39 0,56
Yatırım Yapılmıyor (%0)	2,10±0,66	Yatırım Yapılmıyor (%0) 2,10 0,66
Bilmiyorum	2,49±0,68	Bilmiyorum 2,49 0,68
Bilgi paylaşmak istemiyorum	2,56±0,73	Bilgi paylaşmak... 2,56 0,73
Kruskal Wallis-H Sonuçları		
Chi-Square	32,884	
p	0,000*	

*p<0,05

Çizelge 6.30'a göre, işletmelerin dijital olgunluğu açısından Ar-Ge'ye yapılan yatırım oranları arasında anlamlı bir farklılık vardır (p=0,000). Yatırım oranı arttıkça, dijital olgunluk artmaktadır.

H₂₀: İşletmelerin dijital olgunluğu, inovasyon faaliyetlerinde bulunma durumuna göre farklılık göstermektedir.

İşletmelerin dijital olgunluğunun "inovasyon faaliyetlerinde bulunma" durumuna göre anlamlı bir farklılık olup olmadığı Çizelge 6.31'de araştırılmıştır.

Çizelge 6.31. İşletmelerin dijital olgunluğu açısından inovasyon faaliyetlerinde bulunma durumu.

İnovasyon Faaliyetleri	Ort.±SS	
Var	2,75±0,68	Var 2,44 0,73
Yok	2,25±0,67	Yok 2,51 0,58
Bilmiyorum	2,51±0,58	Bilmiyorum 2,25 0,67
Bilgi paylaşmak istemiyorum	2,44±0,73	Bilgi paylaşmak istemiyorum 2,75 0,68
Mann-Whitney U Sonuçları		
MWU	3500,000	
p	0,000*	

Çizelge 6.31 sonuçları, inovasyon faaliyetleri bulunan işletmelerin dijital olgunluğuyla, bulunmayan işletmelerin dijital olgunluğu arasında anlamlı bir farklılık olduğunu göstermektedir ($p=0,000$). İnovasyon faaliyetleri bulunan işletmelerin dijital olgunluğu (2,75), bulunmayan işletmelerin dijital olgunluğundan (2,25) daha yüksektir.

H₂₁: İşletmelerin dijital olgunluğu, iş birliği yapma durumuna göre farklılık göstermektedir.

İşletmelerin dijital olgunluğunun “kurum / kuruluşlarla iş birliği yapma” durumuna göre anlamlı bir farklılık olup olmadığı Çizelge 6.32’te araştırılmıştır.

Çizelge 6.32. İşletmelerin dijital olgunluğu açısından kurum / kuruluşlarla iş birliği yapma durumu.

İş birliği Yapma Durumu	Ort.±SS	
Evet	2,57±0,63	
Hayır	2,00±0,61	
Bilmiyorum	-	
Bilgi paylaşmak istemiyorum	2,44±0,73	
Mann-Whitney U Sonuçları		
MWU	5551,000	
p	0,000*	

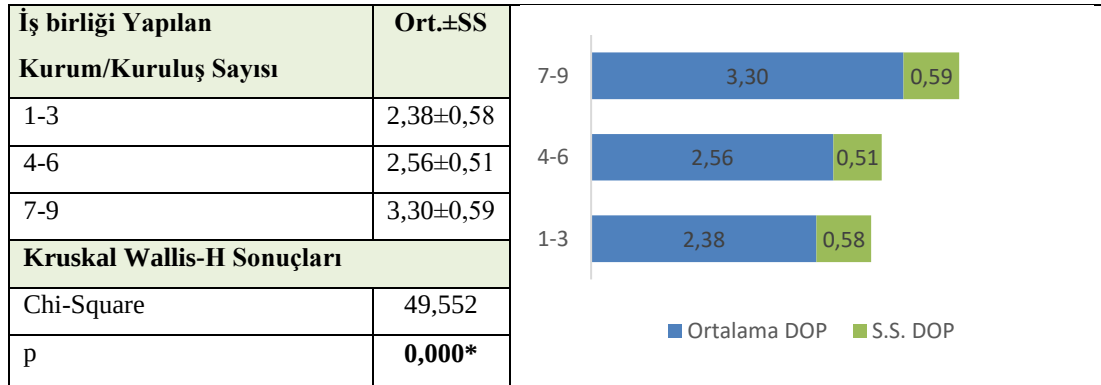
İş birliği Yapma Durumu	Ortalama DOP	S.S. DOP
Evet	2,57	0,63
Hayır	2	0,61
Bilmiyorum	0	0
Bilgi paylaşmak istemiyorum	2,44	0,73

* $p<0,05$

Çizelge 6.32 sonuçları, iş birliği yapan işletmelerin dijital olgunluğuyla, bilmeyen işletmelerin dijital olgunluğu arasında anlamlı bir farklılık olduğunu göstermektedir ($p=0,000$). İş birliği yapan işletmelerin dijital olgunluğu (2,57), iş birliği yapmayan işletmelerin dijital olgunluğundan (2,00) daha yüksektir.

İşletmelerin dijital olgunluğu açısından “iş birliği yapılan kurum/kuruluş sayısı” arasında anlamlı bir farklılık gösterip göstermediği Çizelge 6.33’te araştırılmıştır.

Çizelge 6.33. İşletmelerin dijital olgunluğunun iş birliği yapılan kurum/kuruluş sayısına göre karşılaştırılması.

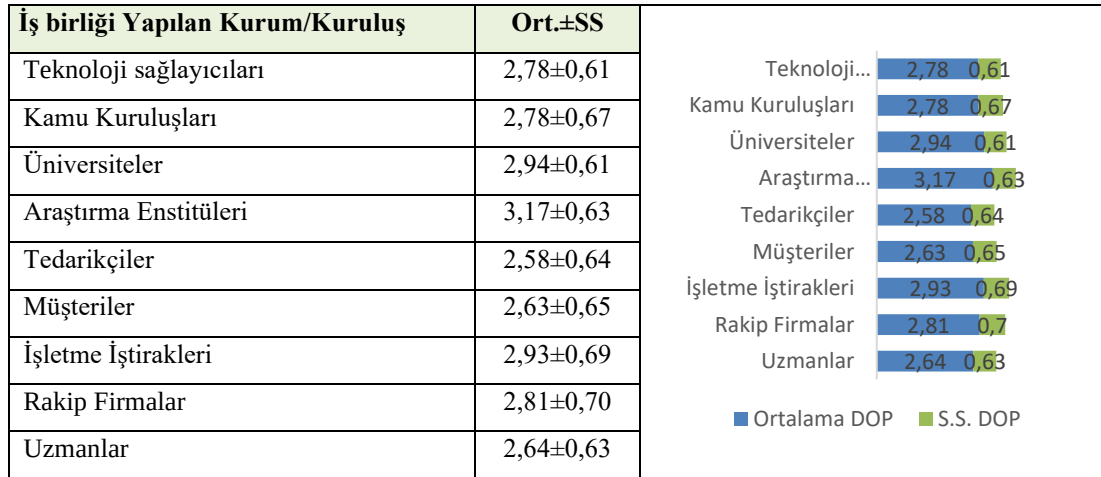


*p<0,05

Çizelge 6.33'e göre, işletmelerin dijital olgunluğu açısından iş birliği yapılan kurum/kuruluş sayısı arasında anlamlı bir farklılık vardır (p=0,000). İş birliği yapılan kurum sayısı arttıkça, dijital olgunluk artmaktadır.

Kurum ve kuruluşlarla iş birliği yaptığını belirten işletmelerin dijital olgunluk puanı ortalaması ve standart sapması Çizelge 6.34'te verilmiştir.

Çizelge 6.34. Kurum ve kuruluşlarla iş birliği yaptığını belirten işletmelerin iş birliği yaptığı kuruluş türlerinin dijital olgunluk açısından değerlendirilmesi.



Çizelge 6.34'e göre, araştırma enstitüleriyle iş birliği yapan işletmeler en yüksek dijital olgunluğa sahipken (3,17), uzmanlarla iş birliği yapan işletmeler en düşük dijital olgunluğa sahiptir (2,64).

H₂₂: İşletmelerin dijital olgunluğu, hibe ve destek kaynaklarına göre farklılık göstermektedir.

İşletmelerin dijital olgunluğu açısından “hibe ve destek kaynakları” arasında anlamlı bir farklılık olup olmadığı Çizelge 6.35’te araştırılmıştır.

Çizelge 6.35. İşletmelerin dijital olgunluğu açısından hibe ve destek kaynakları.

Hibe/Destek Kaynakları	Ort.±SS	
Hiçbiri	2,45±0,68	Hiçbiri 2,45 0,68
KOSGEB	3,69±0,65	KOSGEB 3,69 0,65
TÜBİTAK	4,14±0,00	TÜBİTAK 4,14 0
Bakanlıklar	2,60±0,78	Bakanlıklar 2,6 0,78
Kalkınma Ajansları	2,77±0,73	Kalkınma Ajansları 2,77 0,73
EUREKA/Eurostars	2,97±0,63	EUREKA/Eurostars 2,97 0,63
HORIZON	2,40±0,69	HORIZON 2,4 0,69
Diğer	2,46±0,64	Diğer 2,46 0,64
Kruskal Wallis-H Sonuçları		
Chi-Square	18,697	
p	0,002*	

*p<0,05

Çizelge 6.35’e göre, işletmelerin dijital olgunluğu açısından hibe ve destek kaynakları arasında anlamlı bir farklılık vardır (p=0,002). TÜBİTAK’tan hibe ve destek alan işletmeler en yüksek dijital olgunluğa sahipken (4,14), hiçbir destek almayan işletmeler en düşük dijital olgunluğa sahiptir (2,74).

H₂₃: İşletmelerin dijital olgunluğu, fikri mülkiyetine göre farklılık göstermektedir.

İşletmelerin dijital olgunluğunun “fikri mülkiyet durumuna” göre anlamlı bir farklılık olup olmadığı Çizelge 6.36’da araştırılmıştır.

Çizelge 6.36. İşletmelerin dijital olgunluğu açısından fikri mülkiyet durumu.

Fikri Mülkiyet	Ort.±SS	
Var	2,44±0,68	Evet 2,44 0,68
Yok	2,38±0,71	Hayır 2,38 0,71
Bilmiyorum	2,57±0,73	Bilmiyorum 2,57 0,73
Bilgi paylaşmak istemiyorum	2,47±0,60	Bilgi paylaşmak... 2,47 0,6
Mann-Whitney U Sonuçları		
MWU	6188,000	
p	0,000*	

*p<0,05

Çizelge 6.36 sonuçları, iş birliği yapan işletmelerin fikri mülkiyet durumuna göre dijital olgunlukları arasında anlamlı bir farklılık olduğunu göstermektedir (p=0,000). Fikri mülkiyete sahip işletmelerin dijital olgunluğu (2,44), fikri mülkiyete sahip olmayan işletmelere göre (2,38) daha yüksek olduğu tespit edilmiştir.

İşletmelerin dijital olgunluğu açısından “sahip olunan belge/başvuru sayısı” arasında anlamlı bir farklılık gösterip göstermediği Çizelge 6.37’de araştırılmıştır.

Çizelge 6.37.İşletmelerin dijital olgunluğunun sahip olunan belge/başvuru türü sayısına göre karşılaştırılması.

Belge/Başvuru Türü Sayısı	Ort.±SS	
1	2,50±0,69	5 2,70 0,76
2	2,36±0,68	4 2,40 0,64
3	2,38±0,68	3 2,38 0,68
4	2,40±0,64	2 2,36 0,68
5	2,70±0,76	1 2,50 0,69
Kruskal Wallis-H Sonuçları		
Chi-Square	49,552	
p	0,000*	

*p<0,05

Çizelge 6.37’ye göre, işletmelerin dijital olgunluğu açısından sahip olunan belge/başvuru türü sayısı arasında anlamlı bir farklılık vardır (p=0,000). Belge/başvuru türü sayısı beş adet olan işletmeler en yüksek dijital olgunluğa sahiptir (2,70).

İşletmelerin “sahip olunan belge/başvuru türüne” göre işletmelerin dijital olgunluk puanı ortalaması ve standart sapması Çizelge 6.38’de verilmiştir.

Çizelge 6.38. İşletmelerin dijital olgunluğu açısından sahip olunan belge/başvuru türü.

Belge / Başvuru Türü	Ort.±SS	
Ulusal patentli belge	2,72±0,72	
Ulusal faydalı model belge	2,91±0,69	
Uluslararası patent başvurusu	3,08±0,68	
Uluslararası patentli belge	3,17±0,68	
Akademik yayın	2,91±0,79	

Çizelge 6.38’e göre, uluslararası patentli belgesi bulunan işletmeler en yüksek dijital olgunluğa sahipken (3,17), ulusal patentli belge bulunan işletmeler en düşük dijital olgunluğa sahiptir (2,72).

H₂₄: İşletmelerin dijital olgunluğu, pandemide iş süreçlerini durdurma durumuna göre farklılık göstermektedir.

İşletmelerin dijital olgunluğunun “pandemide iş süreçlerini durdurma” durumuna göre anlamlı bir farklılık olup olmadığı Çizelge 6.39’da araştırılmıştır.

Çizelge 6.39. İşletmelerin dijital olgunluğu açısından pandemide iş süreçlerini durdurma durumu.

Pandemide İş Süreçlerini Durdurma Durumu	Ort.±SS	
Evet	2,75±0,68	
Hayır	2,25±0,67	
Mann-Whitney U Sonuçları		
MWU	15373,000	
p	0,000*	

*p<0,05

Çizelge 6.39 sonuçları, pandemide iş süreçlerini durduran işletmelerin dijital olgunluğuyla, olmayan işletmelerin dijital olgunluğu arasında anlamlı bir farklılık olduğunu göstermektedir (p=0,000). İş süreçlerini durduran işletmelerin dijital

olgunluğu (2,75), durdurmayan işletmelerin dijital olgunluğundan (2,25) daha yüksektir.

H₂₅: İşletmelerin dijital olgunluğu, uzaktan çalışma düzenine olan bakış açısına göre farklılık göstermektedir.

İşletmelerin dijital olgunluğu açısından “uzaktan çalışma çeşitleri” arasında anlamlı bir farklılık olup olmadığı Çizelge 6.40’ta araştırılmıştır.

Çizelge 6.40. İşletmelerin dijital olgunluğu açısından uzaktan çalışma çeşitleri.

Uzaktan Çalışma	Ort.±SS	
Evet	2,69±0,72	Evet 2,69 0,72
Kısmi zamanlı olarak	2,68±0,69	Kısmi zamanlı olarak 2,68 0,69
Bazı işkollarında	2,56±0,69	Bazı işkollarında 2,56 0,69
Hayır	2,33±0,64	Hayır 2,33 0,64
Bilmiyorum	2,50±0,85	Bilmiyorum 2,5 0,85
Bilgi paylaşmak istemiyorum	2,58±0,75	Bilgi paylaşmak... 2,58 0,75
Kruskal Wallis-H Sonuçları		
Chi-Square	15,864	
p	0,001*	

*p<0,05

Çizelge 6.40’a göre, işletmelerin dijital olgunluğu açısından uzaktan çalışma çeşitleri arasında anlamlı bir farklılık vardır (p=0,001). Uzaktan çalışmaya geçmeyi düşünen işletmeler en yüksek dijital olgunluğa sahipken (2,69), geçmeyi düşünmeyen işletmeler en düşük dijital olgunluğa sahiptir (2,33).

BÖLÜM 7

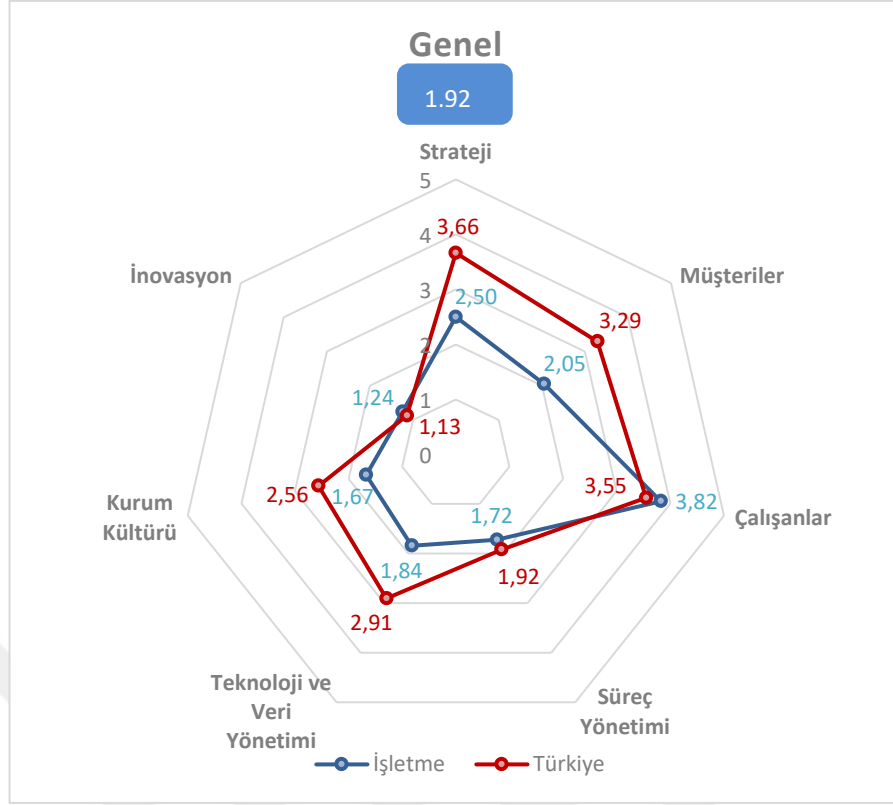
MOBİLYA İŞLETMESİNDE DİJİTAL YEŞİL KARAR DESTEK SİSTEMİ UYGULAMASI

SEMM tasarlandıktan sonra mobilya sektöründeki bir işletmenin dijital olgunluğu araştırılmıştır. İşletmenin dijital olgunluğunun tespit edilebilmesi için işletme yöneticileriyle birlikte SEMM yapılmış ve model sonuçları analiz edilmiştir. Ayrıca işletmenin; tedarik zincirinin yapısı, üretimdeki değişkenler, parametreler ve üretim sırasında çevresel faktörlerin kullanımının belirlenebilmesi amacıyla üretim tesisinin simülasyon modeli geliştirilmiştir. Elde edilen tüm sonuçlar doğrultusunda, işletmenin dijital dönüşüm sürecindeki yol haritası sunulmuş ve kısa, orta ve uzun vadede stratejik yol haritası sunulularak, sistem için yeşil bir karar destek sistemi oluşturulmuş ve alternatif bir çözüm önerisi getirilmiştir.

7.1. MOBİLYA İŞLETMESİ SEMM SONUÇLARI

SEMM modeli tasarlandıktan sonra saha çalışması yapılarak mobilya sektöründe faaliyet gösteren bir işletmede uygulanmış ve sonuçları analiz edilmiştir.

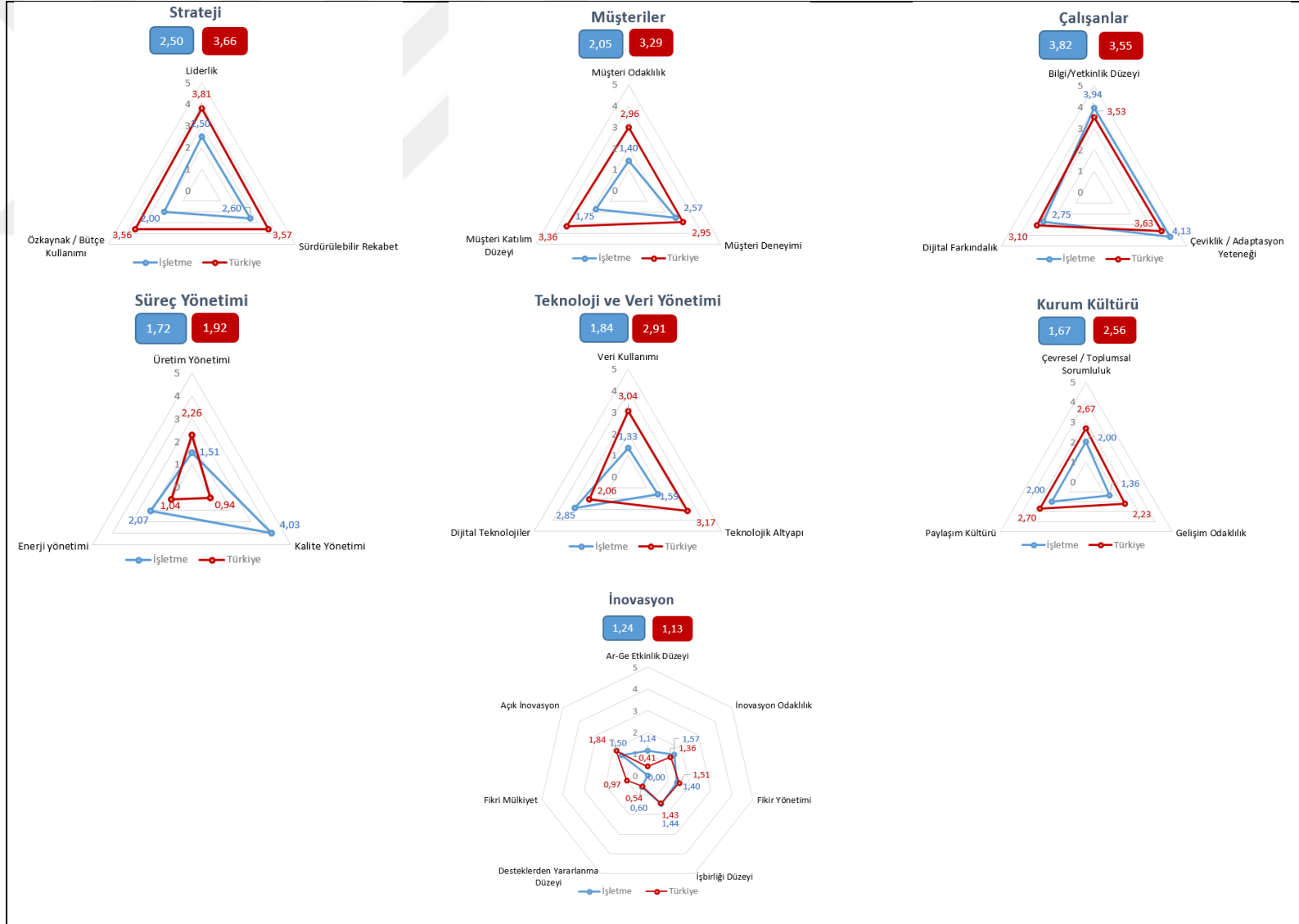
Şekil 7.1’de işletmenin model sonuçları “boyutlar” bazında verilmiş ve Türkiye sonuçlarıyla karşılaştırılmıştır.



Şekil 7.1. Mobilya işletmesinin SEMM sonuçları.

Araştırma sonucunda işletmenin dijital olgunluk puanı 1,92 bulunmuştur. Bir başka ifade ile işletmenin dijital olgunluk seviyesi, “*Araştıran işletme*” seviyesindedir. İşletmenin dijital olgunluğu boyut bazında incelendiğinde, “inovasyon” boyutunun en düşük (1,24), “çalışanlar” boyutunun ise en yüksek (3,82) puana sahip olduğu ve Türkiye sonuçlarıyla benzerlik gösterdiği görülmektedir.

Şekil 7.2’de tüm SEMM boyutlarının kriterler bazında analizi ve Türkiye ile karşılaştırılması verilmiştir. Analiz sonuçlarına göre, “inovasyon” ve “çalışanlar” boyutlarının Türkiye sonuçlarına göre daha yüksek olduğu, diğer boyutların ise daha düşük olduğu tespit edilmiştir. İşletmelerin; bilgi/yetenlik düzeyi, çeviklik ve adaptasyon yeteneği, kalite yönetimi, enerji yönetimi, dijital teknoloji kullanımı, inovasyon odaklılık iş birliği düzeyi ve desteklerden yararlanma düzeyi kriterlerinin de Türkiye sonuçlarına oldukça yakın olduğu, ancak daha yüksek değer aldığı gözlenmiştir.



Şekil 7.2. Boyutlar bazında işletme SEMM sonuçlarının Türkiye ile karşılaştırılması.

İşletmelerin SEMM sonuçları, yapılan görüşmeler ve saha çalışmaları sonuçlarına dayanarak yapılan SWOT analizi Çizelge 7.1’de verilmiştir.

Çizelge 7.1. Mobilya işletmesinin SWOT analizi.

Güçlü Yönler	Zayıf Yönler
• Üst yönetim dijital dönüşüm için gerekli desteği sağlamaya hazırdır. • Çalışanların temel işe başlama eğitimlerine önem verilmektedir. • Tüm çalışan grupları mevcut işlerini benimsemiştir. • Kullanılan enerji takibi ve ürün geri kazanımına önem vermeye başlanmıştır. • Üretim araçları diğer makine ve sistemlerle entegredir. • Mevcut iş modelleri üzerinde güncellemeler yapılmaktadır.	• Üretim ekipmanları gelişmiş bilgi ve iletişim yeteneklerine sahip değildir. • Veri yönetim yetenekleri işletmenin bulunduğu konum için yetersiz kalabilir. • İşletmede veri toplanmamakta ve hiçbir sürecinde verinin gücünden faydalanılmamaktadır. • Üretim ve yönetim süreçlerinden anlık veri alınamamakta ve müdahale edilememektedir. • ERP ve MES gibi sistemleri olsa da bu sistemleri kullanma becerisine sahip değildir. • Herhangi bir aksaklık durumunda süreçlere uzaktan müdahale edilememektedir. • İnovasyon faaliyetleri ve sürdürülebilirliğin takip edildiği herhangi bir birim yoktur. • Kurum içi birimler arası silolaşma mevcuttur. • Bütünleşmiş yönetim sistemleri etkin olarak kullanılamamaktadır.
Fırsatlar	Tehditler
• Teknolojik yatırımlarla üretim çok daha otonom hale getirilerek birçok hatanın önüne geçilebilir ve verimlilik arttırılabilir. • Üretim süreci takibine eklenecek dijital yetenekler ile birçok zarar engellenebilir ve süreci hızlandırabilir. • İnovatif bakış açısı kazandırılarak piyasadaki gücü arttırılabilir. • Çalışanların aidiyet duygusunun artması sağlanabilir. • İşletmenin prestiji güçlenebilir.	• Teknolojik yatırımlar belli bir plan ve stratejiye uygun şekilde yapılmazsa geri dönüşü uzun zaman alabilir ve dönüşüm sürecinde aksaklıklara sebep olabilir. • Kurum dışı ve kurum dışı tüm paydaşlara dijital farkındalık kazandırmadan dönüşüme başlanması süreci yavaşlatabilir veya durdurabilir. • İnovasyonun sektörde yıkıcı etkilerinin başlaması nedeniyle kurum plansız geçiş yapmak zorunda kalabilir. Bu da başarısızlığa ve büyük maddi kayba neden olacaktır. • ERP ve MES sistemleri dışındaki işletme verileri antivirüs dışında hiçbir korumaya sahip değildir. Bu da işletmeyi siber saldırılara açık hale getirmektedir. ERP ve MES sistemleri dışındaki işletme verileri antivirüs dışında hiçbir korumaya sahip değildir. Bu da işletmeyi siber saldırılara açık hale getirmektedir.

Çizelge 7.1’de işletmelerin SEMM sonuçları, yapılan görüşmeler ve saha çalışmaları sonuçlarına dayanarak yapılan SWOT analizi verilmiştir. Yapılan değerlendirme sonucunda işletmelerde;

- Liderlerin değişime istekli olduğu, ancak bunları çalışanlarına yeterli düzeyde yansıtamadığı,
- Piyasadaki değişiklikleri öngörebilme ve buna göre kararlar alabilme kabiliyetinin geliştirilmesi gerektiği,
- Müşterilerin beklentilerinin değerlendirilmediği ve analiz edilmediği, müşteri aktivitelerine/deneyimlerine yönelik verilerinin toplanmadığı ve müşterinin kendini özel hissetmesini sağlaması için sunulan imkanların yetersiz olduğu,
- Müşterilerin iş süreçlerinin yönetilmesinde söz sahibi olmadığı,
- Kurum içi tüm çalışan gruplarının değişime istekli ve mevcut süreçleri yönetebilme becerisine sahip olduğu, ancak dijital dönüşüm ile ilgili bilgi düzeyinin artırılması gerektiği,
- Üst yönetimin işletmenin diğer çalışanlarıyla iletişiminin olduğu, ancak güçlendirilmesi gerektiği ve kurum dışı bazı özel müşteriler dışında hiçbir paydaşla etkileşim içinde bulunulmadığı,
- Üretim ve yönetim süreçlerinin takibinin manuel yapıldığı, yalın ve çevik üretim yöntemlerinin kullanılmadığı ve dokümantasyonun ise dijital ortamda yapılmadığı,
- Kalite yönetim süreçlerine önem verildiği, ancak etkilerinin süreçlere yansıtılamadığı ve süreçlerin dijital ortama aktarılamadığı,
- İşletmede enerjinin değerlendirilmesi konusundaki çalışmalara ve ürünün geri kazanımına önem verilirken, çevresel ve toplumsal faaliyetlere yeterli düzeyde yer verilmediği,
- Teknolojik altyapının ve veri yönetim kabiliyetlerinin dijital dönüşüme teknolojik açıdan başlanması için geliştirilmesi gerektiği,
- Büyük verinin oluşturulması gerektiği,
- İşletmede entegre yönetim sistemlerinin etkin bir şekilde kullanılmadığı ve hiçbir dijital teknolojinin kullanılmaya başlanmadığı, ancak kullanılmasının gerekli görüldüğü,

- Temel düzeydeki eğitimlerin bazılarının verilip takip edildiği, ancak çalışanların sosyal gelişim, iş birliğini geliştirecek eğitimler ile dijital dönüşüm eğitimlerinin verilmediği,
- Paylaşım ekosisteminin kurulmaya çalışıldığı, ancak bunu destekleyebilecek kurum içi/dışı etkinlikler yapılmadığı ve platformların kullanılmadığı ve,
- Geliştirdikleri çalışmaları kurum dışına paylaşımına açık ve hibe ve desteklerden yararlanmaya başlanmasına rağmen herhangi bir fikir yönetim sistemi, Ar-Ge merkezi ve açık inovasyon platformu bulunmadığı, kurum içi/dışı yarışmaların olmadığı ve ödül sisteminin kurulmadığı tespit edilmiştir.

7.2. MOBİLYA ÜRETİM FABRİKASININ YEŞİL TEDARİK ZİNCİRİ MODELLEMESİ

7.2.1. İşletmenin Tanıtılması

Karadeniz Bölgesi'nde mobilya sektöründe faaliyet gösteren fabrikada modüler mutfak, banyo, vestiyer üretimi yapılmaktadır. Fabrika iki vardiya halinde yedi buçuk saat çalışmaktadır ve 225 çalışanı vardır. 25.000 m² kapalı alan ve 205.000 m² açık alanda üretimini sürdürmektedir. Yıllık üretim kapasitesi yaklaşık olarak 20.700 adet modüler mobilyadır.

Üretim tesisinde altı istasyon bulunmaktadır. Bunlar; ebatlama, kenar bandı, delik, montaj, paketleme ve sevkiyat bölümleridir. Ürünlerin boyanması ise fason yaptırılmaktadır. Modüler mobilyaların üretimi için paneller kullanılmaktadır. Paneller, suntalam veya mdf olabilmektedir. Suntalamın kalınlığına göre arkalık veya gövde parçası olarak kullanılırken, mdf'ler ise genellikle kapaklar için kullanılmaktadır. Ancak müşterilerin talebine göre gövde parçaları da mdf kullanarak yapılabilmektedir. Bunun yanında parçaların montajı ve kullanım kolaylığı için pek çok çeşitte sarf malzemesi de kullanılmaktadır.

7.2.2. Problemin ve Amaçların Tanımlanması

SEMM'in tüm sektörlerle yönelik geniş kapsamlı bir model olarak tasarladığı için ürün yönetiminde ağırlıklı olarak süreçlerin izlenebilirliği ve teknolojinin sistemlere entegrasyonuna odaklanmıştır. İşletmenin dijital yol haritası çıkarılmadan önce dijital olgunluk modeli ile birlikte; işletmeye özel operasyonel faaliyetler, üretim verimliliği, kapasitesi ve üretimdeki çevresel unsurların kullanımı da değerlendirilmelidir.

Bu tez çalışmasında Karadeniz Bölgesi'nde mobilya sektöründe faaliyet gösteren ve küçük ölçekte ahşap üretimi yapan bir işletmenin dijital olgunluğunun ölçülmesinin yanı sıra, yukarıda belirtilen unsurların değerlendirilmesinde mobilya üretim sistemi incelenmiş ve Arena simülasyon programı aracılığıyla sanal ortama aktarılmıştır. Tasarlanan simülasyon modeliyle sistemin; kalite oranı, darboğaz ve beklemleri, potansiyel iyileştirme alanları ve üretilen modül başına çevresel faktörlerin kullanımı ve etkisinin gösterilmesi amaçlanmıştır. Bu sayede üretim işletmesi ile ilgili kararları verirken, çevresel faktörleri de içeren yeşil bir karar destek sistemi oluşturulması hedeflenmiştir.

7.2.3. Verilerin Toplanması ve Analizi

Tesiste mobilyaların üretimi birbirine yakın iki ayrı alanda gerçekleştirilmektedir. Malzemelerin taşınması ise forklift, konveyörler ve işçiler tarafından gerçekleştirilmektedir. Hammadde, aksesuar ve nihai ürün depoları bulunan işletmede bitmiş ürünler doğrudan nakliyat veya çapraz sevkiyat ile müşterilere ulaştırılmaktadır.

Araştırma kapsamında üretim sistemi incelenmiş, planlama, üretim ve fabrika müdürleriyle görüşmeler yapılmış ve üretim planları incelenmiştir. 03.09.2021 – 30.09.2021 tarihleri arasında yapılan saha araştırması ile; üretim kapasitesi tesisteki makineler, istasyon sayıları, üretimde kullanılan işçi sayısı vb. gözlemlenmiştir. Gözlemler sonucu iş etüdü yapılmış ve bu amaçla “metot etüdü” ve “zaman etüdü” yapılarak, en çok üretilen ürünler tespit edilmiştir. Üretim sürecindeki projelerden en çok üretilen (%65,71) dört mutfak modülü (MD1, MD2, MD3, MD4) iş öğelerine

ayrılarak iş akış şemaları oluşturulmuş ve zaman etüdü yapılmıştır. Zaman etüdü ile; sistemde gezinen varlıklar, hammaddelerin gelişer arası süreleri, sistemde geçirdiği süre, ürünlerin işlem gördüğü istasyonlar, iş akışı ve işlem süreleri gibi üretim süreci değişken ve parametreler tespit edilmiştir. Elde edilen bulgular ile her bir iş ögesine ait standart zaman hesaplanmıştır. Ayrıca bu modüllerin üretimi sırasında kullanılan; enerji, fire, toz ve meydana gelen gürültünün şiddeti de ölçülmüştür. Standart zaman hesaplanırken kullanılan formüller Eşitlik 7.1.'de verilmiştir.

$$\begin{aligned} \text{Temel Zaman} &= \text{Gözlenen Zaman} \times \text{Derece} \\ \text{Standart Zaman} &= \text{Temel Zaman} \times (1 + \text{Dinlenme Payı}) \end{aligned} \quad (7.1)$$

Standart zaman hesaplanırken ele alınan modüllerin parça adetleri Çizelge 7.2'de verilmiştir.

Çizelge 7.2. Modül özellikleri.

Parça	İşlem Gören Parça Adedi				
	MD1	MD2	MD3	MD4	Genel
Gövde parçaları	6	5	6	6	6
Arkalık	1	0	1	1	1
Kapak	1	1	2	2	1
Toplam	8	6	9	9	8

Çizelge 7.2'ye göre verilen modüllerdeki parça sayısı farklılıkları kapak ve gövde parçaları sayılarının farklılığından kaynaklanmaktadır. Ayrıca arkalık ve kapak parçalarına üretim tesisinde kenar bandı yapılmamaktadır. Sadece ebatlama ve delik işlemleri gerçekleştirilmektedir.

Eşitlik 7.1'de verilen formüller kullanarak modüller bazında her bir istasyona ait standart zamanlar hesaplanmış ve Çizelge 7.3.'de verilmiştir.

Çizelge 7.3. İstasyonlara ait standart zamanlar.

İşlem	Birim	Standart Zaman (Dakika / Birim)
Ebatlama	Parça	4,51
Kenar Bandı	Parça	0,57
Delik 1	Parça	0,27
Delik 2	Parça	0,54
Delik 3	Parça	0,96
Delik Kapak	Parça	0,89
Montaj	Modül	7,35
Paketleme	Modül	9,29
Sevkiyat işlemleri	Sipariş miktarı	16,36

Çizelge 7.3’e göre her bir parçanın ilgili işlemden geçebilmesi için gerekli ortalama standart zamanlar; ebatlama 4,51 dakika, kenar bandı 0,57 dakika, delik işlemi ortalama 0,67 dakika, montaj işlemi 7,35 dakika, modüllerin kutulanması 3,26 dakika ve sevkiyat işlemleri ise 16,36 dakika sürmektedir. Ayrıca ürün sevkiyatları en az 3, en fazla 24 saatte tamamlanabilmektedir.

7.2.4. Kavramsal ve Mantıksal Modelin Kurulması

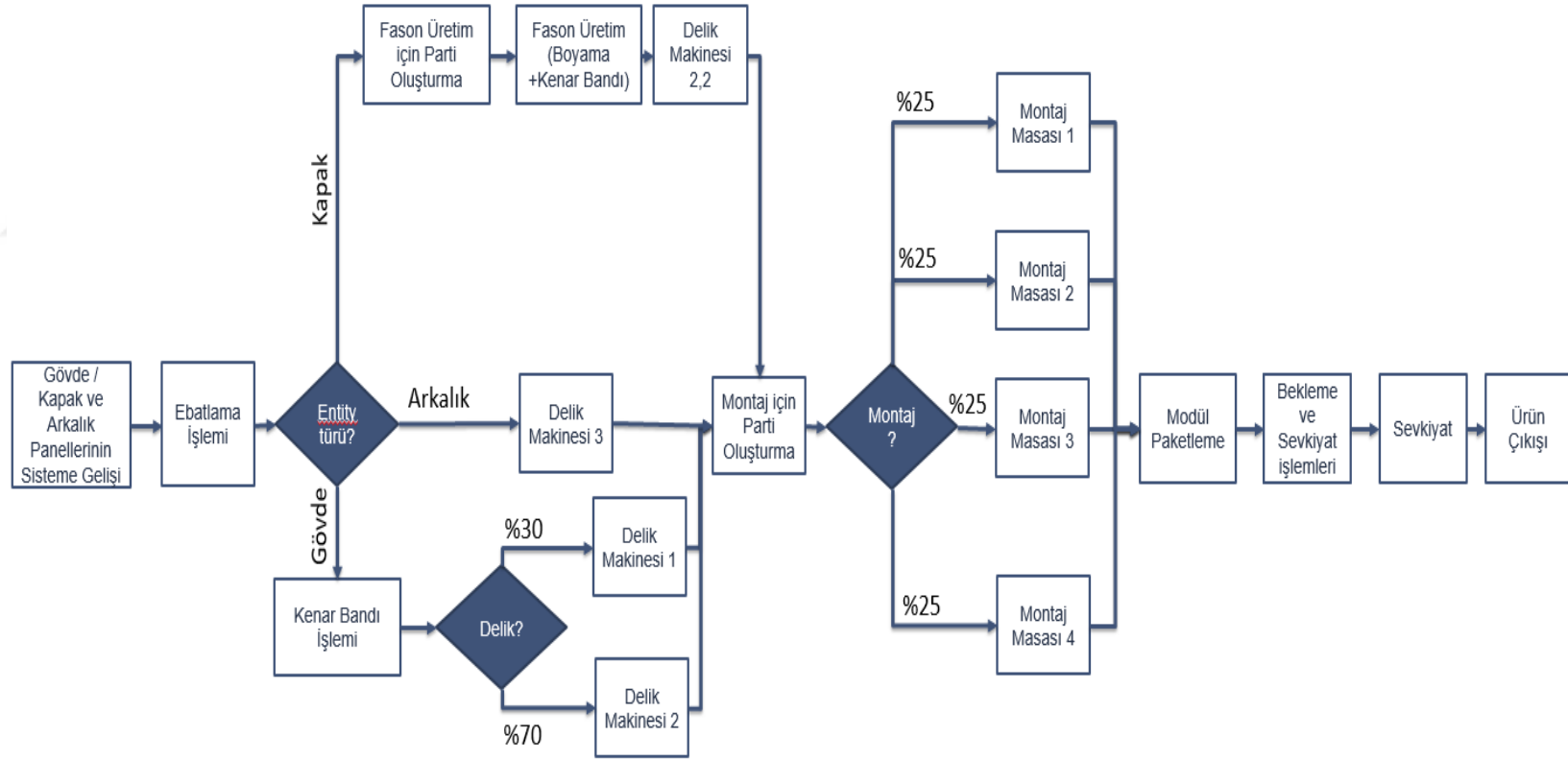
Sistem benzetiminin temelini oluşturan kavramsal ve mantıksal modeldeki amaç, benzetimi yapılacak sisteme ait bilgilerin ve modelin işleyişinin net bir şekilde ifade edilmesidir [289]. Mantıksal modelde, sisteme ait sürecin akışı ile ilgili bilgiler verilirken kavramsal model sistem hakkındaki işleyiş ile ilgili bilgiler vermektedir.

Üretim süreciyle ilgili temel bilgiler toplandıktan sonra, sistemin simüle edilebilmesi için sistemdeki elemanlar belirlenerek kavramsal model oluşturulur. Tasarlanan simülasyon modelindeki sistem elemanları aşağıda verilmiştir.

- Sistem gezinen varlıklar (Entities); kapak, gövde ve arkalık panellerdir.
- Sistemde kullanılan kaynaklar (Resources); üretimde çalışan işçiler ve makinelerdir.
- Varışlar (Arrivals); kapak, gövde ve arkalık için gerekli olan panellerin sisteme gelişidir.

- Süreç (Process); ebatlama, kenar bandı, delik, montaj, paketlenme, sevkiyat hazırlıkları ve sevkiyat prosesleridir.
- Çıkış (Dispose); ürünlerin müşteriye teslimidir.

Şekil 7.3'te sistemin işleyişini gösteren mantıksal model verilmiştir. Şekil 7.3'e göre üretimde temel olarak dört istasyonun ve panellerin kesim işlemi için; bir ebatlama makinesi, parçaların kenar bandı ve varsa kanal işlemleri için bir kenar bandı makinesi, parçaların delinmesi işlemi için; dört delik makinesi ve dört montaj masası bulunmaktadır. Ebatlama makinesinde; bir operatör, kenar bandı makinesinde bir operatör ve bir ortacı, delik makinelerinde birer operatör, montaj masalarında beşer işçi, modül paketlenmede iki işçi, sevkiyat işleminde ise iki işçi çalışmaktadır. Sevkiyat için yükleme yapılırken ise tüm montaj, paketlenme ve sevkiyat hazırlık işlemleriyle ilgilenen çalışanlar görev almaktadır.



Şekil 7.3. Sistemin mantıksal modeli.

Üretim süreci, gövde, kapak ve arkalık için kullanılan panellerin sisteme gelişiyle başlamaktadır. Paneller ebatlama makinesinde iş emirlerine uygun boyutlarda kesilir. Kesilen kapaklar fason üretime gönderilir ve kapak parçalarının kenar bandı ve boyama işlemleri burda gerçekleştirilir. Gövde parçaları kenar bandı işlemi, arkalık parçaları ise delik işlemi ile üretimdeki akışını sürdürür. Gövde parçalarının %30'u Delik Makinesi 1'de, %70'i Delik Makinesi 2'de, arkalıklar ise Delik Makinesi 3'te delinir. Fason üretimden gelen kapaklar için ise ayrı bir delik makinesi olan Delik Makinesi 2.2 kullanılmaktadır. Tüm parçalar delindikten sonra bir arkalık, ortalama bir kapak ve ortalama altı gövde parçası ile ürünün montajı yapılır. Montaj işlemi sonucunda oluşan nihai ürüne modül adı verilmektedir. Montaj işlemi için dört ayrı montaj masası bulunmaktadır. Montaj sırasında yarı mamullerin yanında montaj için gerekli veya kullanıcı kullanım kolaylığı sağlayan sarf malzemeler de (Kavela, vida, kulp vb.) kullanılmaktadır. Montajda FIFO prensibiyle ürün akışı sağlanmaktadır. Montaj işleminden sonra modüller paketlenerek, sevkiyat hazırlıkları yapılır. Hazırlıklar sırasında ürünlerin kaydı, tartımı yapılır ve yükleme emri alınır. Ürünlerin sevkiyat için bekleme süresi ortalama 20 dakikadır. Daha sonrasında ürünler tırlara yüklenerek sevkiyat gerçekleştirilir. Sevkiyat için üçüncü parti lojistik hizmetinden faydalanılmaktadır. Ortalama 3 ile 24 saat arasında sevkiyatı tamamlanan nihai ürünler, müşterilere veya bayilere teslim edilir.

7.2.5. Modelin Doğrulanması ve Geçerlenmesi

7.2.5.1. Modelin Doğrulanması

Çalışma kapsamında tasarlanan modelin doğrulanması için; animasyon, kod kontrolü ve çıktıların kontrolü teknikleri kullanılmıştır.

- Animasyon: Kurulan animasyon yardımıyla tasarlanan simülasyon modelinin, mobilya fabrikasının mevcut üretim hattı akışına uygun olduğu görülmüştür. Darboğaz oluşan istasyonların ve sistem akışının benzer olduğu tespit edilmiştir.
- Kod Kontrolü: Yapılan benzetim çalışması, fabrika mühendislerine gösterilerek uzman görüşü ile model doğrulanmıştır.

- Çıktıların Kontrolü: Mevcut verilerdeki toplam üretilen ve sevk edilen modül sayısı ile tasarlanan simülasyon modeli verilerinin karşılaştırılması Çizelge 7.4'te verilmiştir. Tasarlanan sistemin gerçek sistemle %99,13 oranında benzerlik gösterdiği görülmüştür.

Çizelge 7.4. Gerçek veriler ile tasarlanan benzetim verilerinin karşılaştırılması.

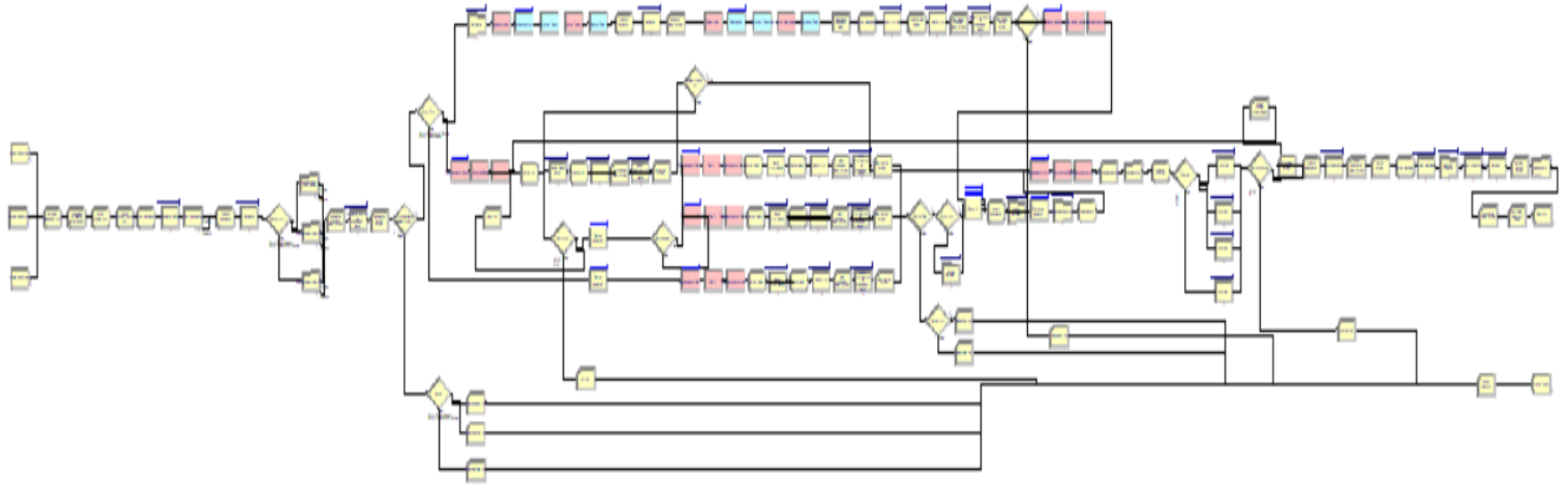
Değişken	Mevcut Ürün Sayısı	Benzetim Sonucu Elde Edilen Ort. Ürün Sayısı	Benzerlik (%)
Sevk edilen modül sayısı	115	116	99,13

7.2.5.2.Modelin Geçerlenmesi

Modelin girdilerinin değiştirilerek, çıktıların üzerinde meydana getirdiği değişikliklerin incelenmesi için mevcut modele duyarlılık analizi yapılmıştır. Duyarlılık analizinde, tüm işlem süreleri yarıya indirilerek, 10 tekrarla sistem çalıştırılarak modeldeki değişim gözlenmiştir. Sistemdeki sevkiyat süreçleri öncesindeki üretim süresinin mevcut durum modeli ve duyarlılık analizi ile elde edilen sonuçları Çizelge 7.5'te verilmiştir.

Çizelge 7.5. Sistem modeli ve duyarlılık analizi sonuçları.

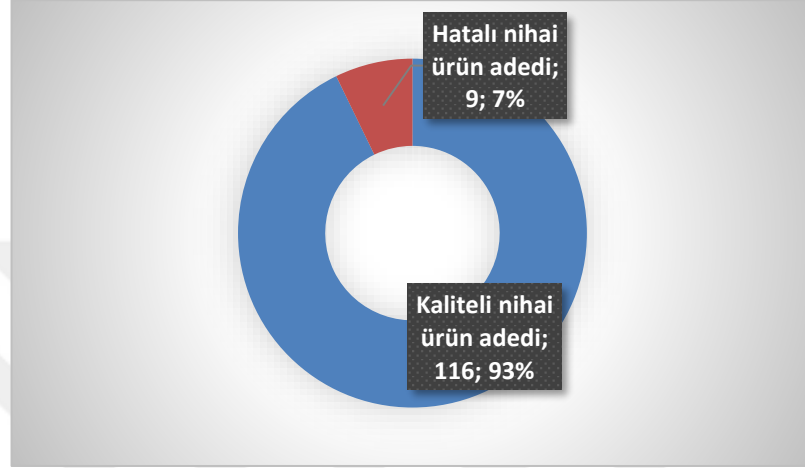
	Üretim Süresi	
Tekrar	Mevcut Durum (sa.)	Duyarlılık Analizi (sa.)
1	23,87	12,86
2	27,46	14,32
3	27,80	12,08
4	23,08	11,89
5	28,81	15,60
6	28,81	12,36
7	28,16	13,07
8	24,4	11,80
9	24,20	12,43
10	23,60	12,28
Ortalama	26,02	12,87



Şekil 7.5. Mevcut durum sistem görüntüsü.

Şekil 7.5’e göre mevcut sistem; geliş, ebatlama, kenar bandı, delik, montaj ve sevkiyat bölümlerinden oluşmaktadır. Sistemin istasyonlar bazında ekran görüntüleri Ek B’de verilmiştir.

Modelleme sonucu mevcut duruma ilişkin üretim çıktıları Şekil 7.6’da verilmiştir.



Şekil 7.6. Mevcut durum üretim çıktıları.

Şekil 7.6’ya göre üretilen 125 modülün %7’si hatalı, %93’ü ise sağlamdır. Bu durumda yeniden işlemler ihmal edildiğinde işletmenin kalite oranı %93 olarak belirlenebilir.

Ayrıca mobilya imalat işletmesi için simülasyon tabanlı “*yeşil karar destek sistemi*” kurularak, işletmenin çevresel sonuçları da araştırılmıştır. Şekil 7.7’de araştırılan değişkenlerin simülasyon modelindeki tanımlamaları verilmiştir.

Statistic - Advanced Process			
	Name	Type	Expression
1	Uretilen mamul toplam	Output	Montaj1.NumberOut + Montaj2.NumberOut + Montaj3.NumberOut + Montaj4.NumberOut
2	Kaliteli mamul toplam	Output	(Montaj1.NumberOut + Montaj2.NumberOut + Montaj3.NumberOut + Montaj4.NumberOut)*Montaj kaliteli urun oranı
3	Modul Cevrim suresi_dk_ist. arasi tasima ve bekleme haric	Output	(TMIN(ebatlama cevrim suresi)*OVALUE(Makine calistirma sayisi_ebatlama) + TMIN(KB cevrim suresi) *Bir moduledeki ortalama govde parcası sayısı + TMIN(Delik kapak cevrim suresi) + TMIN(Delik1 cevrim suresi)*Bir moduledeki ortalama govde parcası sayısı*Delik1de delinen govde parcası oranı + TMIN(Delik2 cevrim suresi)*Bir moduledeki ortalama govde parcası sayısı*Delik2de delinen govde parcası oranı + TMIN(Delik3 cevrim suresi)*Bir moduledeki ortalama govde parcası sayısı*Delik3te delinen govde parcası oranı + TMIN(Delik3 cevrim suresi) + TMIN(Montaj işlem suresi) + TMIN(Modul paketleme işlem suresi))/OVALUE(Uretilen mamul toplam)
4	Modul Cevrim Suresi_VA_dk	Output	(TMIN(Ebatlama makinesi işlem suresi) * OVALUE(Makine calistirma sayisi_ebatlama) + TMIN(KB makinesi işlem suresi) * Bir moduledeki ortalama govde parcası sayısı + TMIN(Delik kapak makinesi işlem suresi) + TMIN(Delik1 makinesi işlem suresi) * Bir moduledeki ortalama govde parcası sayısı*Delik1de delinen govde parcası oranı + TMIN(Delik2 makinesi işlem suresi) * Bir moduledeki ortalama govde parcası sayısı * Delik2de delinen govde parcası oranı + TMIN(Delik3 cevrim suresi)*Bir moduledeki ortalama govde parcası sayısı*Delik3te delinen govde parcası oranı + TMIN(Delik3 makinesi işlem suresi) + TMIN(Montaj işlem suresi))/OVALUE(Uretilen mamul toplam)
5	Makine calistirma sayisi_ebatlama	Output	(OVALUE(Uretilen mamul toplam) / (Bir panelden cikan ortalama arkalik sayisi * Ebatlama parti buyuklugu)) + ((OVALUE(Uretilen mamul toplam)*Bir moduledeki ortalama govde parcası sayısı) / (Bir panelden cikan ortalama govde parcası sayısı*Ebatlama parti buyuklugu)) + (OVALUE(Uretilen mamul toplam) / (Bir panelden cikan ortalama kapak sayisi*Ebatlama parti buyuklugu))
6	Modul Enerji KW	Output	(TMIN(Ebatlama makinesi işlem suresi)* Enerji_dkda_Ebatlama * OVALUE(Makine calistirma sayisi_ebatlama))/ OVALUE(Uretilen mamul toplam) +(TMIN(KB makinesi işlem suresi)* Enerji_dkda_KB * Bir moduledeki ortalama govde parcası sayısı) +(TMIN(Delik kapak makinesi işlem suresi)* Enerji_dkda_Delik kapak +TMIN(Delik1 makinesi işlem suresi) * Bir moduledeki ortalama govde parcası sayısı * Delik1de delinen govde parcası oranı * Enerji_dkda_Delik1+TMIN(Delik2 makinesi işlem suresi) * Bir moduledeki ortalama govde parcası sayısı * Delik2de delinen govde parcası oranı * Enerji_dkda_Delik2 + TMIN(Delik3 cevrim suresi)*Bir moduledeki ortalama govde parcası sayısı*Delik3te delinen govde parcası oranı * Enerji_dkda_Delik3 + TMIN(Montaj işlem suresi) * Enerji_dkda_Montaj
7	Modul Kompresor KW	Output	(TMIN(Ebatlama makinesi işlem suresi)* Kompresor_dkda_Ebatlama * OVALUE(Makine calistirma sayisi_ebatlama))/ OVALUE(Uretilen mamul toplam) +(TMIN(KB makinesi işlem suresi)* Kompresor_dkda_KB * Bir moduledeki ortalama govde parcası sayısı) +(TMIN(Delik kapak makinesi işlem suresi)* Kompresor_dkda_Delik Kapak +TMIN(Delik1 makinesi işlem suresi) * Bir moduledeki ortalama govde parcası sayısı * Delik1de delinen govde parcası oranı * Kompresor_dkda_Delik1+TMIN(Delik2 makinesi işlem suresi) * Bir moduledeki ortalama govde parcası sayısı * Delik2de delinen govde parcası oranı * Kompresor_dkda_Delik2 + TMIN(Delik3 cevrim suresi)*Bir moduledeki ortalama govde parcası sayısı*Delik3te delinen govde parcası oranı * Kompresor_dkda_Delik3 + TMIN(Delik3 makinesi işlem suresi) * Kompresor_dkda_Delik3) + TMIN(Montaj işlem suresi) * Kompresor_dkda_Temizlik
8	Modul Toz mgm3	Output	(TMIN(Ebatlama makinesi işlem suresi)* Toz_dkda_Ebatlama * OVALUE(Makine calistirma sayisi_ebatlama))/ OVALUE(Uretilen mamul toplam) +(TMIN(KB makinesi işlem suresi)* Toz_dkda_KB * Bir moduledeki ortalama govde parcası sayısı) +(TMIN(Delik kapak makinesi işlem suresi)* Toz_dkda_Delik Kapak +TMIN(Delik1 makinesi işlem suresi) * Bir moduledeki ortalama govde parcası sayısı * Delik1de delinen govde parcası oranı * Toz_dkda_Delik1+TMIN(Delik2 makinesi işlem suresi) * Bir moduledeki ortalama govde parcası sayısı * Delik2de delinen govde parcası oranı * Toz_dkda_Delik2 +TMIN(Delik3 makinesi işlem suresi) * Bir moduledeki ortalama govde parcası sayısı * Delik3te delinen govde parcası oranı * Toz_dkda_Delik3+ TMIN(Delik3 makinesi işlem suresi) * Toz_dkda_Delik3)
9	Modul Gurultu dBA	Output	(TMIN(Ebatlama makinesi işlem suresi)* Gurultu_dkda_Ebatlama * OVALUE(Makine calistirma sayisi_ebatlama))/ OVALUE(Uretilen mamul toplam) +(TMIN(KB makinesi işlem suresi)* Gurultu_dkda_KB * Bir moduledeki ortalama govde parcası sayısı) +(TMIN(Delik kapak makinesi işlem suresi)* Gurultu_dkda_Delik Kapak +TMIN(Delik1 makinesi işlem suresi) * Bir moduledeki ortalama govde parcası sayısı * Delik1de delinen govde parcası oranı * Gurultu_dkda_Delik1+TMIN(Delik2 makinesi işlem suresi) * Bir moduledeki ortalama govde parcası sayısı * Delik2de delinen govde parcası oranı * Gurultu_dkda_Delik2 +TMIN(Delik3 makinesi işlem suresi) * Bir moduledeki ortalama govde parcası sayısı * Delik3te delinen govde parcası oranı * Gurultu_dkda_Delik3+ TMIN(Delik3 makinesi işlem suresi) * Gurultu_dkda_Delik3) + TMIN(Montaj işlem suresi) * Gurultu_dkda_Montaj
10	Modul Aydinlatma KW	Output	(TMIN(Cevrim suresi) * Aydinlatma_dkda_Gene) / OVALUE(Uretilen mamul toplam)
11	Modul Basina Fire m2_Muhendislik	Output	(OVALUE(Makine calistirma sayisi_ebatlama) * (OVALUE(Bir Paneldeki Toplam m2 AR_G_K) - (OVALUE(Bir Paneldeki Toplam m2 AR_G_K)* Ebatlama fire oranı))) / OVALUE(Uretilen mamul toplam)
12	Bir Paneldeki Toplam m2 AR_G_K	Output	Panel olcusu_arkalik m2+ Panel olcusu_govde m2 + Panel olcusu_kapak m2
13	Modul Basina Fire m2_Proses firesi	Output	Kb yapılacak govde parca_toplam m2 * KB fire oranı + Delik yapılacak arkalik_toplam m2 * Delik3 fire oranı + Delik yapılacak govde parca_toplam m2 * Delik1 ve 2 fire oranı + Delik yapılacak govde parca_toplam m2 * Delik3 fire oranı + Delik yapılacak kapak_toplam m2 * Delik kapak fire oranı + Montajlanacak modul_m2 * Montaj fire oranı

Şekil 7.7. Yeşil karar destek sisteminin Arena’da tanımlı değişkenleri ve hesaplamaları.

Şekil 7.7’deki tanımlamalar kullanılarak hesaplanan bir nihai ürünün üretilmesinde etkisi olan çevresel çıktılar, modül bazında değerlendirilmiştir. Çizelge 7.6’da işletmede bir ürün üretebilmek için; meydana gelen çevresel çıktılarından aydınlatma için kullanılan enerji, ürün tasarımındaki firelerden kaynaklanan mühendislik firesi, üretimdeki hatalardan kaynaklanan proses firesi, makinelerin üretim için kullandığı enerji miktarı, toz emişi için kullanılan kompresörlerin tükettiği enerji miktarı, makinelerin çalışmasında meydana gelen gürültü şiddeti ve üretim sırasında maruz kalınan toz miktarları hesaplanmıştır.

Çizelge 7.6. Çevresel çıktıların modül bazında etkileri.

Modül Başına Çevresel Çıktılar	Birim	Değer
Aydınlatma	KW	20,1929
Mühendislik firesi	m ²	2,1468
Proses firesi	m ²	0,1690
Enerji	KW	1,5528
Kompresör	KW	10,1345
Gürültü	dBA	2,7854
Toz	mg/m ³	0,1824

Çizelge 7.6 sonuçları, işletmelerin bir modül üretirken kullanılan toplam enerjinin; %63,34’ünün aydınlatma, %32,79’unun kompresör, geriye kalanın ise makineyle üretim için harcandığı görülmüştür. Üretim fireleri incelendiğinde ise %92,70’inin mühendislik firesi ve %7,29’unun süreç (proces) firesi olduğu gözlenmiştir.

7.2.8. Önerilen Stratejik Yol Haritası ve Sistem İyileştirmesi

İşletmenin SEMM ve mevcut durum simülasyon sonuçları dikkate alınarak, işletmeye uzun, orta ve kısa vadede stratejik yol haritası sunulmuş ve sistem için dijitalleşme içeren alternatif bir çözüm önerisi getirilmiştir.

7.2.8.1. Önerilen Stratejik Yol Haritası

İşletmenin mevcut durumu göz önüne alındığında kısa/orta ve uzun vadedeki stratejik planlarında aşağıdaki yol haritası önerilmektedir.

Çizelge 7.7. İşletme için önerilen yol haritası.

Boyutlar	Stratejik Plan Dönemi	Öneriler
Strateji	Kısa	- İşletmenin dijital dönüşüm sorumlusunun belirlenmesi - Dijital dönüşüm ekibinin kurulması - Stratejik amaç ve hedeflerin dijital dönüşümü kapsayacak şekilde yeniden düzenlenmesi - İşletmenin temel ve etik değerlerinin güncellenerek, yazılı hale getirilmesi - Vizyon ve misyonunun yeniden düzenlenmesi - Stratejik planlarının yapılması - Dijital dönüşüm el kitabının hazırlanması - Detaylı SWOT ve risk analizlerinin yapılması
	Orta	- Şirket içi iletişim platformlarının oluşturulması - İşletmedeki iş ve iş yapış biçimlerinin yeniden gözden geçirilmesi
	Uzun	- İki yönlü liderlik anlayışının benimsenmesi - Haber odalarının kurulması
Müşteriler	Kısa	- SEO Optimizasyonu - Müşteri memnuniyetinin ölçülmesi - Müşterilerin verileri (Satış öncesi, satış ve satış sonrası verileri) toplanarak bir algoritma ile satış tahmini, ürün geliştirme, stok tutma, fiyat belirleme gibi kararlarda bu verilerin analizinden faydalanılması - Projelerin proje yönetim yazılımı ile takip edilmesi - Web sitesinde dijital asistanların kullanılması - Sosyal medya hesaplarının oluşturulması - Müşterilerle ortak bir CRM yazılımının kullanılması - Müşterilerin iş süreçlerine katılımını sağlayacak yeni iş modellerinin geliştirilmesi
	Orta	- Müşteri geri bildirimleri, satış sonrası hizmetler ve ürün değerlendirmelerinin yönetim sistemiyle bütünleşmiş ve anlık olarak izlenebilmesinin sağlanması

		- Müşteri verilerinin gerekli paydaşlarla paylaşıldığı platformların kullanılması
	Uzun	-Müşteri deneyimini iyileştirebilecek AR/VR gibi dijital teknolojilerin kullanılması
Çalışanlar	Kısa	- Kurum içi/dışı tüm paydaşların dijital dönüşüm farkındalığının sağlanması - Paydaş beklenti-istek ve şikâyetlerinin alınması - Çalışanlara teknik konular dışında eğitimler verilmesi - Eğitim planlamalarında online eğitimlere yer verilmesi yapılması - Yeni iş kollarının öğrenilmesi ve gerekli istihdam alanlarının belirlenmesi - Yeni iş kollarından çalışanların istihdam edilmesi ya da var olan personele gerekli yetkinliğin kazandırılması
	Orta	- Dijital eğitim takip sisteminin kurulması - Belirli iş kollarındaki çalışanlara sorumlu olduğu iş süreçlerine uzaktan erişim imkânı sunulması - Çalışma ortamı tasarımının yapılması
	Uzun	-Çalışanlara yerel liderlik imkânlarının tanınması (İşin tüm sorumluluğunu ve son kararı verme yetkisinin belirli grup çalışanlara verilmesi) - Motive ve yetkin çalışan gruplarının kendi aralarında eğitimler düzenlemesi
Süreç Yönetimi	Kısa	- İşletme makro ve mikro KPI (Key Performance Indicator) ve KVI (Key Value Indicator) 'larının belirlenmesi - Yalın ve çevik üretim tekniklerinin kullanımı - MES sistemlerinin kullanılması - Üretimde hata ayıklama süreçlerinin dijitalleşmesi
	Orta	-Yönetim süreçlerinde Dökümantasyon Yönetim Sisteminin (DYS) kullanılması (Tamamen kağıtsız ortama geçilmesi) - Üretim süreçlerinde sistem entegrasyonunun sağlanması - Makinelerin birbiriyle haberleşmelerini entegre edebilme - Üretim ve yönetimde birer pilot bölge seçilerek, bu bölgelerde (üretim için stok veya lojistik, yönetim için insan kaynakları önerilir) dijital dönüşüm çalışmalarının yapılması
	Uzun	-ERP ve iş zekâsı uygulamalarının entegrasyonu -Uzaktan bakım, fabrika erişimi sistemlerinin kullanılmaya başlanması -Tekrarlayan süreçlerde RPA teknolojisinin kullanılmaya başlanması
	Kısa	- Teknolojik altyapı ihtiyaçlarının ve eksikliklerini belirlenmesi - Yazılım ve donanım sistemlerinin güvenliğini artırma

Teknoloji ve Veri Yönetimi		- Pilot bölgeler için teknoloji ihtiyaç analizinin yapılması - İşletme genelinde iş süreçlerinin yürütülebilmesi için kritik olarak belirlenen alanlar için teknoloji ihtiyaç analizinin yapılması - Veri tabanlarının oluşturulması ve verilerin sınıflandırılarak toplanması (Büyük veri oluşturma) - Veri protokolleri ve yazılımlarının araştırılması - Veri yönetim planlarının oluşturulması - Gömülü sistemler, sensör, barkod, RFID, GPS teknolojilerinin yapılandırılması
	Orta	- Tüm sistemlerin birbiriyle entegre edilmesi (ERP, MES gibi çözümler) - Veri merkezlerinin kurulması - Bulut bilişim sistemlerinin kullanılması - Toplanan verilerin analizlerinin yapılması (Büyük veriden anlamlı sonuç çıkarılması)
	Uzun	- Makinelerden otomatik veri toplama sistemlerinin kurulması (nesnelerin interneti) - Belirlenen teknolojilerin yatırımının yapılması ve uygulanmaya başlanması
Kurum Kültürü	Kısa	- Çalışan eğitim planlarının yeni stratejik planlarda belirlenen dijital dönüşüm eğitimlerini kapsayacak şekilde güncellenmesi -Üst yöneticilere yeni liderlik yaklaşımlarıyla ilgili eğitimler verilmesi -Farklı departmandaki çalışanların iş dışında yapabilecekleri etkinlikler düzenlenmesi - Departmanlar arası bilgi paylaşımının ve etkileşimin sağlanması - Çevresel ve toplumsal projelerin arttırılması
	Orta	- Geliştirilen projelere paydaşların katılımının sağlanması
	Uzun	- Kurum kültür ve değerlerinin işletmenin değişim dinamiklerine göre yeniden güncellenmesi
İnovasyon	Kısa	- Fikir yönetim sistemlerinin kullanılmaya başlanması - Ar-Ge merkezi açılması için gerekliliklerin belirlenmesi - Kurum içi/dışı proje yarışmalarının yapılması - Kurum dışı iş birliklerin arttırılması
	Orta	- Ar-Ge merkezinin kurulması - Açık inovasyon platformlarının oluşturulması - Marker hareketinin başlatılması için çalışanların desteklenmesi
	Uzun	- İşletmede pozitif hata yapma kültürünün oluşturulması - Patent çalışmalarının yapılması - Başarısızlık toplantılarının düzenlenmesi ve ödülleri verilmesi

Çizelge 7.7’den özetle işletmede dijital dönüşümün sağlıklı bir şekilde gerçekleştirilebilmesi için uygulamaları işletme genelinde yapmak yerine, işletme için kritik öneme sahip pilot bölgeler belirlenerek başlanmalıdır. Bunun için işletmede öncelikle kurum içi ve dışı dijital farkındalık sağlanmalı, yönetimin tam desteği alınarak stratejik planlar yeni süreçlere göre yapılmalı, üretim ve yönetim süreçlerinin yalın olması sağlanmalı, teknolojik altyapı oluşturulmalı, bilgi güvenliği sağlanmalı, kurum içi/dışı iletişim güçlendirilmeli ve tüm verilere dijital ortamda erişilebilmelidir. Bu aşamadan sonra iş süreçlerinde tam otomasyonun sağlanması, gerçek zamanlı verilerin toplanması, tam entegrasyon ve ihtiyaç duyulan dijital teknolojilerin devreye alınması süreçleri ele alınmalıdır.

7.2.8.2. Önerilen Sistem İyileştirmesi

İşletmedeki üretim sırasındaki katma değerli üretim süresinin çevrim süresi içerisinde çok düşük bir paya sahip olması, işletmenin panel tedarikinde yaşadığı sorunlar ve müşteri taleplerinin ancak fazla mesai yapılarak istenilen zamanda karşılanabilmesi nedenleriyle, işletmenin özellikle performansının ve kaliteli ürün oranının artırılması hedeflenmiştir.

Bu nedenle işletmenin mevcut sisteminde aşağıdaki değişiklikler yapılarak alternatif durum oluşturulmuştur:

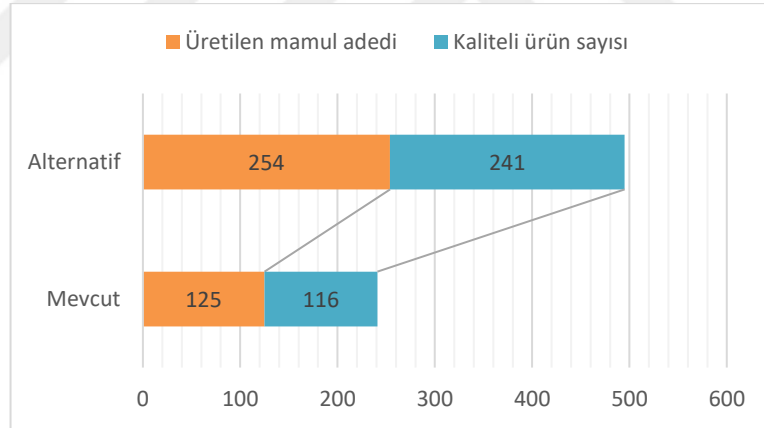
- Delik istasyonunda sadece arkalık delmek için kullanılan “Delik 3 makinesi”, boş kaldığı zamanlarda gövde parçalarının delinmesinde de kullanılmıştır. Sonuç olarak gövde parçaları için %30 “Delik 1”, %50 “Delik 2”, %20 “Delik 3” makinesi kullanılmıştır. Arkalık parçalarına üretim önceliği verilmiştir.
- İşletmede iş emirlerinin makinelere manuel olarak girilmesi birçok hataya ve beklemeye sebebiyet vermektedir. Bu sorunun çözülebilmesi için makine ile entegre edilebilen “MES (Manufacturing Execution System -Üretim Yönetim Sistemi) çözümleri” kullanılmıştır. Bu sayede ürün reçetesi verileri makinelere otomatik olarak aktarılmış ve üretim performansı analiz edilebilmiştir.
- İşletmede hem değer katmayan kalite kontrol faaliyetlerinin süresini azaltmak hem de üretim fireleri en kısa zamanda ilk istasyonlardayken tespit edebilmek

amacıyla, sensör sistemi kullanılmıştır. Bütünleştirilen sensör sistemi, görüntü işleme teknolojisiyle çalışarak hatalı yarı mamulleri tespit etmektedir. Sensör sistemi ile hatalı yarı mamul tespit edildiğinde kırmızı, kaliteli yarı mamul geçişlerinde ise yeşil ışık yanmakta ve işçiler yarı mamulleri bu ışıklara göre ayırmaktadır. Çalışmada hata ayıklama işleminin, sensörlerle ortalama 5 saniye içerisinde yapabildiği varsayılmıştır.

7.2.9. Alternatif Senaryoların Karşılaştırılması

İşletmede önerilen süreç iyileştirmeleri yapıldığında sistemdeki değişimler incelenmiş ve analiz edilmiştir.

Şekil 7.8’de iyileştirme sonucunda üretim çıktılarında meydana gelebilecek değişiklikler verilmiştir.



Şekil 7.8. Üretim çıktıları karşılaştırılması.

Şekil 7.8’e göre işletmenin üretimi %103,20 oranında artış göstermiş ve hatalı ürün üretimi %28,92 oranında azalmıştır. Bu durum işletmenin kalite oranını %92,80’den %94,88’e çıkarmış, bir başka ifade ile kalite oranında %2,24’lük bir iyileştirme sağlamıştır.

Çizelge 7.8’de iyileştirme sonucunda çevresel çıktılarında meydana gelebilecek değişiklikler verilmiştir.

Çizelge 7.8. Çevresel çıktıların modül bazında etkileri.

Modül Başına Çevresel Çıktılar	Birim	Mevcut	Alternatif	
Aydınlatma	KW	20,1929	4,7378	
Mühendislik firesi	m ²	2,1468	2,1468	
Proses firesi	m ²	0,1690	0,0977	
Enerji	KW	1,5528	1,7067	
Kompresör	KW	10,1345	10,6947	
Gürültü	dBA	2,7854	2,8809	
Toz	mg/m ³	0,1824	0,1928	

Bar chart showing percentage changes for environmental outputs:

- Toz: 5,70% (Red bar)
- Gürültü: 3,43% (Red bar)
- Kompresör: 5,53% (Red bar)
- Enerji: 9,91% (Red bar)
- Proses Firesi: -42,19% (Green bar)
- Mühendislik firesi: 0,00% (Green bar)
- Aydınlatma: -76,54% (Green bar)

Çizelge 7.8'e göre bir nihai ürün (Modül) üretirken aydınlatma için kullanılan enerjinin önerilen iyileştirme ile %76,54 oranında azaldığı, mühendislik firesi değişmez iken, proses firesinin %42,19 oranında düştüğü görülmüştür. Diğer çevresel çıktılar ise düşük miktarlarda artış gösterdiği tespit edilmiştir. Ancak bu artışın simülasyonda tanımlanan saptamalardan meydana geldiği söylenebilir.

BÖLÜM 8

SONUÇ

İşletmelerde değişimin tetiklenmesi ve organizasyonel değer yaratma gibi ihtiyaçların oluşması dijital dönüşüm önemli hale gelmiştir [238]. Bu nedenle işletmelerin mevcut durumunu belirleyerek, gerekli iyileştirme ve değişimlerin işletme bünyesinde başlatılması gerekir. Bu sayede işletmelerin dijital dönüşüm sürecinde takip edebilecekleri bir yol haritası geliştirmesi sağlanabilecektir [199].

Dijital dönüşümün giderek hız kazanması, yeni stratejiler ve uygulama planları geliştirmeyi bir zorunluluk haline getirmiştir. Çalışmada üretim işletmelerinin dijital olgunluk düzeylerinin belirlenmesinin yanı sıra, Türkiye'nin dijital dönüşümdeki konumunun da gösterilmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla Türkiye'yi temsil eden yeterli örneklemle çalışılmış ve üretim işletmelerinde dijital olgunluk düzeyi, SEMM modeli için geliştirilen ölçekler ve bunların değerlendirilmesinde kullanılan yeni yöntemler ile belirlenmiştir. Modelin doğruluğu; güvenilirlik ve geçerlilik analizi ve saha incelemeleri sonucunda yapılan yüz yüze değerlendirmeler ile ölçülmüştür. Örneklem büyüklüğü hesaplanarak işletme verileri alınmıştır. Alınan veriler içerisindeki aykırı ve uç değerler de temizlenerek model kurulmuştur.

Bu araştırma kapsamında geliştirilen SEMM, üretim işletmelerinin tüm tedarik zincirini ve dijitalleşmenin tüm boyutlarını (İş, organizasyon, süreç ve yöntemler, teknoloji) ele almıştır. Ayrıca model, bütün üretim sektörlerine ve farklı büyüklüklerdeki işletmelere cevap vermektedir.

Son yıllarda yapılan çalışmalarda işletme bünyesinde uygulanan çevresel faaliyetlerin, işletmelere sürdürülebilirlik açısından avantaj sağlayacağı ve dijital dönüşümün de çevresel sürdürülebilirliği iyileştireceğinden bahsedilmektedir [246]. Ayrıca yeni dijital teknolojilerin enerji kaynaklarının kontrolü ve yönetim süreçlerinde etkisi

olabileceği de düşünülmektedir [168]. Bu kapsamda IBM çevresel etkilerin sistemler üzerindeki etkilerini araştırmak için “İklim Etkisi Derecelendirme API'sı (Climate Impact Rating API)” teknolojisini geliştirmiştir [239]. Son yıllardaki iklim etkisinin derecelendirilmesinin bir göstergesi olan API teknolojisindeki gelişmeler nedeniyle, işletmelerin dijital olgunluğu değerlendirilirken, enerji kullanımı ve çevreye duyarlılığının etkisi de önem arz etmektedir. Bu nedenle tez çalışmasında işletmelerin sürdürülebilirlik kapasitesi de SEMM kapsamında değerlendirilmiştir. Oluşturulan modelde; işletmelerin çevresel/toplumsal sorumluluğu, ürün geri kazanımlarını, yenilenebilir enerji kullanma durumu, kalite yönetim sistemleri ve enerji yönetimi unsurlarına yer verilmiştir.

Modelin doğrulanması amacıyla pek çok nicel ve nitel teknikten faydalanılmıştır. Türkiye’de faaliyet gösteren işletmelerden alınan iki örnekleme ($n_1=50$, $n_2=80$) modelin doğrulama ve geçerlemesi yapılmıştır. Ölçeğin doğrulanması ve geçerlemesinde ise “açıklayıcı faktör analizi” ve güvenirlik analizi “cronbach alpha yöntemi” kullanılmıştır. Analiz sonuçları, çalışma kapsamında geliştirilen modelin tutarlı ve soruların herkes tarafından aynı şekilde algılanabilir olduğunu bir başka ifade ile Türkiye’deki işletmelerde uygulanabilir olduğunu göstermiştir. SEMM yeterli sayıda işletmeye uygulandığı için ($n=417$) araştırma kapsamında yapılan analiz sonuçları da güvenilir olduğu söylenebilir.

Literatürdeki modellerin doğrulama ve geçerlemesi, vaka çalışmaları [186,257] veya tek örneklem kullanarak faktör analizi [209,291] ile yapılmıştır. Yapılan diğer çalışmalardan farklı olarak, birinci örnekleme ($n=50$) yapılan faktör analizinin doğrulanması amacıyla da bu çalışmada ikinci bir örnekleme daha yer verilmiştir. Ayrıca çevresel sorumluluğun giderek önem kazandığı günümüzde, SEMM kriterlerinde çevresel unsurlara da yer verilerek literatürdeki eksikliğin tamamlandığı düşünülmektedir.

Çalışmadan elde edilen sonuçlara göre, Türkiye’nin genel dijital olgunluk puanı “2,43” ve “*Araştıran*” seviyesinde olduğu tespit edilmiştir. Bu sonuç, Türkiye’nin dijital dönüşümün öneminin farkına vardığını, uygun olan süreç ve sistemleri entegre etmeye istekli olduğunu ve bunların tespiti için araştırmalar yaptığını göstermektedir.

Ayrıca Türkiye'nin dijital dönüşümün önemini ve anlamını kavradığı, ancak süreçlerinde uygulama konusunda gerekli aksiyonların henüz alınmadığını da göstermektedir. Türkiye'deki işletmelerin dijital dönüşüm yol haritasının belirlenmesi konusunda desteklenmesi ile işletmelerin dönüşüm başarısını arttırabilmesi mümkün kılınmaktadır. Modelin kriterler bazında ise “çalışanların bilgi ve yetkinlik düzeylerinin” en yüksek, işletme bünyesinde gerçekleşen “Ar-Ge faaliyetlerinin iş süreçlerine etkisinin” ise en düşük dijital olgunluğa sahip olduğu tespit edilmiştir.

Çalışma sonuçları, Türkiye’de faaliyet gösteren işletmelerin; dijital olgunluk puanlarına göre stratejilerinde dijital dönüşüme yer vermeye çalışırken; işletmelerin vizyon, misyon, vb. kavramları net olarak benimseyemediği ve çalışanlarına yeterince bilgi, deneyim ve kaynak aktararak rehberlik edemediği göstermektedir. Bu durum dijital dönüşüm çalışmalarının üst seviye yöneticileri tarafından benimsenirken, diğer seviyedeki çalışanlarının yeterince benimseyememesine ve sahiplenememesine neden olmaktadır.

Araştırma sonuçlarına göre Türkiye’deki üretim işletmelerinin dijital süreçlere önem verdiğini, stratejik planlarında yer verdiğini, ancak aksiyon alınması konusunda çekimser davrandığını göstermiştir. Ayrıca işletmelerin; regülasyon ve denetim faaliyetlerine uyumunun yüksek olduğunu, etik ve temel değerlerini net bir şekilde tanımladığını göstermiştir. Bununla birlikte mevcut iş modellerini hızlı bir şekilde değiştirebileceğini, ancak misyon ve vizyonunun tüm çalışanları tarafından benimsenemediğini ve çalışanlarına yeterince bilgi, deneyim ve kaynak aktararak rehberlik etme konusunda kararsız kaldığını göstermektedir.

İşletmeler mevcut sistemlerindeki süreçlerden değer katmayanlarını kaldırılma ve iş modellerinin güncellenmesi konusunda isteklidir. Özellikle model fabrikanın yaptığı yalınlaştırma çalışmalarının sonuçlarının, bu düşüncenin gelişimine katkı sağladığı söylenebilir. Bunun yanı sıra piyasadaki değişikliklerin ve etkilerinin farkına varabilmekte, ancak gerekli aksiyonları alamamakta veya almakta gecikmektedir. Ayrıca işletmenin farklı birimlerinde çalışanların etkileşiminin sağlanması için çalışanların etkileşimini sağlayacak bir proje ekibinin oluşturulmadığı veya yeterince etkinlik düzenlenmediği de elde edilen bulgular arasındadır.

İşletmelerin müşteri odaklı olmaya çalıştığı ve müşteri katılımına verdiği önemin giderek arttığı görülmektedir. Ancak büyük veri oluşturmak yerine, her verinin toplanmaya çalışılması ve bunların müşteri yönetim süreçlerinde değer yaratacak şekilde kullanılamaması, en büyük problemlerin başında gelmektedir.

İşletmelerin çalışanlarının değişime istekli olduğunu ve iş sorumluluğunu yerine getirdiğini düşünmektedir. Ancak çalışanların “neyi” ve “neden” yaptığı konusunda net bir bilgisi olmamakta, üst yönetim ne derse onu uygulamaktadır. Bu durum, işletme bünyesinde kapsamlı bir değişim ve dönüşüm hareketinin benimsenmesinde önemli bir engeldir. Dönüşüm süreci başlasa dahi, işletmelerin bunu sürekli hale getirememesi söz konusu olabilir. Bir başka ifade ile dijital dönüşüm yolculuğunda bu tür işletmelerin başarısız olma ihtimali yüksektir. İşletmelere “Mavi yaka personele STEM” konusunda düzenli eğitimlerin verilmesi önerilebilir.

Üretim süreçlerine yeni nesil dijital teknolojilerin henüz entegre edilemediği, süreçlerin takibinin sınırlı olduğu ve yapay zekâ tabanlı sistemlerin kullanım oranının çok düşük olduğu görülmektedir. Üretim süreçlerine yeni nesil dijital teknolojilerin henüz entegre edilemediği, süreçlerin takibinin sınırlı olduğu ve yapay zekâ tabanlı sistemlerin kullanım oranının çok düşük olduğu görülmektedir. Yapay zekânın üretim sistemlerinde kullanımı; planlama, kalite güvence faaliyetleri, çizelgeleme, optimizasyon vb. gibi işletmelerin ürün kalitesini artırma, verimlilik ve performans artışını sağlaması ile birlikte, yüksek riskli karar süreçlerinden ve daha yeşil üretim için atıkların azaltılmasına kadar işletmenin pekçok üretim süreçlerinde katma değer yaratacaktır.

Veri ve teknoloji yönetiminde de üretim yönetimine benzer olarak teknolojilerin uyarlanması konusunda büyük bir isteklilik duyulduğu ve planlamaların yapıldığı görülmektedir. Ancak yatırım yapacak yeterli kaynağın bulunamaması ya da teknolojinin nasıl entegre edileceğinin yeterince bilinmemesi sebebiyle, işletmelerin çekimser kaldığı görülmüştür. Çoğu işletme bu sebeplerle yeni nesil teknolojilerin kullanılması ve çalışanlarına bunların öğretilmesi konusunda yetersiz kalmaktadır.

İşletmelerde kurum içi paylaşımlarının yapıldığı, ancak birimler arası silolaşmaların görülebileceği tespit edilmiştir. Çoğu işletmenin ise kurum dışı paylaşımdan çekindiği görülmektedir. Verilerinin gizliliğinin ihlal edileceğinden endişelenen işletmeler, verilerinin kurum dışında paylaşılmasına sıcak bakmamaktadır. Yapılan bu çalışmada “Bilgi paylaşmak istemiyorum” seçeneğini işaretleyen katılımcıların sayısı da bu hipotezi desteklemektedir.

Organizasyonel yapılarının “inovatif düşünme” ve “işletmeye bağlılığın oluşturulması” için yeterince güçlü olmadığı görülmüştür. İşletmelerde çalışanlara temel eğitimler ve sorumlu olduğu iş ile ilgili eğitimler verilirken, sosyal ve kültürel alanda verilen eğitimlerin yeterli olmadığı görülmüştür.

Gelecek araştırmalarda, SEMM modelinin ingilizce tasarlanarak global boyutta ülkeler arası bir karşılaştırma yapılabilir ve işletmelerin dijitalleşmesinde Türkiye’nin hangi konumda olduğu görülebilir. SEMM sonuçlarına göre işletmelerin dijital olgunluk seviyelerini boyutların ve kriterlerin etkileme oranları ve bu oranların işletme ölçeklerine göre değişiklik gösterip göstermediği araştırılabilir. Özellikle süreç yönetimi boyutunun işletme özeline indirgenmesi amacıyla performans belirleme analizleri yapılabilir. Hangi sektörlerin benzer dijital olgunluk puanına sahip olduğu araştırılarak, sektörel ihtiyaçlar sınıflandırılabilir. Ancak SEMM yedi ölçekte yer alan pek çok sorudan meydana geldiği için değerlendirmesi uzun zaman almaktadır. Ayrıca SEMM Türkçe dilinde tasarlandığı için global düzeyde bir araştırma yapılmasına henüz imkân tanımamaktadır. Tüm üretim sektörlerine ve farklı büyüklükte işletmeye hitap ettiği için sorular genel ve kapsamlıdır. Bu nedenle üretim yönetimi boyutunda sadece üretim ve yönetim süreçlerinin dijitalleşme düzeyi ile gerçek zamanlı izlenebilirlik seviyelerine odaklanılmıştır. Bu durum her işletmenin kendine özel karakteristiğinin olması ve bunun genel bir değerlendirme ölçeği ile ölçülmesinin gerçek sonuçları yansıtmada yeterli olmayabilir. Bundan dolayı bu tez çalışmasında bir mobilya işletmesinde hem SEMM’in doğruluğunu test edilmiş hem de işletmenin kendine özel üretim karakteristiklerini belirlenmiştir. Çalışmada SEMM uygulanıp işletmenin dijital seviyesi tespit edilmiş ve Türkiye sonuçlarıyla karşılaştırılmıştır. Daha sonra işletmenin tedarik zinciri süreçlerine yönelik simülasyon tabanlı yeşil ve dijital bir karar destek sistemi kurulmuş ve bir modülün üretilmesi sırasında meydana

gelen çevresel çıktılar belirlenmiştir. Ayrıca mobilya işletmesi için uzun, orta ve kısa vadede stratejik dijital dönüşüm yol haritası önerilmiştir. Buna ek olarak işletmenin üretim süreçlerini iyileştirebilecek dijital teknolojileri içeren alternatif bir senaryo geliştirilmiştir.

Mobilya işletmesinin SEMM sonuçları, işletmenin dijital dönüşüme henüz hazır olmadığını, ancak yönetimin “dijital değişime” istekli olduğunu göstermektedir. İşletmenin tedarik zinciri mevcut durumu sistem simülasyonu ile araştırıldığında üretim performansının düşük olduğu tespit edilmiştir. Simülasyon modelinden elde edilen sonuçlar; işletmenin üretim süreçlerinde öncelikle entegrasyona, hammadde bulma zorluğu ve sürdürülebilirliği sağlayabilmeye önem verilmesi gerektiği tespit edilmiştir. Bu nedenle hata tespitleri için sensör kullanılması ve üretimde kullanılan makinelerin CAD sistemi ile entegrasyonunun sağlandığı bir başka ifade ile iş emirlerinin dijitalleştiği bir sistem önerilmiştir. Hata tespiti için kullanılan sensörler ile işçilerin işini kolaylaştıracağı ve hızlandıracağı için işçilerin dijital dönüşüme karşı olumlu bir bakış açısı kazanmasının sağlanması da amaçlanmıştır. Yeşil bir karar destek sistemi kurularak oluşturulan simülasyon sonuçlarına göre mevcut ve alternatif sistemler karşılaştırılmış ve üretim hacminde %103,20’lik artış sağlarken, modül başına kullanılan enerji %46,24 azalmış ve %3,08 daha az fire çıkmıştır. İşletmenin köklü bir dönüşüm hareketini başlatmadan önce çalışanlarından tam destek almasının önemli olduğu, ancak rekabetten de geri kalmaması için önerilen iyileştirmeyi de uygulaması önerilmektedir. Bu sayede kalite kontrol süreçlerindeki fazla üretim ve bekleme israfları önemli ölçüde azaltılmıştır. Ayrıca iyileştirmeleri uygulamadan önce sistemdeki diğer israfların ortadan kaldırılması için yalınlaştırmasının katkı sağlayacağı da değerlendirilmiştir.

Tez çalışması sonuçları özet olarak değerlendirildiğinde, iyi bir dijital dönüşüm için işletmelerde; yönetim yaklaşımları güçlendirilmeli ve süreçler buna göre yeniden kurgulanmalı, performans metrikleri doğru biçimde zamana ve bağlama değişebilecek şekilde kurgulanmalı, İK ve teknik tarafta yetenekler güncel ve sürekli dinamik olarak uyum sağlayabilecek şekilde oluşturulmalı, BT sistemleri güncel kılınıp, süreçleri olabildiğince kolaylaştırıcı şekilde kullanılmalı, inovatif düşünce anlayışı

geliştirilmeli, sadece işletmenin sürdürülebilirliği değil, tüm değer zincirinin sürdürülebilirliği önemsenmelidir.

Çalışma sonuçlarında, dijital olgunluk araçlarının işletmelerin mevcut durumunu ortaya koyabildiği, ancak sürdürülebilirlik faaliyetlerini de içermesi gerektiği görülmüştür. Ayrıca dijital olgunluk modeli sonuçları yeşil üretimi destekleyen simülasyon tabanlı uygulamalar gibi saha çalışmalarıyla desteklenirse daha etkili sonuçlar alınabileceği görülmüştür. Ayrıca araştırmacıların gelecekte dijital olgunluk modellerini destekleyecek başka araçları araştırması, olgunluk sonuçlarını baz alarak sektörlere göre sınıflandırmalar yapması, geliştirilen yeşil ve dijital karar destek sisteminin başka sektörlerde faaliyet gösteren işletmelerde de uygulanarak, sonuçlarını değerlendirmesi önerilebilir.

Günümüzde endüstriyel devrime geçiş hızı artmıştır. İşletmelerin daha endüstri 4.0'ı farkındalığı, anlaması, uygulaması ve alışma sürecini tamamlamadan, endüstri 5.0 kavramının ortaya çıktığı ve bundan sonra da bu konseptlerin gelişmeye devam edeceğini göstermektedir. Akademik ve iş dünyası arama motorları incelendiğinde Endüstri 5.0'ın, Endüstri 4.0'dan stratejik ve daha etki merkezli olduğu görülmektedir. Ayrıca Endüstri 4.0 ile geliştirilen teknolojileri kullanarak sadece işletmelerin endüstriyel süreçlerine dahil olan insanları değil, bir bütün olarak toplumun yaşam kalitesini iyileştirmeyi hedeflediği görülmektedir. Endüstri 5.0 kavramının, işletme süreçlerin merkezinde insan olduğu ve insanların “araç” değil “amaç” olduğu organizasyon yapılarında; işletmelerin “çevik” ve “esnek” yapısı ile herhangi bir problemi veya krizi tahmin edilebilmesinde; işletmelerin sürdürülebilir ve istikrarlı üretim sağlamaları için performans ve verimliliğin düşük olduğu stratejik yapılardan ziyade, stratejisini doğrudan işletmenin olumlu etkilerini artırmaya odaklı yapılarda karşılaşılacağı görülmektedir. Bu nedenlerden dolayı Endüstri 4.0'ın tüm Türkiye üretim işletmelerinde yaygınlaştırılması ile birlikte, Endüstri 5.0 strateji ve hedeflerinin yer aldığı işletmelere yönelik uygulamaların ve bilimsel çalışmaların artırılarak, üretim işletmelerinin; daha verimli, etkin, insan odaklı ve sürdürülebilir bir üretim yapısına dönüşmesine gayret edilmelidir.

Ayrıca, süper akıllı toplumların oluşturulabilmesi için biyoenerjinin işletmelerdeki etkisinin araştırılmasına yönelik olarak araştırmalar yapılmalı, insan ve robotun birlikte çalışmasının avantaj ve dezavantajları araştırılarak, her sürecin entegrasyonu sırasında yaşanabilecek sorunlara alternatif çözümler getirilmeli ve toplumlarda sürekli eğitim ve dönüşüm felsefesinin benimsenebilmesi için iş birliği platformları geliştirilmelidir. Bu ve benzeri çalışmaların endüstri 5.0 vizyonuna katkı sağlayacağı beklenmektedir.



KAYNAKLAR

1. Berman, S. J., "Digital transformation: opportunities to create new business models", **Strategy & Leadership**, 40 (2): 16–24 (2012).
2. Kane, G. C., Palmer, D., Phillips, A. N., Kiron, D., and Buckley, N., "Strategy, not technology, drives digital transformation", **MIT Sloan Management Review And Deloitte University Press**, 14 (1–25): (2015).
3. Bloomberg, J., "Digitization, digitalization, and digital transformation: confuse them at your peril", **Forbes. Retrieved on August**, 28: 2019 (2018).
4. Stolterman, E. and Fors, A. C., "Information technology and the good life", *Information Systems Research*, **Springer**, 687–692 (2004).
5. Henriette, E., Feki, M., and Boughzala, I., "The shape of digital transformation: a systematic literature review", **MCIS 2015 Proceedings**, 10: 431–443 (2015).
6. Hölscher, K., Wittmayer, J. M., and Loorbach, D., "Transition versus transformation: What's the difference?", **Environmental Innovation and Societal Transitions**, 27: 1–3 (2018).
7. Gong, C. and Ribiere, V., "Developing a unified definition of digital transformation", **Technovation**, 102: 102217 (2021).
8. HBR's 10 Must Reads, "Değişim", **Optimist**, (2013).
9. MacDuffie, J. P., "Human resource bundles and manufacturing performance: Organizational logic and flexible production systems in the world auto industry", **Ilr Review**, 48 (2): 197–221 (25).
10. Demir, K. A., Döven, G., and Sezen, B., "Industry 5.0 and human-robot co-working", **Procedia Computer Science**, 158: 688–695 (2019).
11. Davis, N., "What is the fourth industrial revolution", **World Economic Forum**, Vol. 19 (2016).
12. Zhou, K., Liu, T., and Zhou, L., "Industry 4.0: Towards future industrial opportunities and challenges", **12th International Conference on Fuzzy Systems and Knowledge Discovery (FSKD), IEEE**, 2147–2152 (2015).

13. Merdin, D. and Ersöz, F., "Evaluation of the applicability of Industry 4.0 processes in businesses and supply chain applications", **2019 3rd International Symposium on Multidisciplinary Studies and Innovative Technologies (ISMSIT), IEEE**, 1-10 (2019).
14. İnternet: PwC "Megatrends". <https://www.pwc.co.uk/issues/megatrends.html>. Erişim tarihi: 23.04.2022.
15. Banger, G., "Endüstri 4.0 Ekstra", **Ankara: Dorlion Yayınları**, (2017).
16. Jazdi, N., "Cyber physical systems in the context of Industry 4.0", **2014 IEEE International Conference on Automation, Quality and Testing, Robotics**. 1-4 (2014).
17. Lasi, H., Fettke, P., Kemper, H.-G., Feld, T., and Hoffmann, M., "Industry 4.0", **Business & Information Systems Engineering**, 6 (4): 239–242 (2014).
18. Schwab, K., "Dördüncü Sanayi Devrimi", **Optimist Yayın Grubu**, (2016).
19. Rüßmann, M., Lorenz, M., Gerbert, P., Waldner, M., Justus, J., Engel, P., and Harnisch, M., "Industry 4.0: The future of productivity and growth in manufacturing industries", **Boston Consulting Group**, 9 (1): 54–89 (2015).
20. George, Gerard, Martine R. Haas, and Alex Pentland. "Big data and management." **Academy of management Journal** 57.2 (2014): 321-326.
21. Marr, B., "Büyük Veri İş Başında: 45 Yıldız Şirket Büyük Veri'yi Nasıl Kullandı?: 45 Yıldız Şirket Büyük Veriyi Nasıl Kullandı?", **Mediacat Yayıncılık**, (2017).
22. Sirkin, H., Zinser, M, and Rose, J.R., "The robotics revolution: The next great leap in manufacturing", **The Boston Consulting Group**, (2015).
23. Alcácer, V. and Cruz-Machado, V., "Scanning the industry 4.0: A literature review on technologies for manufacturing systems", **Engineering Science and Technology, an International Journal**, 22 (3): 899–919 (2019).
24. Vaidya, S., Ambad, P., and Bhosle, S., "Industry 4.0—a glimpse", **Procedia Manufacturing**, 20: 233–238 (2018).
25. Abramovici, M. and Herzog, O., "Engineering im umfeld von industrie 4.0: einschätzungen und handlungsbedarf", **Herbert Utz Verlag**, (2016).
26. Carmigniani, J. and Furht, B., "Augmented reality: an overview", **Handbook of Augmented Reality**, 3–46 (2011).
27. Mystakidis, S., "Metaverse", **Encyclopedia**, 2 (1): 486–497 (2022).
28. Schwab, K., "Dördüncü Sanayi Devrimini Şekillendirmek", **Optimist Yayın Grubu**, (2019).

29. Thames, L. and Schaefer, D., "Software-defined cloud manufacturing for industry 4.0", *Procedia Cirp*, 52: 12–17 (2016).
30. Boyes, H., Hallaq, B., Cunningham, J., and Watson, T., "The industrial internet of things (IIoT): An analysis framework", *Computers In Industry*, 101: 1–12 (2018).
31. HBR Press, "Siber Güvenlik - Dijital Dönüşüm", *Optimist Yayınları* (2020).
32. HBR Press, "Dijital Dönüşüm-Blok Zinciri", 1. Basım. Ed., *Kolektif*, (2020).
33. Maria, A., "Introduction to modeling and simulation", *Proceedings of the 29th conference on Winter simulation*, 7-13 (1997).
34. Lee, J., Bagheri, B., and Kao, H.-A., "A cyber-physical systems architecture for industry 4.0-based manufacturing systems", *Manufacturing Letters*, 3: 18–23 (2015).
35. Drath, R. and Horch, A., "Industrie 4.0: Hit or hype?[industry forum]", *IEEE Industrial Electronics Magazine*, 8 (2): 56–58 (2014).
36. Hofmann, E. and Rüsch, M., "Industry 4.0 and the current status as well as future prospects on logistics", *Computers in Industry*, 89: 23–34 (2017).
37. Banger, G., "Endüstri 4.0 Uygulama ve Dönüşüm Rehberi", *Dorlion Yayınevi* (2018).
38. Roblek, V., Meško, M., and Krapež, A., "A complex view of industry 4.0", *Sage Open*, 6 (2) (2016).
39. Lucke, D., Constantinescu, C., and Westkämper, E., "Smart factory-a step towards the next generation of manufacturing", *Manufacturing Systems and Technologies for the New Frontier*, *Springer*, 115–118 (2008).
40. İnternet: Weforum, "Technology and Innovation for the Future of Production", https://www.weforum.org/projects/global_lighthouse_network/ Erişim tarihi: 22.04.2022.
41. Brann, D. B., Thurman, D. A., and Mitchell, C. M., "Human interaction with lights-out automation: A field study", *Proceedings Third Annual Symposium on Human Interaction with Complex Systems. HICS'96*, 276-283 (1996).
42. Bosch, U., Hentschel, S., and Kramer, S., "Dijital Offroad - Dijital Dönüşüm İçin Başarı Stratejileri", *Beta Yayınları*, 1. Basım (2020)
43. İnternet: BBC, "Tayvan'daki Kuraklık Küresel Çip Üretimini Vurdu", <https://www.bbc.com/turkce/haberler-dunya-56206085> Erişim tarihi: 23.04.2022.

44. Internet: BCG, "The Dividends of Digital Marketing Maturity", <https://www.bcg.com/publications/2019/dividends-digital-marketing-maturity> Erişim tarihi: 23.04.2022.
45. Westerman, G., Tannou, M., Bonnet, D., Ferraris, P., and McAfee, A., "The Digital Advantage: How digital leaders outperform their peers in every industry", *MIT Sloan Management and Capgemini Consulting, MA*, 2: 2–23 (2012).
46. Geissbauer, R., Vedso, J., and Schrauf, S., "Industry 4.0: Building the Digital Enterprise", *PwC* (2016).
47. Bradley A., "The Connected Enterprise Maturity Model", *Rockwell Automation* (2014).
48. Simetinger, F. and Zhang, Z., "Deriving secondary traits of industry 4.0: A comparative analysis of significant maturity models", *Systems Research and Behavioral Science*, 37 (4): 663–678 (2020).
49. Jones, M. D., Hutcheson, S., and Camba, J. D., "Past, present, and future barriers to digital transformation in manufacturing: A review", *Journal of Manufacturing Systems*, 60: 936–948 (2021).
50. Raj, A., Dwivedi, G., Sharma, A., de Sousa Jabbour, A. B. L., and Rajak, S., "Barriers to the adoption of industry 4.0 technologies in the manufacturing sector: An inter-country comparative perspective", *International Journal of Production Economics*, 224: 107546 (2020).
51. Ebert, C. and Duarte, C. H. C., "Digital Transformation", *IEEE Software*, 35 (4): 16–21 (2018).
52. Frankiewicz, B. and Chamorro-Premuzic, T., "Digital transformation is about talent, not technology", *Harvard Business Review*, 6 (3): (2020).
53. Solberg, E., Traavik, L. E., and Wong, S. I., "Digital mindsets: recognizing and leveraging individual beliefs for digital transformation", *California Management Review*, 62 (4): 105–124 (2020).
54. Kotter, J. P., "Leading change: Why transformation efforts fail", *Museum Management and Marketing*, Routledge, 20-29 (2007).
55. Gupta, S. and Pirsch, J., "The company-cause-customer fit decision in cause-related marketing", *Journal of Consumer Marketing*, 23:6, 314–326 (2006).
56. Teece, D. J., "Business models, business strategy and innovation", *Long Range Planning*, 43 (2–3): 172–194 (2010).
57. Fitzgerald, M., Kruschwitz, N., Bonnet, D., and Welch, M., "Embracing digital technology: A new strategic imperative", *MIT Sloan Management Review*, 55 (2): 1 (2014).

58. Van Rooij, A., "Sisyphus in business: Success, failure and the different types of failure", *Business History*, 57 (2): 203–223 (2015).
59. Gershon, R. A., "Innovation failure: A case study analysis of eastman Kodak and Blockbuster inc.", *Media Management and Economics Research in a Transmedia Environment*, *Routledge*, 62–84 (2013).
60. Hartl, E. and Hess, T., "The role of cultural values for digital transformation: Insights from a Delphi study", *Twenty-third Americas Conference on Information Systems*, Boston, (2017).
61. Afandi, W., "The role of strategic leadership in digital transformation process", *Int. J. Recent Res. Appl. Stud*, 10:2, 1-4 (2017).
62. Hess, T., Matt, C., Benlian, A., and Wiesböck, F., "Options for formulating a digital transformation strategy", *Strategic Information Management*, *Routledge*, 151–173 (2020).
63. Schuh, G., Anderl, R., Gausemeier, J., ten Hompel, M., and Wahlster, W., "Industrie 4.0 Maturity Index: Managing the Digital Transformation of Companies", *Herbert Utz Verlag GmbH*, (2017).
64. Carolis, A. D., Macchi, M., Negri, E., and Terzi, S., "A maturity model for assessing the digital readiness of manufacturing companies", *IFIP Advances in Information and Communication Technology*, 13-20 (2017).
65. Anderson, C. and Ellerby, W., "Digital maturity model", *Deloitte*, No. February, 9–12 (2018).
66. Kane, G. C., Palmer, D., and Phillips, A. N., "Achieving digital maturity", *MIT Sloan Management Review*, (2017).
67. Jesus, C. de and Lima, R. M., "Literature search of key factors for the development of generic and specific maturity models for Industry 4.0", *Applied Sciences*, 10 (17): 5825 (2020).
68. Internet: PricewaterhouseCoopers, "Dijital IQ Araştırması 2022", <https://www.pwc.com.tr/dijital-iq> Erişim tarihi: 20.04.2022.
69. HBR Türkiye, "HBR Konferans Notları", 1-4 Erişim tarihi: 15.05.2021
70. Internet: Amazon, "Digital Transformation: Hype or a Strategic Necessity?", <https://aws.amazon.com/blogs/enterprise-strategy/digital-transformation-hype-or-a-strategic-necessity/> Erişim tarihi: 21.04.2022.
71. Internet: World Economic Forum "Uber", <https://reports.weforum.org/digital-transformation/uber/> Erişim tarihi: 23.04.2022.
72. Internet: ICT Media, "Endüstri 4.0 Uygulamalarını Tüm İş Süreçlerimize Entegre Ediyoruz ICT Media - Bilişim ve Teknoloji Haberleri",

[https://www.ictmedia.com.tr/News/Index/8974/endustri-4-0-](https://www.ictmedia.com.tr/News/Index/8974/endustri-4-0-uygulamalarini-tum-is-sureclerimize-entegre-ediyoruz)

[uygulamalarini-tum-is-sureclerimize-entegre-ediyoruz](https://www.ictmedia.com.tr/News/Index/8974/endustri-4-0-uygulamalarini-tum-is-sureclerimize-entegre-ediyoruz) Erişim tarihi: 23.04.2022.

73. Internet: Siemens, "Türkiye’de, Türkiye İçin Siemens Business to Society Raporu", <http://siemens.e-dergi.com/pubs/B2S/BusinesstoSocietyRaporu/assets/basic-html/page-1.html#> Erişim tarihi: 23.04.2022.
74. Internet: "T.C. Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı", <https://www.sanayi.gov.tr/anasayfa> Erişim tarihi: 22.04.2022.
75. Cooper, M. C., Lambert, D. M., and Pagh, J. D., "Supply chain management: more than a new name for logistics", *The International Journal of Logistics Management*, 8 (1): 1–14 (1997).
76. Lambert, D. M., Cooper, M. C., and Pagh, J. D., "Supply chain management: implementation issues and research opportunities", *The International Journal of Logistics Management*, 9 (2): 1–20 (1998).
77. Garay-Rondero, C. L., Martinez-Flores, J. L., Smith, N. R., Morales, S. O. C., and Aldrette-Malacara, A., "Digital supply chain model in Industry 4.0", *Journal of Manufacturing Technology Management*, (2020).
78. Mentzer, J. T., DeWitt, W., Keebler, J. S., Min, S., Nix, N. W., Smith, C. D., and Zacharia, Z. G., "Defining supply chain management", *Journal of Business Logistics*, 22 (2): 1–25 (2001).
79. Schrauf, S. and Bertram, P., "Industry 4.0: How digitization makes the supply chain more efficient, agile, and customer-focused", *Strategy & Technology*, 1–32 (2016).
80. Geisberger, E. and Broy, M., "AgendaCPS: Integrierte Forschungsagenda Cyber-Physical Systems", *Springer-Verlag*, 56-58 (2012).
81. İnternet: HBR Türkiye, "Tedarik Zincirlerini Daha Akıllı Hale Getirmenin Yolları", <http://hbrturkiye.com/sponsorlu-icerik/tedarik-zincirlerini-daha-akilli-hale-getirmenin-yollari> Erişim tarihi: 23.04.2022..
82. Hick, H., Bajzek, M., and Faustmann, C., "Definition of a system model for model-based development", *SN Applied Sciences*, 1 (9): 1–15 (2019).
83. Schuh, G., Reuter, C., Hauptvogel, A., and Dölle, C., "Hypotheses for a theory of production in the context of industrie 4.0", *Advances in Production Technology*, 30: 52–62 (2015).
84. Internet: EDT Center, "Endüstri 4.0 Yolculuğu - Başlangıç - Muharrem Gezer", <https://www.edtcenter.com/post/endüstri-4-0-yolculuğu-başlangıç> Erişim tarihi: 23.04.2022..

85. İnternet: Kofana, "Dönüşümde kilit faktör 'Danışmanlık'", <https://www.kofana.com/idc-turkiye-dijital-donusumun-liderleri-2021/> Erişim tarihi: 23.04.2022.
86. İnternet: KPMG Türkiye, "Dijitalleşme Yolunda Türkiye 2021 - KPMG Türkiye", <https://home.kpmg/tr/tr/home/gorusler/2021/04/dijitallesme-yolunda-turkiye-2021.html> Erişim tarihi: 23.04.2022.
87. Attaran, M., "Digital technology enablers and their implications for supply chain management", *Supply Chain Forum: An International Journal* (Vol. 21, No. 3, pp. 158-172). Taylor & Francis. (2020).
88. Lambert, D. M. and Cooper, M. C., "Issues in supply chain management", *Industrial Marketing Management*, 29 (1): 65–83 (2000).
89. Ardito, L., Petruzzelli, A. M., Panniello, U., and Garavelli, A. C., "Towards Industry 4.0: Mapping digital technologies for supply chain management-marketing integration", *Business Process Management Journal*, 29(5): 323-347 (2019).
90. İnternet: EY Global "Eight Forces That Will Shape the Future Consumer", https://www.ey.com/en_fi/growth/eight-forces-that-will-shape-the-future-consumer Erişim tarihi: 23.04.2022.
91. Espera, A. H., Dizon, J. R. C., Chen, Q., and Advincula, R. C., "3D-printing and advanced manufacturing for electronics", *Progress in Additive Manufacturing*, 4 (3): 245–267 (2019).
92. Maslarić, M., Nikolić, S., and Mirčetić, D., "Logistics response to the industry 4.0: the physical internet", *Open Engineering*, 6 (1):511-517 (2016).
93. Erdogdu, M. M. and Akar, S., "Dördüncü sanayi devrimi döneminde sürücüsüz otonom araçların potansiyelleri ve geleceği: Türkiye örneği", *Current Debates in Tourism & Development Studies*, 275–298 (2017).
94. Grohmann, F. and Chronauer, Carlo, "How Smart People Create Smart Factories", *Experience*, 40(3):35 (2019).
95. İnternet: Siemens "Siemens Endüstri 4.0", https://www.youtube.com/watch?v=xRnxW8Z9Y_0 Erişim tarihi: 23.04.2022.
96. İnternet: Google Cloud "Google Cloud Webinars", <https://cloudonair.withgoogle.com/events/emea-cloud-day-istanbul-livestream> Erişim tarihi: 23.04.2022.
97. Scurati, G. W., Gattullo, M., Fiorentino, M., Ferrise, F., Bordegoni, M., and Uva, A. E., "Converting maintenance actions into standard symbols for Augmented Reality applications in Industry 4.0", *Computers in Industry*, 98: 68–79 (2018).

98. Tao, F., Cheng, J., Qi, Q., Zhang, M., Zhang, H., and Sui, F., "Digital twin-driven product design, manufacturing and service with big data", *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 94 (9): 3563–3576 (2018).
99. İnternet: United Nations, "Report of the World Commission on Environment and Development :", <https://digitallibrary.un.org/record/139811?ln=en> Erişim tarihi: 23.04.2022.
100. İnternet: Gartner, "Supply Chain Sustainability Trends", <https://www.gartner.com/en/supply-chain/trends/supply-chain-sustainability> Erişim tarihi: 23.04.2022.
101. İnternet: REN21, "Renewables 2021 Global Status Report", <https://www.ren21.net/gsr-2021> Erişim tarihi: 23.04.2022.
102. İnternet: "Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions — European Environment Agency", <https://www.eea.europa.eu/policy-documents/communication-from-the-commission-to-1> Erişim tarihi: 23.04.2022.
103. Küçük, G. And Dural, B. Y., "Avrupa yeşil mutabakatı ve yeşil ekonomiye geçiş: Enerji senaryoları üzerinden bir değerlendirme", *Anadolu Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 22 (1): 137–156 (2022).
104. Claeys, G., Tagliapietra, S., and Zachmann, G., "How to Make the European Green Deal Work", *Policy Contribution JSTOR*, 13 (1):1-21 (2019).
105. İnternet: "Avrupa Birliği'nin Yeşil Mutabakat Regülasyonu (FIT FOR 55) ve Türkiye'nin Yeşil Mutabakat Eylem Planı – “Sürdürülebilir Kalkınma Yolculuğu”", <https://kureselkalkinmahedefleri.wordpress.com/2021/07/16/avrupa-birliginin-yesil-mutabakat-regulasyonu-fit-for-55-ve-turkiyenin-yesil-mutabakat-eylem-planı/> Erişim tarihi: 23.04.2022.
106. İnternet: Hürriyet, "“Tüm Dünya Sürdürülebilirliği Konuşuyor” - Haberler", <https://www.hurriyet.com.tr/ekonomi/tum-dunya-surdurulebilirligi-konusuyor-41904541> Erişim tarihi: 23.04.2022.
107. Jayaraman, V., "Production planning for closed-loop supply chains with product recovery and reuse: an analytical approach", *International Journal of Production Research*, 44 (5): 981–998 (2006).
108. İnternet:"Sürdürülebilir bir dünya ve temiz denizler için Garanti BBVA ve TURMEPA'dan, Mavi Nefes Projesi...", <https://www.haberler.com/guncel/surdurulebilir-bir-dunya-ve-temiz-denizler-icin-14424463-haberi/> Erişim tarihi: 23.04.2022.
109. İnternet: Cif Türkiye, "Cif TemizkenGüzel", <https://www.temizkenguzel.com> Erişim tarihi: 23.04.2022.

110. Internet: "H&M Gezegen İçin Zamanı Geriye Sarıyor • Bigumigu", <https://bigumigu.com/haber/hm-gezegen-icin-zamani-geriye-sariyor/> Erişim tarihi: 23.04.2022.
111. Internet: "Yenilenebilir Enerji Kaynakları / T.C. Dışişleri Bakanlığı", <https://www.mfa.gov.tr/yenilenebilir-enerji-kaynaklari.tr.mfa> Erişim tarihi: 23.04.2022.
112. Internet: "World Energy Assessment: Energy and the Challenge of Sustainability | United Nations Development Programme", <https://www.undp.org/publications/world-energy-assessment-energy-and-challenge-sustainability> Erişim tarihi: 23.04.2022.
113. Çetinbakış, M. and Kutlu, Ş. Ş., "Türkiye’de yenilenebilir enerji tüketimi ve çevresel sürdürülebilirliğin ekonomik büyüme üzerine etkisi", *Journal of Empirical Economics and Social Sciences*, 4 (1): 20–38 (2022) .
114. İnternet: "Avrupa İmar ve Kalkınma Bankası, Türkiye’de Yeşil Enerji Yatırımlarını Desteklemek İçin 500 Milyon Euro’luk Fon Oluşturdu", <https://t24.com.tr/haber/avrupa-imar-ve-kalkinma-bankasi-turkiye-de-yesil-enerji-yatirimlarini-desteklemek-icin-500-milyon-euro-luk-fon-olusturdu,981972> Erişim tarihi: 23.04.2022.
115. İnternet: "Sürdürülebilir enerji yatırımları ESCO ile yaygınlaşacak", <https://www.sondakika.com/ekonomi/haber-son-dakika-haberleri-surdurulebilir-enerji-yatirimlari-esco-ile-14424030/> Erişim tarihi: 23.04.2022.
116. İnternet: "Goodyear’dan Yenilenebilir Enerji Hamlesi - Dünya Gazetesi", <https://www.dunya.com/sirketler/goodyeardan-yenilenebilir-enerji-hamlesi-haberi-634543> Erişim tarihi: 23.04.2022.
117. Roderick, Y., McEwan, D., Wheatley, C., and Alonso, C., "Comparison of energy performance assessment between LEED, BREEAM and Green Star", *Eleventh international IBPSA conference*, 27-30 (2009).
118. U.S. Green Building Council "Green Building Rating System Leadership in Energy and Environmental Design", LEED, 1-25 (2000)
119. Yaman, C., "Siemens Gebze tesisleri yeşil bina", *IX. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi*, İzmir,1091-1101 (2009).
120. Kabak, M., Köse, E., Kırılmaz, O., and Burmaoğlu, S., "A fuzzy multi-criteria decision making approach to assess building energy performance", *Energy and Buildings*, 72: 382–389 (2014).
121. İnternet: "Corporate Sustainability at a Crossroads - ProQuest", <https://www.proquest.com/docview/1917372164?fromopenview=true&pq-origsite=gscholar> Erişim tarihi: 23.04.2022.

122. Orsato, R. J., Garcia, A., Mendes-Da-Silva, W., Simonetti, R., and Monzoni, M., "Sustainability indexes: why join in? A study of the "Corporate Sustainability Index (ISE)" in Brazil", *Journal of Cleaner Production*, 96: 161–170 (2015).
123. İnternet: "Mastercard'dan Çevre İçin "Sürdürülebilirlik İnovasyon Laboratuvarı"", <https://www.aa.com.tr/tr/sirkethaberleri/finans/mastercarddan-cevreci-cozumler-icin-surdurulebilirlik-inovasyon-laboratuvari/667545> Erişim tarihi: 23.04.2022.
124. İnternet: "Sürdürülebilir Gelecek İçin Camı Teknolojiyle Harmanlıyor", <https://www.dunya.com/sirketler/surdurulebilir-gelecek-icin-cami-teknolojiyle-harmanliyor-haberi-634975> Erişim tarihi: 23.04.2022.
125. İnternet: "Hazır giyimde "yeşil dönüşüm" planı", <https://www.haberturk.com/hazir-giyimciler-surdurulebilir-uretim-ve-yesil-donusum-icin-eylem-plani-hazirladi-3204746-ekonomi> Erişim tarihi: 23.04.2022.
126. Boutetière, H., Montagner, A., and Reich, A., "The keys to a successful digital transformation| McKinsey", *McKinsey & Company Survey*, (2018).
127. İnternet: Schneider Electric Global, "2019 Global Digital Transformation Benefits Report | Schneider Electric Global", <https://www.se.com/ww/en/work/campaign/roi-report/> Erişim tarihi: 23.04.2022.
128. Bär, K., Herbert-Hansen, Z. N. L., and Khalid, W., "Considering Industry 4.0 aspects in the supply chain for an SME", *Production Engineering*, 12 (6): 747–758 (2018).
129. Bradley, K., "Defining digital sustainability", *Library Trends*, 56 (1): 148–163 (2007).
130. Lee, J., "Design of self-maintenance and engineering immune systems for smarter machines and manufacturing systems", *IFAC Proceedings Volumes*, 43 (3): 1–11 (2010).
131. Gorecky, D., Weyer, S., Hennecke, A., and Zühlke, D., "Design and instantiation of a modular system architecture for smart factories", *IFAC-PapersOnLine*, 49 (31): 79–84 (2016).
132. Backman, J., Kyllönen, V., and Helaakoski, H., "Methods and tools of improving steel manufacturing processes: Current state and future methods", *IFAC-PapersOnLine*, 52 (13): 1174–1179 (2019).
133. Finelli, L. A. and Narasimhan, V., "Leading a digital transformation in the pharmaceutical industry: reimagining the way we work in global drug development", *Clinical Pharmacology & Therapeutics*, 108 (4): 756–761 (2020).

134. Lutters, E., "Pilot production environments driven by digital twins", *South African Journal of Industrial Engineering*, 29 (3): 40–53 (2018).
135. Tsolakis, N., Bechtsis, D., and Srai, J. S., "Intelligent autonomous vehicles in digital supply chains: From conceptualisation, to simulation modelling, to real-world operations", *Business Process Management Journal*, 25(3): 414-437 (2018).
136. İnternet: IFM, "Digital Supply Chains | IfM Engage | University of Cambridge", <https://engage.ifm.eng.cam.ac.uk/digital-supply-chains/> Erişim tarihi: 23.04.2022.
137. Wang, L., Goh, M., Ding, R., and Mishra, V. K., "Improved Simulated Annealing Based Network Model for E-Recycling Reverse Logistics Decisions under Uncertainty", *Mathematical Problems in Engineering*, 2018: (2018).
138. Zapata, M. L., Berrah, L., and Tabourot, L., "Is a digital transformation framework enough for manufacturing smart products? The case of Small and Medium Enterprises", *Procedia Manufacturing*, 42: 70–75 (2020).
139. Mettler, T. and Pinto, R., "Evolutionary paths and influencing factors towards digital maturity: An analysis of the status quo in Swiss hospitals", *Technological Forecasting and Social Change*, 133: 104–117 (2018).
140. Nemeth, T., Ansari, F., and Sihn, W., "A maturity assessment procedure model for realizing knowledge-based maintenance strategies in smart manufacturing enterprises", *Procedia Manufacturing*, 39: 645–654 (2019).
141. Lu, H.-P. and Weng, C.-I., "Smart manufacturing technology, market maturity analysis and technology roadmap in the computer and electronic product manufacturing industry", *Technological Forecasting and Social Change*, 133: 85–94 (2018).
142. Albukhitan, S., "Developing digital transformation strategy for manufacturing", *Procedia Computer Science*, 170: 664–671 (2020).
143. Ghadge, A., Kara, M. E., Moradlou, H., and Goswami, M., "The impact of Industry 4.0 implementation on supply chains", *Journal of Manufacturing Technology Management*, (2020).
144. Ivanov, D., Tsipoulanis, A., and Schönberger, J., "Digital supply chain, smart operations and industry 4.0", *Global Supply Chain and Operations Management*, *Springer*, 481–526 (2019).
145. Yıldız, A., Ergül, E. U., Gezeğin, C., And Dirik, H., "Akıllı Depolar İçin Plc Üniversitelerinin Bulanık Topsis Yöntemiyle Değerlendirilmesi", *III. Uluslararası Mesleki ve Teknik Bilimler Kongresi*, Gaziantep, 65-71 (2018).
146. İnternet: Gartner, "The 7 Dimensions of Digital Supply Chain Planning", <https://www.gartner.com/smarterwithgartner/the-7-dimensions-of-digital-supply-chain-planning> Erişim tarihi: 23.04.2022.

147. Nambisan, S., Wright, M., and Feldman, M., "The digital transformation of innovation and entrepreneurship: Progress, challenges and key themes", *Research Policy*, 48 (8): 103773 (2019).
148. Crupi, A., Del Sarto, N., Di Minin, A., Gregori, G. L., Lepore, D., Marinelli, L., and Spigarelli, F., "The digital transformation of SMEs—a new knowledge broker called the digital innovation hub", *Journal of Knowledge Management*, (2020).
149. Lanzolla, G., Pesce, D., and Tucci, C. L., "The digital transformation of search and recombination in the innovation function: Tensions and an integrative framework", *Journal of Product Innovation Management*, 38 (1): 90–113 (2021).
150. Zhu, K., Dong, S., Xu, S. X., and Kraemer, K. L., "Innovation diffusion in global contexts: determinants of post-adoption digital transformation of European companies", *European Journal of Information Systems*, 15 (6): 601–616 (2006).
151. Savastano, M., Amendola, C., Bellini, F., and D'Ascenzo, F., "Contextual impacts on industrial processes brought by the digital transformation of manufacturing: A systematic review", *Sustainability*, 11 (3): 891 (2019).
152. Marcon, E., Marcon, A., Le Dain, M.-A., Ayala, N. F., Frank, A. G., and Matthieu, J., "Barriers for the digitalization of servitization", *Procedia CIRP*, 83: 254–259 (2019).
153. Lanzolla, G. and Anderson, J., "Digital transformation", *Business Strategy Review*, 19 (2): 72–76 (2008).
154. İnternet: Müjgan Çetin, "ISO-56002:2019 İnovasyon Yönetim Sistemi Işığında Corona Günlerinde İnovasyon Yönetimi", <https://www.google.com/search?q=ISO-56002%3A2019+%C4%B0novasyon+Y%C3%B6netim+Sistemi+I%C5%9F%C4%B1%C4%9F%C4%B1nda+Corona+G%C3%BCnlerinde+%C4%B0NOVASYON+Y%C3%B6netimi&oq=ISO-56002%3A2019+%C4%B0novasyon+Y%C3%B6netim+Sistemi+I%C5%9F%C4%B1%C4%9F%C4%B1nda+Corona+G%C3%BCnlerinde+%C4%B0NOVASYON+Y%C3%B6netimi&aqs=chrome..69i57j69i58.338j0j15&sourceid=chrome&ie=UTF-8> Erişim tarihi: 23.04.2022.
155. Daily, B. F. and Huang, S., "Achieving sustainability through attention to human resource factors in environmental management", *International Journal of Operations & Production Management*, (2001).
156. Thite, M., "Digital human resource development: where are we? Where should we go and how do we go there?", *Human Resource Development International*, 25 (1): 87–103 (2022).
157. Heredia, J., Rubiños, C., Vega, W., Heredia, W., and Flores, A., "New strategies to explain organizational resilience on the firms: A cross-countries configurations Approach", *Sustainability*, 14 (3): 1612 (2022).

158. Erer, E. and Erer, D., "Industry 4.0 and its Role on Labour Market: A Comparative Analysis of Turkey and European Countries", *Agile Business Leadership Methods for Industry 4.0*, **Emerald Publishing Limited**, (2020).
159. Bulut, E. and Akçacı, T., "Industry 4.0 and within the scope of innovation indicators analysis of Turkey", **ASSAM International Refereed Journal**, 7: 50–72 (2017).
160. Fırat, S. U. and Fırat, O. Z., "A comparative study on Industrial Revolution 4.0: Concepts, global developments and Turkey", **Toprak İşveren Magazine**, 114: (2017).
161. Köseoğlu, Ö. and Demirci, Y., "Türkiye'de Büyük Veri ve Veri Madenciliğine İlişkin Politika ve Stratejiler: Ulusal Politika Belgelerinin İçerik Analizi", **Uluslararası Politik Araştırmalar Dergisi**, 4(2), 40-57 (2018).
162. Dengiz, O., "Endüstri 4.0: Üretimde kavram ve algı devrimi", **Makina Tasarım ve İmalat Dergisi**, 15 (1): 38–45 (2017).
163. Davutoğlu, N. A., Akgül, B., and Yıldız, E., "İşletmelerde Ekonomik Verimliliği Artırma ve Etkin Yönetim Kültürü Oluşturmada Z Teorisinin Uygulanabilirliği", **Akademik Bakış Uluslararası Hakemli Sosyal Bilimler Dergisi**, (60): 16–35 (2017).
164. Düzkaya, H., "Endüstri devriminde dördüncü dalga ve eğitim: Türkiye dördüncü dalga endüstri devrimine hazır mı?", **Eğitim ve İnsani Bilimler Dergisi: Teori ve Uygulama**, 7 (13): 49–88 (2016).
165. Yüksel, M., & Genç, K. Y., "Endüstri 4.0 ve Liderlik", **2nd International Symposium on Innovative Approaches in Scientific Studies**, 338-341 (2018).
166. Yalcin, M. F., "Industry 4.0, Turning Point in the Global Competition in Terms of Turkey", **Sosyoekonomi Journal**, (26 (36)): (2018).
167. Shafique, M. N., Rashid, A., Bajwa, I. S., Kazmi, R., Khurshid, M. M., and Tahir, W. A., "Effect of IoT capabilities and energy consumption behavior on green supply chain integration", **Applied Sciences**, 8 (12): 2481 (2018).
168. Brem, A., Adrita, M. M., O'Sullivan, D. T., and Bruton, K., "Industrial smart and micro grid systems—A systematic mapping study", **Journal of Cleaner Production**, 244: 118828 (2020).
169. Ness, D., Swift, J., Ranasinghe, D. C., Xing, K., and Soebarto, V., "Smart steel: new paradigms for the reuse of steel enabled by digital tracking and modelling", **Journal of Cleaner Production**, 98: 292–303 (2015).
170. Bottani, E. and Casella, G., "Minimization of the environmental emissions of closed-loop supply chains: A case study of returnable transport assets management", **Sustainability**, 10 (2): 329 (2018).

171. Ren, Y., Wang, C., Li, B., Yu, C., and Zhang, S., "A genetic algorithm for fuzzy random and low-carbon integrated forward/reverse logistics network design", ***Neural Computing and Applications***, 32 (7): 2005–2025 (2020).
172. Ayar, I. and Gürbüz, A., "sustainable consumption intentions of consumers in Turkey: a research within the theory of planned behavior", ***SAGE Open***, 11 (3): (2021).
173. Pizzi, G., Scarpi, D., and Pantano, E., "Artificial intelligence and the new forms of interaction: Who has the control when interacting with a chatbot?", ***Journal of Business Research***, 129: 878–890 (2021).
174. Yadav, M. and Rahman, Z., "Measuring consumer perception of social media marketing activities in e-commerce industry: Scale development & validation", ***Telematics And Informatics***, 34 (7): 1294–1307 (2017).
175. Khoa, B. T. and Nguyen, M. H., "Electronic loyalty in social commerce: scale development and validation", ***Gadjah Mada International Journal of Business***, 22 (3): 276–300 (2020).
176. Wiğcek-Janka, E., Majchrzak, J., Wyrwicka, M., and Weber, G. W., "Application of grey clusters in the development of a Synthetic Model of the goals of Polish family enterprises' successors", ***Grey Systems: Theory And Application***, 11(1): 63-79 (2020).
177. Priyadarshinee, P., Raut, R. D., Jha, M. K., and Kamble, S. S., "A cloud computing adoption in Indian SMEs: Scale development and validation approach", ***The Journal of High Technology Management Research***, 28 (2): 221–245 (2017).
178. Hu\djek, I., Tominc, P., and Širec, K., "The impact of social and cultural norms, government programs and digitalization as entrepreneurial environment factors on job and career satisfaction of freelancers", ***Sustainability***, 13 (2): 779 (2021).
179. Asad, S. Q., "Effects of digitalization on organizations", ***International Journal of Management***, 12 (1): 1665–1689 (2021).
180. Kumarasinghe, W. S. L. and Haleem, A., "The impact of digitalization on business models with special reference to management accounting in small and medium enterprises in Colombo district.", ***International Journal of Scientific & Technology Research***, 9(3): 6654 - 6665 (2020).
181. Zhen, Z., Yousaf, Z., Radulescu, M., and Yasir, M., "Nexus of digital organizational culture, capabilities, organizational readiness, and innovation: investigation of SMEs operating in the digital economy", ***Sustainability***, 13 (2): 720 (2021).
182. Aguiar, T., Gomes, S. B., da Cunha, P. R., and da Silva, M. M., "Digital transformation capability maturity model framework", 2019 ***IEEE 23rd International Enterprise Distributed Object Computing Conference (EDOC)***, 51-57 (2019).

183. Baki, B. and Serdar, D., "Sanayi 4.0 olgunluk modeli uygulamaları üzerine literatür incelemesi", *Kafkas Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 11 (22): 766–787 (2020).
184. Schwer, K., Hitz, C., Wyss, R., Wirz, D., and Minonne, C., "Digital maturity variables and their impact on the enterprise architecture layers", *Problems and Perspectives in Management*, (16, Iss. 4): 141–154 (2018).
185. Teichert, R., "Digital transformation maturity: A systematic review of literature", *Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis*, (2019).
186. Aslanova, I. V. and Kulichkina, A. I., "Digital maturity: Definition and model", *In 2nd International Scientific and Practical Conference "Modern Management Trends and the Digital Economy: from Regional Development to Global Economic Growth"*(MTDE 2020) (pp. 443-449). Atlantis Press (2020).
187. Rafael, L. D., Jaione, G. E., Cristina, L., and Ibon, S. L., "An Industry 4.0 maturity model for machine tool companies", *Technological Forecasting and Social Change*, 159: 120203 (2020).
188. Şanlı, S., & Ersöz, F., "Bulanık AHP yöntemiyle işletmelerin yeşil tedarik zinciri yönetimi değerlendirmesi". *In 2nd International Symposium on Multidisciplinary Studies and Innovative Technologies*, Ankara, 10-16 (2018).
189. Çınar, Z. M., Zeeshan, Q., and Korhan, O., "A framework for industry 4.0 readiness and maturity of smart manufacturing enterprises: a case study", *Sustainability*, 13 (12): 6659 (2021).
190. Klötzer, C. and Pflaum, A., "Toward the development of a maturity model for digitalization within the manufacturing industry's supply chain", *Proceedings of the 50th Hawaii International Conference on System Sciences*, 4210-4219 (2017).
191. Schumacher, A., Erol, S., and Sihn, W., "A maturity model for assessing Industry 4.0 readiness and maturity of manufacturing enterprises", *Procedia Cirp*, 52: 161–166 (2016).
192. Schuh, G., Anderl, R., Dumitrescu, R., Krüger, A., and ten Hompel, M., "Using the industrie 4.0 maturity index in industry", *Current Challenges, Case Studies and Trends*, 1-42, (2020).
193. İnternet: TM Forum "Digital Transformation & Maturity | TM Forum", <https://www.tmforum.org/digital-transformation-maturity/> Erişim tarihi: 23.04.2022.
194. Valdez-de-Leon, O., "A digital maturity model for telecommunications service providers", *Technology Innovation Management Review*, 6 (8): 19-32, (2016).
195. Gill, M. and VanBoskirk, S., "The digital maturity model 4.0", *Benchmarks: Digital Transformation Playbook*, *Forrester*, 1-16 (2016).

196. Colli, M., Madsen, O., Berger, U., Möller, C., Wæhrens, B. V., and Bockholt, M., "Contextualizing the outcome of a maturity assessment for Industry 4.0", *Ifac-Papersonline*, 51 (11): 1347–1352 (2018).
197. De Carolis, A., Macchi, M., Negri, E., and Terzi, S., "Guiding manufacturing companies towards digitalization a methodology for supporting manufacturing companies in defining their digitalization roadmap", *IFIP International Conference on Advances in Production Management Systems*. Springer, Cham, (2017).
198. Cubo, C., Oliveira, R., Fernandes, A. C., Sampaio, P., Carvalho, M. S., and Afonso, P. S., "An innovative maturity model to assess supply chain quality management", *International Journal of Quality & Reliability Management*, (2021).
199. Schallmo, D. R., Lang, K., Hasler, D., Ehmig-Klassen, K., and Williams, C. A., "An Approach for a Digital Maturity Model for SMEs Based on Their Requirements", *Digitalization*, Springer, 87–101 (2021).
200. Back, A., Berghaus, S., and Kaltenrieder, B., "Digital Maturity & Transformation Studie", *Institut Für Wirtschaftsinformatik, Universität St. Gallen*, 1: 1–75 (2015).
201. Weritz, P., Braojos, J., and Matute, J., "Exploring the antecedents of digital transformation: Dynamic capabilities and digital culture aspects to achieve digital maturity", (2020).
202. Von Solms, J. and Langerman, J., "Digital Technology adoption in a bank treasury and performing a digital maturity assessment", *African Journal of Science, Technology, Innovation and Development*, 14 (2): 302–315 (2022).
203. Goumeh, F. and Barforoush, A. A., "A Digital Maturity Model for digital banking revolution for Iranian banks", *26th International Computer Conference, Computer Society of Iran (CSICC)* (2021): 1-6 (2021).
204. Cresswell, K., Sheikh, A., Krasuska, M., Heeney, C., Franklin, B. D., Lane, W., Mozaffar, H., Mason, K., Eason, S., and Hinder, S., "Reconceptualising the digital maturity of health systems", *The Lancet Digital Health*, 1 (5): 200–201 (2019).
205. İnternet: NHS England, "Digital Maturity Assessment", <https://www.england.nhs.uk/digitaltechnology/connecteddigitalsystems/maturity-index/> Erişim tarihi: 23.04.2022.
206. North, K., Aramburu, N., Lorenzo, O., and Zubillaga, A., "Digital maturity and growth of SMEs: a survey of firms in the Basque country" *Journal of Enterprise Information Management*, 1-18 (2019).
207. Hellweg, F., Lechtenberg, S., Hellingrath, B., and Thomé, A. M. T., "Literature review on maturity models for digital supply chains", *Brazilian Journal Of Operations & Production Management*, 18 (3): 1–12 (2021).

208. Blatz, F., Bulander, R., and Dietel, M., "Maturity model of digitization for SMEs", **2018 IEEE International Conference on Engineering, Technology and Innovation (ICE/ITMC)**, IEEE, 1-9 (2018).
209. Lin, T.-C., Wang, K. J., and Sheng, M. L., "To assess smart manufacturing readiness by maturity model: A case study on Taiwan enterprises", **International Journal of Computer Integrated Manufacturing**, 33 (1): 102–115 (2020).
210. Lazanyi, K. and Lambovska, M., "Readiness for industry 4.0 related changes: a case study of the visegrad four", **Ekonomicko-Manazerske Spektrum**, 14 (2): 100–113 (2020).
211. Hölttä-Otto, K. and De Weck, O., "Degree of modularity in engineering systems and products with technical and business constraints", **Concurrent Engineering**, 15 (2): 113–126 (2007).
212. Barata, J. and Cunha, P. R., "Climbing the maturity ladder in industry 4.0: A framework for diagnosis and action that combines national and sectorial strategies", **Journal of Enterprise Information Management** (2018).
213. Lu, H. P. and Weng, C. I., "Smart manufacturing technology, market maturity analysis and technology roadmap in the computer and electronic product manufacturing industry", **Technological Forecasting and Social Change**, 133 (September 2017): 85–94 (2018).
214. Lejon, E., Kyösti, P., and Lindström, J., "Machine learning for detection of anomalies in press-hardening: Selection of efficient methods", **Procedia Cirp**, 72: 1079–1083 (2018).
215. Schlang, M., Lang, B., Poppe, T., Runkler, T., and Weinzierl, K., "Current and future development in neural computation in steel processing", **Control Engineering Practice**, 9 (9): 975–986 (2001).
216. Mándli, A., Pálovics, R., Susits, M., and Benczúr, A. A., "Time Series Classification for Scrap Rate Prediction in Transfer Molding", **3rd SIGKDD Workshop on Mining and Learning from Time Series**, Halifax, Nova Scotia, Canada, August 14 (2017).
217. Mehdiyev, N., Lahann, J., Emrich, A., Enke, D., Fettke, P., and Loos, P., "Time series classification using deep learning for process planning: A case from the process industry", **Procedia Computer Science**, 114: 242–249 (2017).
218. Terkaj, W., Gaboardi, P., Trevisan, C., Tolio, T., and Urgo, M., "A digital factory platform for the design of roll shop plants", **CIRP Journal Of Manufacturing Science and Technology**, 26: 88–93 (2019).
219. Erdoğan, G., "Land selection criteria for lights out factory districts during the industry 4.0 process", **Journal of Urban Management**, 8 (3): 377–385 (2019).
220. Kattepur, A., Mukherjee, A., and Balamuralidhar, P., "Verification and timing analysis of Industry 4.0 warehouse automation workflows", **2018 IEEE 23rd**

International Conference on Emerging Technologies and Factory Automation (ETFA), 1297-1304 (2018).

221. Ivanov, D., Dolgui, A., and Sokolov, B., "The impact of digital technology and Industry 4.0 on the ripple effect and supply chain risk analytics", ***International Journal of Production Research***, 57 (3): 829–846 (2019).
222. Accorsi, R., Bortolini, M., Baruffaldi, G., Pilati, F., and Ferrari, E., "Internet-of-things paradigm in food supply chains control and management", ***Procedia Manufacturing***, 11: 889–895 (2017).
223. Surajit, B. and Telukdarie, A., "Business logistics optimization using industry 4.0: current status and opportunities", ***2018 IEEE International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management (IEEM)***, 1558-1562 (2018).
224. Ivanov, D., Sethi, S., Dolgui, A., and Sokolov, B., "A survey on control theory applications to operational systems, supply chain management, and Industry 4.0", ***Annual Reviews in Control***, 46: 134–147 (2018).
225. Phase, A. and Mhetre, N., "Using IoT in supply chain management", ***International Journal of Engineering and Techniques***, 4 (2): 973–979 (2018).
226. Manavalan, E. and Jayakrishna, K., "A review of Internet of Things (IoT) embedded sustainable supply chain for industry 4.0 requirements", ***Computers & Industrial Engineering***, 127: 925–953 (2019).
227. Da Silva, V. L., Kovaleski, J. L., and Pagani, R. N., "Technology transfer in the supply chain oriented to industry 4.0: a literature review", ***Technology Analysis & Strategic Management***, 31 (5): 546–562 (2019).
228. Bendul, J. C. and Blunck, H., "The design space of production planning and control for industry 4.0", ***Computers in Industry***, 105: 260–272 (2019).
229. Calp, M. H., Bahçekapılı, E., and Berigel, M., "Endüstri 4.0 Kapsamında Akıllı Fabrikaların İncelenmesi", 5th International Management Information Systems Conference, (116-120. ss.). Ankara (2018).
230. Luthra, S. and Mangla, S. K., "Evaluating challenges to Industry 4.0 initiatives for supply chain sustainability in emerging economies", ***Process Safety and Environmental Protection***, 117: 168–179 (2018).
231. Yan, M.-R., Tran-Danh, N., and Hong, L.-Y., "Knowledge-based decision support system for improving e-business innovations and dynamic capability of IT project management", ***Knowledge Management Research & Practice***, 60(4): 1095-1115 (2019).
232. Erdoğan, M. M., "Türkiye'nin dördüncü sanayi devrimi sürecindeki konumu", International Symposium on Economics, Politics and Administration-ISEPA'18, no. December, pp. 1–10, (2018).

233. Elmacı, O., "İşletmelerde sürdürülebilir maliyet azaltımı ve kurumsal büyüme nasıl sağlanır? endüstri 4.0 perspektifinde stratejik planlama aracı olarak BSC model önerisi", *3rd International Congress on Social Sciences, China to Adriatic*, Antalya, 349-370 (2016).
234. Aydemir, H., "Sanayi 4.0 ve Türkiye ekonomisi açısından etkileri", *Sosyoekonomi*, 26 (36): 253–261 (2018).
235. Demartini, M., Evans, S., and Tonelli, F., "Digitalization technologies for industrial sustainability", *Procedia Manufacturing*, 33: 264–271 (2019).
236. Masoumik, S. M., Abdul-Rashid, S. H., Olugu, E. U., and Ghazilla, R. A. R., "A strategic approach to develop green supply chains", *Procedia Cirp*, 26: 670–676 (2015).
237. Amoako, G. K., "A conceptual framework: Corporate environmental management activities and sustainable competitive advantage", *Management of Environmental Quality: aAn International Journal*, 31(2): 331-347 (2020).
238. Feroz, A. K., Zo, H., and Chiravuri, A., "Digital transformation and environmental sustainability: A review and research agenda", *Sustainability*, 13 (3): 1530 (2021).
239. Internet: Nash, H., Midhun, B., Batts, V., Meiklejohn, M., and Nisan 2020, R. M. P. 2, "Create a Climate Rating System by Deploying an API Server and a CouchDB Instance Using Cloudant", <https://developer.ibm.com/tutorials/provision-a-couchdb-instance-using-cloudant-cfc-starter-kit-2/> Erişim tarihi: 23.04.2022.
240. Ongena, G. and Ravesteyn, P., "Business process management maturity and performance: A multi group analysis of sectors and organization sizes", *Business Process Management Journal*, (2019).
241. Verhoef, P. C., Broekhuizen, T., Bart, Y., Bhattacharya, A., Dong, J. Q., Fabian, N., and Haenlein, M., "Digital transformation: A multidisciplinary reflection and research agenda", *Journal of Business Research*, 122: 889–901 (2021).
242. Khanzode, A. G., Sarma, P. R. S., Mangla, S. K., and Yuan, H., "Modeling the Industry 4.0 adoption for sustainable production in Micro, Small & Medium Enterprises", *Journal of Cleaner Production*, 279: 123489 (2021).
243. Wagire, A. A., Joshi, R., Rathore, A. P. S., and Jain, R., "Development of maturity model for assessing the implementation of Industry 4.0: learning from theory and practice", *Production Planning & Control*, 32 (8): 603–622 (2021).
244. Santos-Neto, J. B. S. dos and Costa, A. P. C. S., "Enterprise maturity models: a systematic literature review", *Enterprise Information Systems*, 13 (5): 719–769 (2019).
245. İnternet: TÜİK "EUROPA - RAMON - Avrupa Topluluğunda Ekonomik Faaliyetlerin İstatistiki Sınıflaması, Rev. 2 (NACE Rev. 2) - Classification

- Download List",
https://ec.europa.eu/eurostat/ramon/nomenclatures/index.cfm?TargetUrl=LST_CLS_DLD_NOHDR&StrNom=NACE_REV2&StrLanguageCode=T
R Erişim tarihi: 23.04.2022.
246. İnternet: KOSGEB
"KOBİ'lerin_Tanımı,_Nitelikleri_ve_Sınıflandırılması_Hakkında_Yönetmelik",
https://www.google.com/search?q=KOBİ%CC%87%E2%80%99lerin_Tan%C4%B1m%C4%B1%2C_Nitelikleri_ve_S%C4%B1n%C4%B1fland%C4%B1r%C4%B1lmas%C4%B1_Hakk%C4%B1nda_Yo%CC%88netmelik.pdf&oq=KOBİ%CC%87%E2%80%99lerin_Tan%C4%B1m%C4%B1%2C_Nitelikleri_ve_S%C4%B1n%C4%B1fland%C4%B1r%C4%B1lmas%C4%B1_Hakk%C4%B1nda_Yo%CC%88netmelik.pdf&aqs=chrome..69i57.374j0j4&sourceid=chrome&ie=UTF-8 Erişim tarihi: 23.04.2022.
247. İnternet: İstanbul Sanayi Odası "İSO - Türkiye'nin 500 Büyük Sanayi Kuruluşu", <https://www.iso500.org.tr/> Erişim tarihi: 23.04.2022.
248. Lichtblau, K., "Industrie 4.0-Readiness", *IMPULS*, 1-48 (2015).
249. İnternet: "Tübitak Bilgem-YTE (2017) Dijital Olgunluk Modeli ve Rehberlik Projesi Tanıtım Etkinliği 19 Ocak 2017 Nuriye Ünlü", [https://www.google.com/search?q=T%C3%BCbitak+Bilgem-YTE+\(2017\)+Dijital+Olgunluk+Modeli+ve+Rehberlik+Projesi](https://www.google.com/search?q=T%C3%BCbitak+Bilgem-YTE+(2017)+Dijital+Olgunluk+Modeli+ve+Rehberlik+Projesi) Erişim tarihi: 23.04.2022.
250. İnternet: PricewaterhouseCoopers, "Dijital Satınalma Araştırması 2020", <https://www.pwc.com.tr/dijital-satinalma-arastirmasi-2020> (2022).
251. İnternet: "Teknopark Dergisi Mart 2020 Dijital Dönüşüm ", <https://www.google.com/search?q=teknopark+dergisi+mart+2020+dijital> Erişim tarihi: 23.04.2022.
252. Ersoz, F., Merdin, D., & Ersoz, T., "Research of industry 4.0 awareness: A case study of Turkey". *Economics and Business*, 32(1), 247-263 (2018).
253. Akdil, K. Y., Üstündağ, A., and Çevikcan, E., "Maturity and readiness model for industry 4.0 strategy", *Industry 4.0: Managing the Digital Transformation, Springer*, 61–94 (2018).
254. İnternet: Commencis, "2021'de Öne Çıkan Dijital Trendler - Commencis", <https://www.commencis.com/2021de-one-cikan-dijital-trendler> Erişim tarihi: 23.04.2022.
255. Merdin, D., Ersöz, F., Taşkın, H. "Digital Transformation: Digital Maturity Model for Turkish Businesses". *Gazi University Journal of Science*, 36(2), Early Review (2022).

256. İnternet: "Veri Yönetimi ve Verinin Yeniden Kullanımı İçin FAIR", <https://www.google.com/search?q=Veri+Y%C3%B6netimi+ve+verinin+yeniden+k> Erişim tarihi: 23.04.2022.
257. Canetta, L., Barni, A., and Montini, E., "Development of a digitalization maturity model for the manufacturing sector", 2018 IEEE international conference on engineering, technology and innovation (ICE/ITMC) (pp. 1-7). IEEE. (2018).
258. İnternet: CİSCO, "Cisco, next Generation IT Talent Strategies", <https://www.google.com/search?q=cisco%2C+next+generation+IT+Talent+strategies%2C+ekim+2018> Erişim tarihi: 23.04.2022.
259. Ersöz, Filiz. "Dijitalleşme çağında büyük veri ve analitiği: sektörel uygulamalar.", *4th International Congress on 3D Printing (Additive Manufacturing) Technologies and Digital Industry* (2019).
260. İnternet: "ÜSİMP İnovasyon Karnesi", <https://www.usimpinovasyonkarnesi.com.tr/> Erişim tarihi: 23.04.2022.
261. İnternet: "Egesys Ar-Ge ve İnovasyon Proje Destek Merkezi", <https://www.egesys.net/detay-d-90-ulusal-ve-uluslararası-ar-ge-ve-inovasyon-destekleri-egitimi> Erişim tarihi: 23.04.2022.
262. İnternet: Educause, "Defining Digital Transformation | EDUCAUSE", <https://www.educause.edu/ecar/research-publications/driving-digital-transformation-in-higher-education/2020/defining-digital-transformation> Erişim tarihi: 23.04.2022.
263. Mondak, J. J., "Developing valid knowledge scales", *American Journal of Political Science*, 224–238 (2001).
264. Wright, B. D. and Masters, G. N., "Rating Scale Analysis", *MESA Press*, (1982).
265. Hsiao, S.-W. and Tsai, H.-C., "Use of gray system theory in product-color planning", *Color Research & Application*, 29 (3): 222–231 (2004).
266. Kleinbaum, D. G., Kupper, L. L., Muller, K. E., and Nizam, A., "Regression diagnostics", *Applied Regression Analysis and Other Multivariable Methods*, 1-1037 (2013).
267. Duntelman, G. H., "Principal Components Analysis", Quantitive Applications in the Social Sciences, *Sage University Paper*, 1-96 (1989).
268. Grimm, L. G. and Yarnold, P. R., "Reading and Understanding Multivariate Statistics.", *American Psychological Association* (1995).
269. Field, A., "Factor analysis using SPSS: Theory and application", <http://www.sussex.ac.uk/U-users/andyf/factor.pdf> (May, 2012) Erişim tarihi: 12.05.2022.

270. Yong, A. G. and Pearce, S., "A beginner's guide to factor analysis: Focusing on exploratory factor analysis", *Tutorials in Quantitative Methods for Psychology*, 9 (2): 79–94 (2013).
271. Janssens, W., Wijnen, K., De Pelsmacker, P., and Van Kenhove, P., "Marketing Research with SPSS", *Pearson Education*, (2008).
272. Kaiser, H. F., "An index of factorial simplicity", *Psychometrika*, 39 (1): 31–36 (1974).
273. Lee, Y. J., Baker, T., and Jayaraman, V., "Redesigning an integrated forward–reverse logistics system for a third party service provider: an empirical study", *International Journal of Production Research*, 50 (19): 5615–5634 (2012).
274. Streiner, D. L., "Figuring out factors: the use and misuse of factor analysis", *The Canadian Journal of Psychiatry*, 39 (3): 135–140 (1994).
275. Brown, T. A., "Confirmatory Factor Analysis for Applied Research", *Guilford Publications*, Second Edition, 1-462 (2015).
276. Morrison, D. F., "Multivariate statistical methods-2", *McGraw-Hill*, New York, N.Y. (USA) (1976).
277. Lin, Y.-J., Wei, S.-H., and Huang, C.-Y., "Intelligent manufacturing control systems: the core of smart factory", *Procedia Manufacturing*, 39: 389–397 (2019).
278. Ehrenberg, A. S., "The problem of numeracy", *The American Statistician*, 35 (2): 67–71 (1981).
279. Churchill Jr, G. A., "A paradigm for developing better measures of marketing constructs", *Journal of Marketing Research*, 16 (1): 64–73 (1979).
280. Cortina, J. M., "What is coefficient alpha? An examination of theory and applications.", *Journal of Applied Psychology*, 78 (1): 98 (1993).
281. Kirby, A., Gebiski, V., and Keech, A. C., "Determining the sample size in a clinical trial", *Medical Journal of Australia*, 177 (5): 256–257 (2002).
282. Israel, G., "Determining sample size: Sampling the evidence of extension program impact", *Program Evaluation and Organizational Development, Institute of Food and Agricultural Sciences, University of Florida. PEOD-5*, (1992).
283. Ersöz, F., Ersöz T. "İstatistik-I", *Seçkin Kitapevi*, 6. Basım, Ankara (2022).
284. Arıkan, S., Özer, F., Şeker, V., and Ertaş, G., "Geniş ölçekli testlerde örneklem ağırlıklarının ve olası değerlerin önemi", *Eğitimde ve Psikolojide Ölçme ve Değerlendirme Dergisi*, 11 (1): 43–60 (2020).
285. Banks, J., "Introduction to simulation", *31st Conference on Winter Simulation: Simulation---A Bridge to the Future*, 7-13 (1999).

286. Gogg, T. J., & Mott, J. R., " Introduction to simulation", **IEEE 1993 Winter Simulation Conference-(WSC'93)**, 9-17 (1993).
287. Winston, W. L. and Goldberg, J. B., "Operations research: applications and algorithms (Vol. 3)", **Belmont: Thomson Brooks/Cole**, 3:1 (2004).
288. Ersöz, F., "Veri Madenciliği Teknikleri ve Uygulamaları", 3. Basım, (2019).
289. Ersöz, F., "Benzetim ve Modelleme", **Seçkin Kitapevi**, 2. Basım, Ankara (2021).
290. Ersöz, F., Ersöz T. "İstatistik-II", **Seçkin Kitapevi**, 5. Basım, Ankara (2021).
291. Rauch, E., Unterhofer, M., Rojas, R. A., Gualtieri, L., Woschank, M., and Matt, D. T., "A maturity level-based assessment tool to enhance the implementation of industry 4.0 in small and medium-sized enterprises", **Sustainability**, 12 (9): 3559 (2020).

EK AÇIKLAMALAR A.
ARAŞTIRMA SONUÇLARI

Çizelge Ek A.1. Dijital olgunluk puanlarının demografik özelliklere göre karşılaştırılması

Değişken	Alt Grup Değişkeni	N	DOP Ort.±SS	KW/MW	P
Sektör (D1)	Ağaç Ürünleri İmalatı	36	2,17±0,10	49,449	0,002*
	Ana Metal ve Fabrikasyon Metal Ürünleri İmalatı	19	2,47±0,16		
	Balıkçılık	1	-		
	Bilgi ve İletişim	13	2,95±0,19		
	Cam, Çimento ve Toprak	8	2,28±0,16		
	Eğitim	1	-		
	Elektrikli ve Optik Donanım İmalatı	6	2,69±0,28		
	Enerji	5	2,34±0,30		
	Gıda Ürünleri İçecek ve Tütün İmalatı	46	2,43±0,08		
	İnşaat	36	2,29±0,11		
	Kağıt Hamuru, Kağıt ve Kağıt Ürünleri İmalatı	9	2,04±0,21		
	Kimyasal Madde ve Ürünler ile Suni Elyaf İmalatı	8	2,19±0,31		
	Kok Kömürü Rafine Edilmiş Petrol Yakıt Ürünleri ve Nükleer Yakıt İmalatı	1	-		
	Kültür, Sanat, Eğlence, Dinlence ve Spor	2	1,20±0,21		
	Madencilik ve Taşocakçılığı	9	2,15±0,22		
	Makine ve Teçhizat İmalatı	29	2,46±0,13		
	Mesleki, Bilimsel ve Teknik Faaliyetler	1	-		
	Metalik Olmayan Diğer Mineral Ürünlerin İmalatı	1	-		
	Plastik ve Kauçuk Ürünleri İmalatı	15	2,67±0,14		
	Sağlık İşleri ve Sosyal Hizmetler	4	2,83±0,16		
	Tarım, Avcılık ve Ormancılık	8	2,21±0,08		

	Tekstil, Hazır Giyim, Deri	54	2,35±0,11		
	Toptan ve Perakende Ticaret	6	2,89±0,29		
	Ulaşım Araçları İmalatı	10	2,98±0,18		
	Ulaştırma, Depolama ve Haberleşme	4	2,69±0,24		
	Başka Yerde Sınıflandırılmamış İmalatlar	0	-		
	Diğer	85	2,54±0,08		
	Toplam	417			
İşletme niteliği	Çok uluslu	58	3,00±0,09	MW= 5177,000	0,000*
	Ulusal	359	2,34±0,03		
	Toplam	417			
Çalışan Sayısı (D4.1)	1-9	187	2,36±0,05	31,420	0,000*
	10-49	105	2,33±0,07		
	50-249	74	2,43±0,06		
	250 ve üstü	51	2,93±0,09		
	Toplam	417			
İşletme Büyüklüğü (D4.2)	Mikro	187	2,36±0,05	29,903	0,000*
	Küçük	105	2,33±0,07		
	Orta	75	2,45±0,06		
	Büyük	50	2,91±0,09		
	Toplam	417			
Üretim fabrikası sayısı (D5)	Birden fazla üretim fabrikası	103	2,74±0,07	MW= 10761,000	0,000*
	Tek bir üretim fabrikası	314	2,34±0,04		
	Toplam	417			
Üretim yeri ve merkezinin konumu	Merkez/üretim yeri büyükşehirde bütünleşiktir	212	2,46±0,05	8,987	0,061
	Merkez/üretim yeri büyükşehirde ayrı konumdadır	76	2,57±0,08		
	Merkez büyükşehirde, üretim yeri taşradadır	34	2,28±0,07		
	Merkez/üretim yeri taşrada ve bütünleşiktir	68	2,44±0,10		
	Merkez/üretim yeri taşrada ve ayrı konumdadır	27	2,28±0,07		
	Toplam	417			
	Marmara	145	2,52±0,06	4,405	0,622

Merkez Coğrafi Bölge (D6.1)	Karadeniz	68	2,30±0,08		
	Ege	45	2,40±0,11		
	İç Anadolu	90	2,40±0,08		
	Akdeniz	23	2,49±0,15		
	Doğu Anadolu	25	2,41±0,11		
	Güneydoğu Anadolu	21	2,48±0,14		
	Toplam	417			
Üretim Yerlerinin Bulunduğu Coğrafi Bölge Sayısı (D6.3)	1	395	2,40±0,03	22,747	0,000*
	2	9	3,19±0,12		
	3	7	3,21±0,20		
	4	3	2,82±0,45		
	5	0	-		
	6	0	-		
	7	3	2,49±0,17		
	Toplam	417			
Yıllık Ciro (D7)	2 Milyon €'dan az	22	2,85±0,16	18,703	0,000*
	2 Milyon € - 10 Milyon €'dan az	23	2,74±0,14		
	10 Milyon € -50 Milyon €'dan az	37	2,65±0,09		
	50 Milyon € -1 Milyar €'dan az	47	2,31±0,08		
	1 Milyar €'dan fazla	137	2,26±0,06		
	Bu konuda bilgi sahibi değilim	0	-		
	Bu konuda bilgi paylaşmak istemiyorum	151	2,47±0,06		
	Toplam	417			
İhracat (D8)	Evet	201	2,57±0,05	MW= 16780,000	0,000*
	Hayır	213	2,31±0,05		
	Hiçbir bilgim yok	3	2,38±0,49		
	Toplam	417			
Ürün çeşitliliği ve hacmi (D9)	Ürün hacmi geniş, ürün çeşitliliği az	65	2,36±0,09	40,717	0,000*
	Ürün hacmi geniş, ürün çeşitliliği fazla	216	2,63±0,05		
	Ürün hacmi dar, ürün çeşitliliği az	69	2,06±0,73		

	Ürün hacmi dar, ürün çeşitliliği fazla	67	2,25±0,07		
	Toplam	417			
Sürdürülebilirlik Birimi (D10)	Evet	121	2,80±0,06	MW= 8955,000	0,000*
	Hayır	265	2,27±0,04		
	Hiçbir bilgim yok	31	2,45±0,11		
	Toplam	417			
Yeşil tedarik zinciri yönetimi uygulama durumu (D11)	Evet	104	2,81±0,06	MW= 5981,000	0,000*
	Hayır	217	2,25±0,04		
	Hiçbir bilgim yok	96	2,45±0,07		
	Toplam	417			

*p<0,05 ise farklılık vardır.

Çizelge Ek A.2. Boyut değişkenlerinin gruplarının karşılaştırılması

Değişken	Alt Grup Değişkeni	N	DOP Ort.±SS	KW/MW	P
E-ticaret faaliyetleri	Evet	245	2,69±0,68	MW= 13288,000	0,000*
	Hayır	172	2,25±0,63		
	Toplam	417			
Web Sitesi	Evet	297	2,56±0,68	MW= 10977,000	0,000*
	Hayır	120	2,12±0,59		
	Toplam	417			
Sosyal medya	Evet	139	2,57±0,69	MW= 12780,000	0,000*
	Hayır	278	2,16±0,59		
	Toplam	417			
Mesleki gelişim eğitimi	Evet	215	2,68±0,64	MW= 13288,000	0,000*
	Hayır	125	2,08±0,58		
	Bilmiyorum	24	2,29±0,67		
	Bilgi paylaşmak istemiyorum	53	2,35±0,71		
	Toplam	417			
Kişisel gelişim eğitimi	Evet	163	2,76±0,64	MW= 7041,000	0,000*
	Hayır	171	2,17±0,59		
	Bilmiyorum	31	2,38±0,62		
	Bilgi paylaşmak istemiyorum	52	2,33±0,72		
	Toplam	417			
Hobi sınıfları	Evet	65	2,98±0,61	MW= 3804,000	0,000*
	Hayır	264	2,31±0,62		
	Bilmiyorum	35	2,53±0,74		

	Bilgi paylaşmak istemiyorum	53	2,34±0,72		
	Toplam	417			
Motivasyon etkinlikleri	Evet	119	2,75±0,64	MW= 7816,000	0,000*
	Hayır	213	2,27±0,64		
	Bilmiyorum	29	2,35±0,74		
	Bilgi paylaşmak istemiyorum	56	2,43±0,71		
	Toplam	417			
Teknoloji sağlayıcıları	Evet	131	2,78±0,61	MW= 4983,000	0,000*
	Hayır	161	2,16±0,60		
	Bilmiyorum	51	2,40±0,65		
	Bilgi paylaşmak istemiyorum	74	2,45±0,73		
	Toplam	417			
Kamu kuruluşları	Evet	110	2,78±0,67	MW= 5700,000	0,000*
	Hayır	184	2,24±0,60		
	Bilmiyorum	47	2,36±0,66		
	Bilgi paylaşmak istemiyorum	76	2,46±0,73		
	Toplam	417			
Üniversiteler	Evet	75	2,94±0,61	MW= 3774,000	0,000*
	Hayır	227	2,27±0,62		
	Bilmiyorum	48	2,44±0,70		
	Bilgi paylaşmak istemiyorum	67	2,44±0,71		
	Toplam	417			
Araştırma Enstitüleri	Evet	37	3,17±0,63	MW= 1651,000	0,000*
	Hayır	259	2,32±0,61		
	Bilmiyorum	51	2,50±0,68		
	Bilgi paylaşmak istemiyorum	70	2,43±0,73		
	Toplam	417			
Tedarikçiler	Evet	178	2,58±0,64	MW= 8115,000	0,000*
	Hayır	131	2,20±0,64		
	Bilmiyorum	43	2,50±0,72		
	Bilgi paylaşmak istemiyorum	65	2,46±0,75		
	Toplam	417			
Müşteriler	Evet	175	2,63±0,65	MW= 7082,000	0,000*
	Hayır	130	2,15±0,61		
	Bilmiyorum	45	2,47±0,68		
	Bilgi paylaşmak istemiyorum	67	2,45±0,73		
	Toplam	417			
	Evet	69	2,93±0,69	MW=	0,000*

İşletme İştirakleri	Hayır	206	2,25±0,59	3380,000	
	Bilmiyorum	66	2,45±0,65		
	Bilgi paylaşmak istemiyorum	76	2,46±0,73		
	Toplam	417			
Rakip Firmalar	Evet	79	2,81±0,70	MW= 4817,000	0,000*
	Hayır	210	2,28±0,59		
	Bilmiyorum	56	2,42±0,73		
	Bilgi paylaşmak istemiyorum	72	2,49±0,73		
	Toplam	417			
Uzmanlar	Evet	125	2,64±0,63	MW= 7101,000	0,000*
	Hayır	167	2,25±0,64		
	Bilmiyorum	55	2,43±0,73		
	Bilgi paylaşmak istemiyorum	70	2,51±0,74		
	Toplam	417			
Hibe ve destek kaynakları	Hiçbiri	147	2,45±0,68	13,850	0,008*
	KOSGEB	2	3,69±0,65		
	TÜBİTAK	1	4,14±0,00		
	Bakanlıklar	21	2,60±0,78		
	Kalkınma Ajansları	40	2,77±0,73		
	EUREKA/Eurostars	43	2,97±0,63		
	HORIZON	232	2,40±0,69		
	Diğer	21	2,46±0,64		
	Toplam	507			
Pazar Payı	%80 ve üstü	32	2,93±0,74	32,293	0,000*
	%50-79	63	2,62±0,63		
	%30-49	42	2,70±0,69		
	%11-29	48	2,42±0,56		
	%10 ve altı	95	2,22±0,61		
	Bilmiyorum	104	2,21±0,63		
	Bilgi paylaşmak istemiyorum	33	2,61±0,79		
	Toplam	417			
Ar-Ge Yatırım Oranı	%21 ve üzeri	16	2,97±0,77	32,884	0,000*
	%11-20	25	2,63±0,75		
	%6-10	24	2,59±0,61		
	%1-5	64	2,39±0,56		
	%0	81	2,10±0,66		
	Bilmiyorum	80	2,49±0,68		
	Bilgi paylaşmak istemiyorum	40	2,56±0,73		

	Toplam	330			
Fabrika	Var	69	2,82±0,61	516,000	0,455
	Yok	17	2,94±0,55		
	Bilmiyorum	2	3,22±0,66		
	Bilgi paylaşmak istemiyorum	6	2,89±0,86		
	Toplam	94			
Genel merkez	Var	55	2,96±0,59	441,000	0,002*
	Yok	28	2,51±0,54		
	Bilmiyorum	6	3,24±0,36		
	Bilgi paylaşmak istemiyorum	5	3,09±0,79		
	Toplam	94			
Teknopark	Var	23	3,24±0,55	308,000	0,000*
	Yok	58	2,63±0,55		
	Bilmiyorum	9	3,27±0,44		
	Bilgi paylaşmak istemiyorum	4	2,89±0,72		
	Toplam	94			
İnovasyon hub	Var	17	3,21±0,57	215,000	0,001*
	Yok	55	2,61±0,55		
	Bilmiyorum	17	3,23±0,41		
	Bilgi paylaşmak istemiyorum	5	3,09±0,78		
	Toplam	94			
Ar-Ge personeli tüm çalışan içindeki payı	%80-100	25	3,27±0,53	20,669	0,000*
	%60-80	8	2,97±0,56		
	%40-60	14	2,81±0,36		
	%20-40	17	2,50±0,60		
	%20 ve altı	21	2,59±0,59		
	Bilmiyorum	5	2,87±0,61		
	Bilgi paylaşmak istemiyorum	4	2,88±0,68		
	Toplam				
Ar-Ge personeli lisansüstü eğitim düzeyi	%80-100	23	3,26±0,44	27,853	0,000*
	%60-80	19	2,92±0,58		
	%40-60	10	2,88±0,39		
	%20-40	13	2,46±0,40		
	%20 ve altı	16	2,36±0,64		
	Bilmiyorum	8	3,13±0,60		
	Bilgi paylaşmak istemiyorum	5	2,73±0,67		
	Toplam	94			
	%80-100	20	3,20±0,54	19,045	0,001*

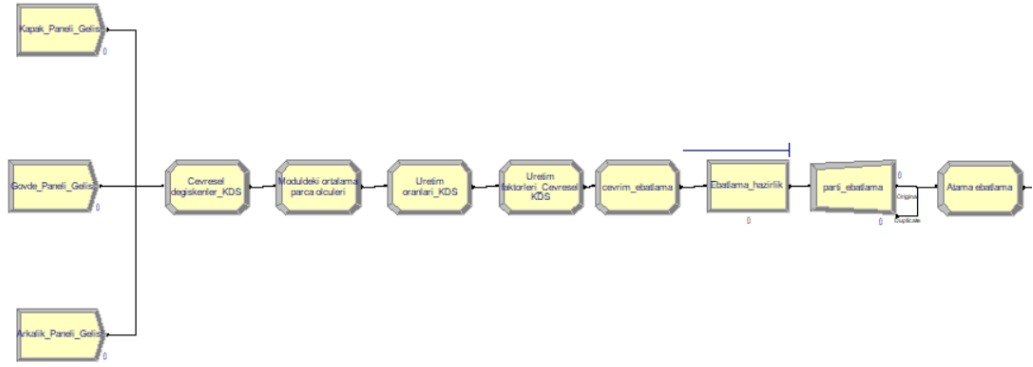
Ar-Ge personeli kadın çalışan oranı	%60-80	13	3,02±0,66		
	%40-60	13	2,87±0,45		
	%20-40	11	2,84±0,46		
	%20 ve altı	20	2,39±0,57		
	Bilmiyorum	11	2,94±0,56		
	Bilgi paylaşmak istemiyorum	6	2,59±0,70		
	Toplam	94			
İki veya daha fazla yabancı dil bilen Ar-Ge personelinin oranı	%80-100	19	3,27±0,50	20,411	0,000*
	%60-80	11	3,01±0,56		
	%40-60	10	2,97±0,50		
	%20-40	11	2,57±0,43		
	%20 ve altı	23	2,50±0,57		
	Bilmiyorum	13	2,88±0,57		
	Bilgi paylaşmak istemiyorum	7	2,81±0,87		
	Toplam	94			
Ulusal patentli belge	Var	89	2,72±0,72	MW= 5656,000	0,000*
	Yok	196	2,29±0,64		
	Bilmiyorum	59	2,50±0,64		
	Bilgi paylaşmak istemiyorum	73	2,43±0,70		
	Toplam	417			
Ulusal faydalı model belge	Var	50	2,91±0,69	2908,000	0,000*
	Yok	224	2,30±0,64		
	Bilmiyorum	69	2,50±0,66		
	Bilgi paylaşmak istemiyorum	74	2,47±0,70		
	Toplam	417			
Uluslararası patent başvurusu	Var	39	3,08±0,68	1755,000	0,000*
	Yok	235	2,30±0,63		
	Bilmiyorum	69	2,48±0,61		
	Bilgi paylaşmak istemiyorum	74	2,48±0,71		
	Toplam	417			
Uluslararası patentli belge	Var	25	3,17±0,68	1066,000	0,000*
	Yok	242	2,32±0,65		
	Bilmiyorum	74	2,51±0,63		
	Bilgi paylaşmak istemiyorum	76	2,47±0,70		
	Toplam	417			
Akademik yayın	Var	17	2,91±0,79	1207,000	0,003*
	Yok	252	2,35±0,66		
	Bilmiyorum	68	2,55±0,66		

	Bilgi paylaşmak istemiyorum	80	2,49±0,72		
	Toplam				
Pandemide iş süreçlerini durdurma	Evet	167	2,24±0,69	MW= 15373,000	0,000*
	Hayır	250	2,57±0,65		
	Toplam	417			
Uzaktan çalışma	Evet	26	2,69±0,72	15,864	0,001*
	Kısmi zamanlı olarak	46	2,68±0,69		
	Bazı işkollarında	37	2,56±0,69		
	Hayır	263	2,33±0,64		
	Bilmiyorum	21	2,50±0,85		
	Bilgi paylaşmak istemiyorum	24	2,58±0,75		
	Toplam	417			

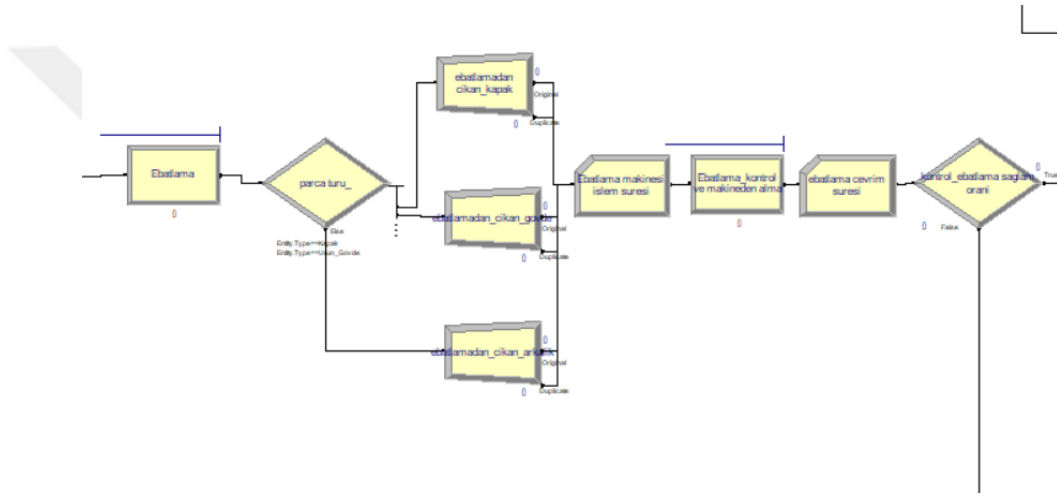
*p<0,05

EK AÇIKLAMALAR B.

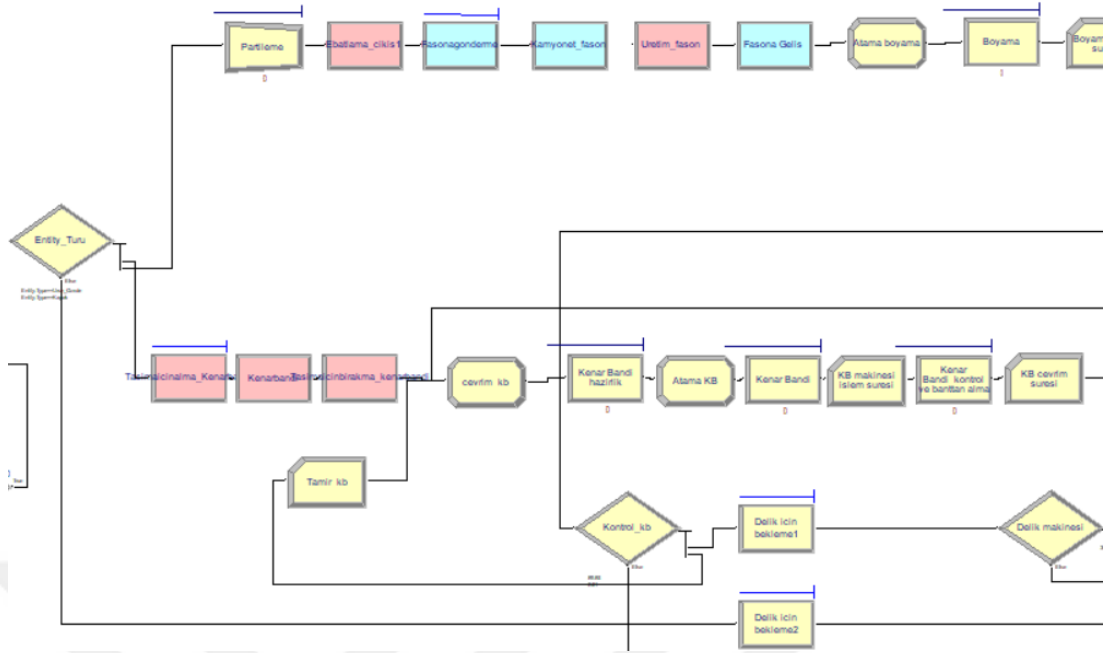
ARENA SİMÜLASYON YAZILIMI EKTRAN GÖRÜNTÜLERİ



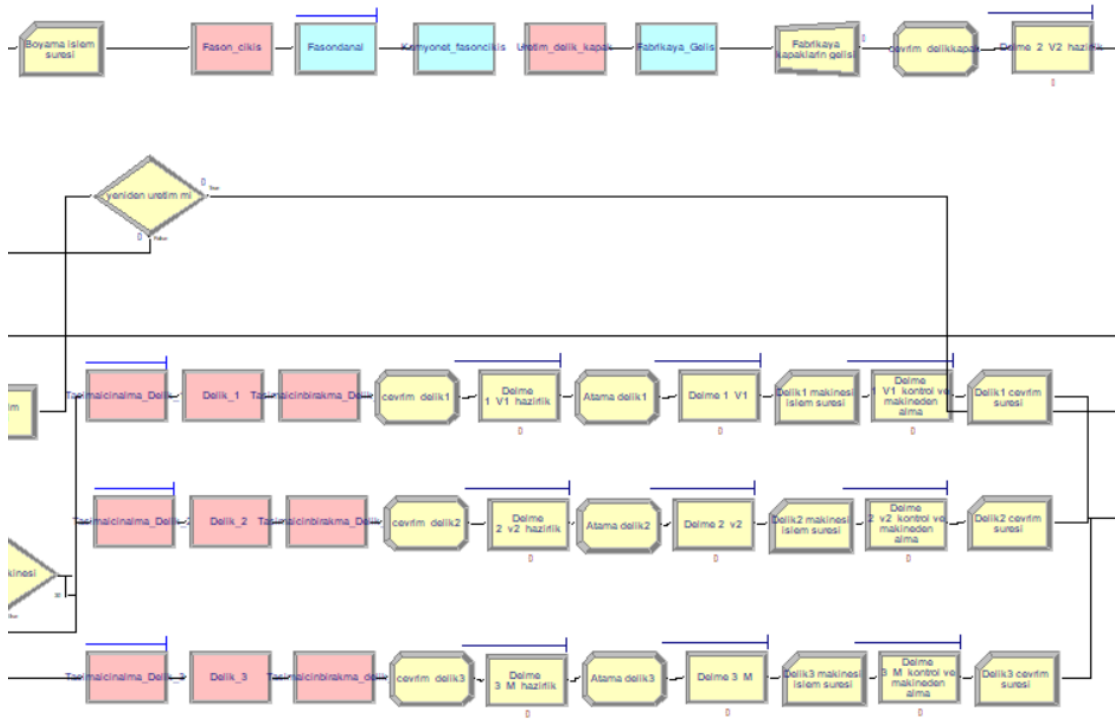
Şekil Ek B.1. Mevcut durum ebatlama istasyonu ekran görüntüsü



Şekil Ek B.2. Mevcut durum ebatlama istasyonu ekran görüntüsü



Şekil Ek B.3. Mevcut durum kenar bandı istasyonu ekran görüntüsü



Şekil Ek B.4. Mevcut durum delik istasyonu ekran görüntüsü

EK AÇIKLAMALAR C.
SÜRDÜRÜLEBİLİR İŞLETME OLGUNLUK MODELİ (SUSTAINABLE
ENTERPRISE MATURITY MODEL (SEMM))

SÜRDÜRÜLEBİLİR İŞLETME OLGUNLUK MODELİ (SUSTAINABLE ENTERPRISE MATURITY MODEL (SEMM))

DEMOGRAFİK BİLGİLER

İşletmenizin faaliyet gösterdiği sektör:

İşletmeniz:

- ☐ Çok uluslu
- ☐ Ulusal

İşletmeniz kaç yıldır faaliyet gösteriyor?

İşletme ölçeği

- ☐ Büyük
- ☐ Orta
- ☐ Küçük
- ☐ Mikro

Çalışan sayısı

- ☐ 1-9
- ☐ 10-49
- ☐ 50- 249
- ☐ 250 ve üstü

İşletmenizin:

- ☐ Türkiye’de aynı/farklı şehirlerde birden fazla üretim fabrikası vardır.
- ☐ Türkiye’de tek bir üretim fabrikası vardır.

İşletmeniz:

- ☐ Merkez ve üretim yeri/leri büyükşehirlerde ve bütünleşiktir.
- ☐ Merkez ve üretim yeri/leri büyükşehirlerde ve ayrı konumlarda yer alır.
- ☐ Merkezi büyükşehirde, üretim yeri/leri taşradadır.
- ☐ Merkez ve üretim yeri taşrada ve bütünleşiktir.
- ☐ Merkez ve üretim yeri taşrada ve ayrı konumlarda yer alır.

Cevap 2, 3,5 (Merkezi büyükşehirde, üretim yeri/leri taşradadır.- Merkez ve üretim yeri taşrada ve ayrı konumlarda yer alır.) ise;

İşletmenizin merkezinin bulunduğu coğrafi bölge

- ☐ Marmara
- ☐ Karadeniz
- ☐ Ege
- ☐ İç Anadolu

- ☐ Akdeniz
- ☐ Doğu Anadolu
- ☐ Güneydoğu Anadolu

İşletmenizin üretim yerinin/lerinin bulunduğu coğrafi bölge (çoklu seçim)

- ☐ Marmara
- ☐ Karadeniz
- ☐ Ege
- ☐ İç Anadolu
- ☐ Akdeniz
- ☐ Doğu Anadolu
- ☐ Güneydoğu Anadolu

Cevap 1 veya 4 (Merkez ve üretim yeri/leri büyükşehirlerde ve bütünüleştiktir. - Merkez ve üretim yeri taşrada ve bütünüleştiktir.) ise;

İşletmenizin bulunduğu coğrafi bölge

- ☐ Marmara
- ☐ Karadeniz
- ☐ Ege
- ☐ İç Anadolu
- ☐ Akdeniz
- ☐ Doğu Anadolu
- ☐ Güneydoğu Anadolu

İşletmenizin yıllık cirosu

- ☐ 1 Milyar €’dan fazla
- ☐ 50 Milyon – 1 Milyar €’dan az
- ☐ 10-50 Milyon €’dan az
- ☐ 2-10 Milyon €’dan az
- ☐ 2 Milyon €’dan az
- ☐ Bu konuda bilgi sahibi değilim.
- ☐ Bu konuda bilgi paylaşmak istemiyorum.

İşletmeniz ihracat yapıyor mu?

- ☐ Evet
- ☐ Hayır
- ☐ Hiçbir bilgim yok

Sektördeki rakiplere kıyasla ürün çeşitliliği ve hacmi

- ☐ Ürün hacmi geniş, ürün çeşitliliği az
- ☐ Ürün hacmi geniş, ürün çeşitliliği çok
- ☐ Ürün hacmi dar, ürün çeşitliliği az
- ☐ Ürün hacmi dar, ürün çeşitliliği çok

İşletmenizde sürdürülebilirlik faaliyetlerinize yönelik ayrı bir biriminiz var mı?

- ☐ Evet
- ☐ Hayır
- ☐ Hiçbir bilgim yok

İşletmenizde yeşil tedarik zinciri yönetimi uygulanıyor mu?

- ☐ Evet
- ☐ Hayır
- ☐ Hiçbir bilgim yok

İşletmenizin dijital dönüşüm geçirmek istemesinin altındaki en önemli üç nedeni (İhtiyaç nedenleri) yazınız? (isteğe bağlı)

- 1.....
- 2.....
- 3.....

STRATEJİ

İşletmenizin stratejisine yönelik verilen ifadeleri işletmenize uygunluğu açısından 0 ile 5 arasında değerlendiriniz.

5: Kesinlikle katılıyorum- 1: Kesinlikle katılmıyorum. 0A: Bu konuda bilgi/fikir sahibi değilim 0B: Bu konuda bilgi paylaşmak istemiyorum

	5	4	3	2	1	0A	0B
İşletmemizin tanımlanmış net bir vizyon ve misyonu vardır.							
İşletmemizin yazılı olarak tanımlanmış etik ve temel değerleri vardır.							
İşletmemiz güvence ve denetim faaliyetleriyle uyumlu ve çalışanlarını destekleyen bir yapıya sahiptir.							
İşletmemiz yönetiminin çalışanlara, denetim yerine rehberlik odaklı bir yaklaşımı vardır.							
İşletmemizin mevcut iş modelleri (işletmenin gelir elde etmesini sağlayan iş yapma biçimleri), dijitalleşme ve rekabet edebilme açısından değerlendirilerek, hızlı ve etkili bir şekilde güncellenebilir.							
İşletmemiz üst yönetimi, dijital süreçlerin yürütülebilmesi için gerekli katılıma, desteğe ve uzmanlığa sahiptir.							
İşletmemiz hızla değişen pazarda çevikliği (hızla uyum sağlayabilme yeteneğini) arttırmaya yönelik girişimlere sahiptir.							
İşletmemizin tüm süreçlere yönelik faaliyetleri, paydaşların (müşteriler, çalışanlar, tedarikçiler, rakipler, hissedarlar, toplum, devlet) katılımıyla geliştirilir.							
İşletmemiz yeni dijital iş fikirlerinin uygulanması için çalışanlarına yeterli zaman, enerji, kaynak ve fırsatları sağlar.							
İşletmemiz çalışanlarının sahip olduğu dijital bilgi, beceri, ilgi ve deneyimleri etkin bir şekilde kullanmasına imkan tanımaz.							
İşletmemizin dijital dönüşüm sorumlusu bellidir ve herkes tarafından bilinir.							
İşletmemizin stratejik planlamalarında dijital süreçler tanımlanmıştır ve bu planlara uygun olarak çalışmaktadır.							
İşletmemiz dijital süreçlerin uygulanması için farklı birimlerde çalışanlardan oluşan proje ekipleri ile etkin bir şekilde faaliyet göstermektedir.							
İşletmemizin stratejik planlamalarında dijital süreçler kısa/orta/uzun dönemde tanımlıdır.							
Dönemini belirtiniz:.....(kısa/orta/uzun)							

İşletmenizin faaliyet gösterdiği sektörde yaklaşık olarak pazar payı aralığını işaretleyiniz.

- %80 ve üstü
- %50- 79 arasında
- %30- 49 arasında
- %11- 29 arasında
- %10 ve altı
- Bu konuda bilgi sahibi değilim.
- Bu konuda bilgi paylaşmak istemiyorum

MÜŞTERİLER

İşletmenizin müşterilerinize yönelik tutumuyla ilgili verilen ifadeleri 0 ile 5 arasında değerlendiriniz.

5: Kesinlikle katılıyorum- 1: Kesinlikle katılmıyorum. 0A: Bu konuda bilgi/fikir sahibi değilim 0B: Bu konuda bilgi paylaşmak istemiyorum.

	5	4	3	2	1	0A	0B
İşletmemizde müşterilerimize ait veriler toplanır, analiz edilir ve değerlendirilerek satış öncesi, satış ve satış sonrası süreçlerinin yönetilmesinde kullanılır.							
İşletmemizin müşterileri ürünlerimize, çok farklı kanallar kullanarak (Sosyal medya, web sitesi, sanal mağaza, satış platformları, satış ekibi, bayii vb.) kolayca erişim sağlar.							
İşletmemizde müşterilerimizle birlikte iş yapar ve tüm süreçlerin yönetilmesinde fikirlerinden yararlanırsınız.							
İşletmemizde müşterilerimiz için hizmet faaliyetleri tamamen dijitalleştirilmiştir.							
İşletmemizde müşterilerimiz için satış faaliyetleri tamamen dijitalleştirilmiştir.							
İşletmemizde müşterilerimize sunduğumuz hizmet yöntemlerimizi tüm paydaşlarımızın (Müşteriler, çalışanlar, tedarikçiler, rakipler, hissedarlar, toplum, devlet) görüşünü almadan belirleriz.							
İşletmemiz bünyesinde yapılan bütün ürün geliştirmeler, müşteri beklentileri doğrultusunda şekillenir.							
İşletmemizde müşterilerimize özel, bireysel ürünler üretebilme kabiliyetimiz vardır. (ürün kişiselleştirme)							
İşletmemizde müşterimizin sorunlarına, ihtiyaçlarına ve önerilerine çok hızlı bir şekilde cevap veririz.							

İşletmenizin müşteri hizmetlerine yönelik faaliyetleri kullanma durumuna göre değerlendiriniz.

- E-ticaret faaliyetleri Evet-Hayır
- Web sitesi Evet-Hayır
- Sosyal medya Evet-Hayır

Sadece E-ticaret faaliyetlerinizde cevabınız evet ise;

İşletmenizin E-ticaret faaliyetlerine yönelik verilen ifadeleri 0 ile 5 arasında değerlendiriniz.

5: Oldukça yeterli - 1: Çok yetersiz, 0A: Bu konuda bilgi/fikir sahibi değilim, 0B: Bu konuda bilgi paylaşmak istemiyorum

	5	4	3	2	1	0A	0B
E-ticaret faaliyetlerinizde müşterilerinizin işletmenizle iletişim kurabilme düzeyi (Yorumlar, öneri, şikayet, müşteri anketleri, sosyal medya anketleri vb.)							
E-ticaret faaliyetlerinizde bilgi güvenliği düzeyiniz							
E-ticaret faaliyetlerinizde teknoloji kullanım düzeyiniz (Sanal/arttırılmış gerçeklik – VR/AR, asistan teknolojiler vb.)							
E- ticaret faaliyetlerinizde dağıtım çeşitliliğiniz (Anlaşmalı kargo firmaları sayısı vb.)							
E- ticaret faaliyetlerinizde ödeme yöntemi çeşitliliğiniz (Havale, kapıda ödeme, sanal para ile ödeme vb.)							

Sadece Web sitesinizde evet ise;

İşletmenizin web sitesi faaliyetlerine yönelik verilen ifadeleri 0 ile 5 arasında değerlendiriniz.

5: Oldukça yeterli - 1: Çok yetersiz, 0A: Bu konuda bilgi/fikir sahibi değilim, 0B: Bu konuda bilgi paylaşmak istemiyorum

	5	4	3	2	1	0A	0B
Web sitenizde kişiye özel sunum/reklam düzeyiniz							
İşletme ürün ve hizmetlerinizin Google aramalarında daha üst sıralarda görünüm (Arama motoru-SEO optimizasyonu) düzeyi							
Web sitenize cep telefonları gibi mobil cihazlardan erişim düzeyiniz							
Web sitenizi ziyaret eden müşterileriniz için, sitenizde sanal/arttırılmış gerçeklik, yardım amaçlı dijital asistanlar vb. yeni teknolojileri kullanma düzeyiniz							
Web sitenizi ziyaret eden müşterilerinizin verilerini analiz etme ve talepleri doğrultusunda satış hizmeti sağlama düzeyiniz (Veri analitiği, veri madenciliği, data science vb.)							

Sadece sosyal medya cevabınız evet ise;

İşletmenizin sosyal medya faaliyetlerine yönelik verilen ifadeleri 0 ile 5 arasında değerlendiriniz.

5: Oldukça yeterli - 1: Çok yetersiz, 0A: Bu konuda bilgi/fikir sahibi değilim, 0B: Bu konuda bilgi paylaşmak istemiyorum

	5	4	3	2	1	0A	0B
Sosyal medyada ürün faaliyetlerinizin görünürlüğü							
Sosyal medya araçları kullanarak müşterilerinizin verilerini analiz etme ve talepleri doğrultusunda satış hizmeti sağlama düzeyiniz (Veri analitiği, veri madenciliği, vb.)							

CALIŞANLAR

İşletmenizdeki farklı çalışan gruplarını tabloda verilen beceriler bakımından değerlendiriniz.

5: Oldukça yeterli - 1: çok yetersiz, 0A: Bu konuda bilgi/fikir sahibi değilim, 0B: Bu konuda bilgi paylaşmak istemiyorum.

Yetenekler	Üst Yönetim (C Seviye Yöneticiler)	Beyaz Yaka - Hizmet Yöneticileri	Beyaz Yaka - Ürün Yöneticileri	Mavi Yaka
STEM (Bilim, Teknoloji, Mühendislik, Matematik) becerileri	5,4,3,2,1,0A,0B	5,4,3,2,1,0A,0B	5,4,3,2,1,0A,0B	5,4,3,2,1,0A,0B
Mesleki yeterlilik dışında iş süreçlerinin yönetilmesi için gerekli olan diğer beceriler (hassas beceriler “soft skills” – problem çözme, stres / zaman yönetimi, eleştirel düşünme, duygusal çeviklik, empati, sabır vb.)	5,4,3,2,1,0A,0B	5,4,3,2,1,0A,0B	5,4,3,2,1,0A,0B	5,4,3,2,1,0A,0B
İşletmedeki mevcut teknolojileri kullanabilme becerisi	5,4,3,2,1,0A,0B	5,4,3,2,1,0A,0B	5,4,3,2,1,0A,0B	5,4,3,2,1,0A,0B
İşletmedeki sorumlu olduğu süreçleri yönetebilme becerisi	5,4,3,2,1,0A,0B	5,4,3,2,1,0A,0B	5,4,3,2,1,0A,0B	5,4,3,2,1,0A,0B
Her türlü yeni yöntemleri deneme konusunda isteklilik düzeyi	5,4,3,2,1,0A,0B	5,4,3,2,1,0A,0B	5,4,3,2,1,0A,0B	5,4,3,2,1,0A,0B
Her türlü yeni geçilen süreçlere hızlı uyum sağlayabilme becerisi	5,4,3,2,1,0A,0B	5,4,3,2,1,0A,0B	5,4,3,2,1,0A,0B	5,4,3,2,1,0A,0B
Dijital dönüşüm ve teknolojileri hakkında bilgi düzeyi	5,4,3,2,1,0A,0B	5,4,3,2,1,0A,0B	5,4,3,2,1,0A,0B	5,4,3,2,1,0A,0B

OPERASYONEL SÜREÇLER (SÜREC YÖNETİMİ)

İşletmeniz ürünlerinin yaşam döngüleri boyunca takip edilme düzeyine en uygun olan ifadeyi işaretleyiniz.

- Ürünler üretim öncesi süreçlerden kullanım ömrünü tamamlayana kadar (tüm yaşam döngüleri boyunca) takip edilebilir.
- Ürünler, hammaddeden müşterilere ulaşıncaya kadar (tedarik zinciri boyunca) takip edilebilir.
- Ürünler, üretim süreçleri boyunca ve bayiler/dağıtım kanalları arasında hareket ederken izlenebilir.
- Ürün takibi sınırlıdır.
- Ürün takibi yoktur.
- Bu konuda bilgi sahibi değilim.
- Bu konuda bilgi paylaşmak istemiyorum.

İşletmeniz üretim ekipmanlarının birbirleriyle iletişim kurabilme kabiliyetlerini değerlendirerek, işletmeniz bünyesinde en yaygın kullanılan ifadeyi işaretleyiniz.

- Nesnelerin interneti teknolojisini kullanarak MES – Manufacturing Execution System (Ürün Yürütme Sistemi) yazılımı ile bulut platformu üzerinden iletişim sağlanır. Anlık verimlilik/performans takibi yapar.
- Bir SCADA / Otomasyon sistemi aracılığıyla yönetilir. Başka makine ve sistemler ile alışveriş yapabilir.
- Sensör veya kontrol sistemleri (PLC) vasıtasıyla diğer makine/ yazılımlardan veri alarak gönderebilir. Alınan verilerin makineyle entegrasyonunu sağlar.
- Sensör veya kontrol sistemleri (PLC) vasıtasıyla diğer makine/ yazılımlardan veri alarak gönderebilir. Alınan verilerin makine ile entegrasyonunu sağlayamaz (Örneğin CNC makinesine CAD çizimini gönderebilir, ancak üretimin gerçekleşmesi için çalışanın makinede gerekli düzenlemeleri yapması gerekir.)
- Diğer makine/ yazılımlardan veri alma veya gönderme kabiliyeti yoktur.
- Bu konuda bilgi sahibi değilim.
- Bu konuda bilgi paylaşmak istemiyorum.

İşletmeniz süreçlerini dijital ortama geçme durumuna göre belirterek işletmeniz için uygun olan ifadeleri işaretleyiniz.

5: Tamamen dijitaldir 4: Bazı faaliyetler dijitaldir.3:Kısa vadedeki stratejik planlarda dijital ortama geçilmesi planlanmaktadır 2:Orta vadedeki stratejik planlarda dijital ortama geçilmesi planlanmaktadır 1:Uzun vadedeki stratejik planlarda dijital ortama geçilmesi planlanmaktadır 0: Dijital ortama geçilmesi planlanmamaktadır.

	5	4	3	2	1	0
BİT – Bilgi ve İletişim Teknolojileri						
Bilgisayar Destekli Tasarım (CAD) / Bilgisayar Destekli Üretim (CAM)						
Finans						
İnsan Kaynakları						
Kalite						
Lojistik						
Pazarlama						
Planlama						
Satın alma						
Satış						
Stok yönetimi						
Üretim						

İşletmeniz üretim bakım faaliyetlerini değerlendirerek, işletmeniz bünyesinde en yaygın kullanılan ifadeyi işaretleyiniz.

- Geçmiş makine arıza verileri ve anlık olarak toplanan makine verileri sayesinde ne zaman hangi parçada bakım yapılması gerektiği makine tarafından belirlenir. Bakım için gerekli aksiyonlar makine tarafından alınır.
- Geçmiş makine arıza verileri ve anlık olarak toplanan makine verileri sayesinde ne zaman hangi parçada bakım yapılması gerektiği makine tarafından belirlenir. Bakım için gerekli aksiyonlar çalışanlar tarafından alınır.
- Sistemdeki ekipmanları durdurmadan durumları hakkında veriler alınır ve bu verilerin zaman içerisindeki değişimi incelenerek bakım yapılır.
- Önceden belirlenen bir zaman periyodunda makine parçalarının bakım ve onarımları düzenli olarak yapılır.
- Arıza meydana geldiğinde bakım yapılmaktadır.
- Bu konuda bilgi sahibi değilim.
- Bu konuda bilgi paylaşmak istemiyorum.

İşletmeniz üretim ve yönetim süreçlerinde kullandığınız platformları belirterek iş süreçlerindeki etkinliğinizi 1 ile 5 arasında değerlendiriniz.

Platform	Üretim		Yönetim	
	Kullanım durumu	Değerlendirme* 5: Çok etkin - 1: Hiç etkin değil	Kullanım durumu	Değerlendirme* 5: Çok etkin - 1: etkin değil
CAD CAM ile otomatik aktarma	Evet-hayır-bilmiyorum-bilgi paylaşmak istemiyorum	5,4,3,2,1	Evet-hayır-bilmiyorum-bilgi paylaşmak istemiyorum	5,4,3,2,1
Uzaktan ve Yardımcı Bakım hizmeti	Evet-hayır-bilmiyorum-bilgi paylaşmak istemiyorum	5,4,3,2,1	Evet-hayır-bilmiyorum-bilgi paylaşmak istemiyorum	5,4,3,2,1
Dron (Drone/Uçan Göz) teknolojisi	Evet-hayır-bilmiyorum-bilgi paylaşmak istemiyorum	5,4,3,2,1	Evet-hayır-bilmiyorum-bilgi paylaşmak istemiyorum	5,4,3,2,1

Otonom (Sürücüsüz) araçlar	Evet-hayır-bilmiyorum-bilgi paylaşmak istemiyorum	5,4,3,2,1	Evet-hayır-bilmiyorum-bilgi paylaşmak istemiyorum	5,4,3,2,1
Dijital asistanlar – Chatbot vb.	Evet-hayır-bilmiyorum-bilgi paylaşmak istemiyorum	5,4,3,2,1	Evet-hayır-bilmiyorum-bilgi paylaşmak istemiyorum	5,4,3,2,1
Giyilebilir teknolojiler	Evet-hayır-bilmiyorum-bilgi paylaşmak istemiyorum	5,4,3,2,1	Evet-hayır-bilmiyorum-bilgi paylaşmak istemiyorum	5,4,3,2,1
Sanal/ artırılmış gerçeklik - VR /AR	Evet-hayır-bilmiyorum-bilgi paylaşmak istemiyorum	5,4,3,2,1	Evet-hayır-bilmiyorum-bilgi paylaşmak istemiyorum	5,4,3,2,1
Bulut Bilişim	Evet-hayır-bilmiyorum-bilgi paylaşmak istemiyorum	5,4,3,2,1	Evet-hayır-bilmiyorum-bilgi paylaşmak istemiyorum	5,4,3,2,1
Yapay zekâ tabanlı sistemler	Evet-hayır-bilmiyorum-bilgi paylaşmak istemiyorum	5,4,3,2,1	Evet-hayır-bilmiyorum-bilgi paylaşmak istemiyorum	5,4,3,2,1
IoT –Nesnelerin İnterneti	Evet-hayır-bilmiyorum-bilgi paylaşmak istemiyorum	5,4,3,2,1	Evet-hayır-bilmiyorum-bilgi paylaşmak istemiyorum	5,4,3,2,1
Mobil uygulamalar	Evet-hayır-bilmiyorum-bilgi paylaşmak istemiyorum	5,4,3,2,1	Evet-hayır-bilmiyorum-bilgi paylaşmak istemiyorum	5,4,3,2,1
Otonom veri odaklı kalite kontrol sistemi	Evet-hayır-bilmiyorum-bilgi paylaşmak istemiyorum	5,4,3,2,1	Evet-hayır-bilmiyorum-bilgi paylaşmak istemiyorum	5,4,3,2,1
Entegre ürün geliştirme (Verilerin tek kaynaktan toplanması- Single source of truth)	Evet-hayır-bilmiyorum-bilgi paylaşmak istemiyorum	5,4,3,2,1	Evet-hayır-bilmiyorum-bilgi paylaşmak istemiyorum	5,4,3,2,1
Doküman Yönetim Sistemi	Evet-hayır-bilmiyorum-bilgi paylaşmak istemiyorum	5,4,3,2,1	Evet-hayır-bilmiyorum-bilgi paylaşmak istemiyorum	5,4,3,2,1
Yalın Üretim Teknikleri –KAIZEN, SMED, JIT, 5S vb.	Evet-hayır-bilmiyorum-bilgi paylaşmak istemiyorum	5,4,3,2,1	Evet-hayır-bilmiyorum-bilgi	5,4,3,2,1

			paylaşmak istemiyorum	
Çevik Yaklaşımlar- Kanban, Scrum, XP, Şelale Yöntemi vb.	Evet-hayır-bilmiyorum-bilgi paylaşmak istemiyorum	5,4,3,2,1	Evet-hayır-bilmiyorum-bilgi paylaşmak istemiyorum	5,4,3,2,1
3D /4D Yazıcı	Evet-hayır-bilmiyorum-bilgi paylaşmak istemiyorum	5,4,3,2,1	Evet-hayır-bilmiyorum-bilgi paylaşmak istemiyorum	5,4,3,2,1
Gelişmiş Analitik yazılımları (SAS, SPSS, Python, Simplex, IBM Ilog, Excel Solver vb.)	Evet-hayır-bilmiyorum-bilgi paylaşmak istemiyorum	5,4,3,2,1	Evet-hayır-bilmiyorum-bilgi paylaşmak istemiyorum	5,4,3,2,1
RPA – Robotik Süreç Otomasyonu	Evet-hayır-bilmiyorum-bilgi paylaşmak istemiyorum	5,4,3,2,1	Evet-hayır-bilmiyorum-bilgi paylaşmak istemiyorum	5,4,3,2,1
Proses İzleme Sistemi – Kalite Kontrol	Evet-hayır-bilmiyorum-bilgi paylaşmak istemiyorum	5,4,3,2,1	Evet-hayır-bilmiyorum-bilgi paylaşmak istemiyorum	5,4,3,2,1
Titreşim Analizi – Kestirimci Bakım	Evet-hayır-bilmiyorum-bilgi paylaşmak istemiyorum	5,4,3,2,1	Evet-hayır-bilmiyorum-bilgi paylaşmak istemiyorum	5,4,3,2,1
OEE – Toplam Ekipman Etkinliği İzleme Sistemi	Evet-hayır-bilmiyorum-bilgi paylaşmak istemiyorum	5,4,3,2,1	Evet-hayır-bilmiyorum-bilgi paylaşmak istemiyorum	5,4,3,2,1
MES - Üretim Yürütme Sistemi	Evet-hayır-bilmiyorum-bilgi paylaşmak istemiyorum	5,4,3,2,1	Evet-hayır-bilmiyorum-bilgi paylaşmak istemiyorum	5,4,3,2,1
MOM – Üretim İşlemleri Yönetimi Sistemi	Evet-hayır-bilmiyorum-bilgi paylaşmak istemiyorum	5,4,3,2,1	Evet-hayır-bilmiyorum-bilgi paylaşmak istemiyorum	5,4,3,2,1
ERP - Kurumsal Kaynak Planlaması Sistemi	Evet-hayır-bilmiyorum-bilgi paylaşmak istemiyorum	5,4,3,2,1	Evet-hayır-bilmiyorum-bilgi paylaşmak istemiyorum	5,4,3,2,1
ERP ve MES entegrasyonu Sistemi	Evet-hayır-bilmiyorum-bilgi paylaşmak istemiyorum	5,4,3,2,1	Evet-hayır-bilmiyorum-bilgi paylaşmak istemiyorum	5,4,3,2,1
PDM - Ürün Veri Yönetimi Sistemi	Evet-hayır-bilmiyorum-	5,4,3,2,1	Evet-hayır-bilmiyorum-	5,4,3,2,1

	bilgi paylaşmak istemiyorum		bilgi paylaşmak istemiyorum	
PPS - Üretim Planlama Sistemi	Evet-hayır-bilmiyorum-bilgi paylaşmak istemiyorum	5,4,3,2,1	Evet-hayır-bilmiyorum-bilgi paylaşmak istemiyorum	5,4,3,2,1
APS – İleri Planlama Sistemi	Evet-hayır-bilmiyorum-bilgi paylaşmak istemiyorum	5,4,3,2,1	Evet-hayır-bilmiyorum-bilgi paylaşmak istemiyorum	5,4,3,2,1
MDC - Makine Veri Toplama Sistemi	Evet-hayır-bilmiyorum-bilgi paylaşmak istemiyorum	5,4,3,2,1	Evet-hayır-bilmiyorum-bilgi paylaşmak istemiyorum	5,4,3,2,1
SCM - Tedarik Zinciri Yönetimi Sistemi	Evet-hayır-bilmiyorum-bilgi paylaşmak istemiyorum	5,4,3,2,1	Evet-hayır-bilmiyorum-bilgi paylaşmak istemiyorum	5,4,3,2,1
PLM – Ürün Yaşam Döngüsü Sistemi	Evet-hayır-bilmiyorum-bilgi paylaşmak istemiyorum	5,4,3,2,1	Evet-hayır-bilmiyorum-bilgi paylaşmak istemiyorum	5,4,3,2,1

* Katılımcının kullanım durumuna cevabı “Evet” ise sorulacak

İşletmenizde kalite süreçlerinin takibi ve yönetilmesi için sahip olduğunuz sertifikasyonu/ları işaretleyiniz.

- TSE Belgesi
- CE Belgesi
- ISO (International Organization for Standardization) Belgesi *işaretlenirse*
Revizyon yılı (Versiyonu):..... (Örneğin işletme ISO 9001:2015 sertifikasyonuna sahip ise sertifikasyonun revizyon yılı:2015’tir.)
- Diğer:.....
- Sertifikasyona sahip değiliz.
- Bu konuda bilgi sahibi değilim
- Bu konuda bilgi paylaşmak istemiyorum.

ISO belgesi işaretlenirse;

İşletmenizde Kalite Yönetim Sistemleri sertifikasyonlarından sahip olduklarınızı belirtiniz. Bu sertifikasyona/lara sahip olmanın işletme süreçlerine etkisini 1 ile 5 arasında değerlendiriniz.

Sertifikasyon	Sertifikasyona sahip misiniz?	Değerlendirme* 5: Çok yüksek - 1: Çok düşük
ISO 9001 Kalite Yönetim Sistemi	Evet-hayır-bilmiyorum-bilgi paylaşmak istemiyorum	5,4,3,2,1
ISO 27001 Bilgi Güvenliği Yönetim Sistemi	Evet-hayır-bilmiyorum-bilgi paylaşmak istemiyorum	5,4,3,2,1
ISO 14001 Çevresel Yönetim Sistemleri	Evet-hayır-bilmiyorum-bilgi paylaşmak istemiyorum	5,4,3,2,1
ISO 45001 İş Sağlığı ve Güvenliği Yönetim Sistemi	Evet-hayır-bilmiyorum-bilgi paylaşmak istemiyorum	5,4,3,2,1
ISO 10002 Müşteri Memnuniyeti Yönetim Sistemi	Evet-hayır-bilmiyorum-bilgi paylaşmak istemiyorum	5,4,3,2,1
ISO 31000 Kurumsal Risk Yönetim Sistemi	Evet-hayır-bilmiyorum-bilgi paylaşmak istemiyorum	5,4,3,2,1
ISO 20000 Bilgi Teknolojileri Hizmet Yönetim Sistemi	Evet-hayır-bilmiyorum-bilgi paylaşmak istemiyorum	5,4,3,2,1
ISO 50001 Enerji Yönetim Sistemi	Evet-hayır-bilmiyorum-bilgi paylaşmak istemiyorum	5,4,3,2,1
ISO 28000 Tedarik Zinciri Güvenlik Sistemi	Evet-hayır-bilmiyorum-bilgi paylaşmak istemiyorum	5,4,3,2,1
ISO 16363 Alan Verileri ve Bilgi Aktarım Sistemleri	Evet-hayır-bilmiyorum-bilgi paylaşmak istemiyorum	5,4,3,2,1
Diğer:.....	Evet-hayır-bilmiyorum-bilgi paylaşmak istemiyorum	5,4,3,2,1

* Katılımcının cevabı “evet” ise sorulacaktır

İşletmenizde çevresel sürdürülebilirlik için yapılan faaliyetleri değerlendirerek, uygun olanı/ları işaretleyiniz.

- Yenilenebilir enerji
- Kentsel ve endüstriyel atıklara yönelik arıtma tesisleri
- Atık değerlendirme tesisi verimliliği /performansı
- Karbon ayak izi / karbondioksit emülsiyonu ölçümü
- Su ayak izi ölçümü
- Tüketilen enerji miktarı ölçümü
- Üretilen enerji miktarı ölçümü
- Araç filosundaki karbondioksit emisyonu ölçümü
- Elektrikli araç kullanımı
- Ürün satışında müşteriden eski ürünlerin alınması ve değerlendirilmesi
- Çevreye yönelik projeler
- Entegre enerji yönetim sistemi (bağlanılabilirlik ve birlikte çalışabilirlik – nesnelerin interneti)
- Diğer.....
- Çevresel faaliyetler yürütülüyor.
- Bu konuda bilgi sahibi değilim.
- Bu konuda bilgi paylaşmak istemiyorum.

Yenilenebilir enerjiyi işaretlerse;

İşletmenizde kullanılan yenilenebilir enerji kaynaklarını değerlendirerek uygun olanı/ları işaretleyiniz.

- ☐ Güneş enerjisi
- ☐ Rüzgâr enerjisi
- ☐ Hidrolik (hidroelektrik) enerjisi
- ☐ Jeotermal enerji
- ☐ Biyokütle enerjisi
- ☐ Hidrojen enerjisi
- ☐ Dalga enerjisi
- ☐ Bu konuda bilgi sahibi değilim.
- ☐ Bu konuda bilgi paylaşmak istemiyorum.

İşletmenizde ürün geri dönüşümüne yönelik faaliyetleri değerlendiriniz.

(Malzeme türü: kâğıt, ahşap, plastik, cam, kompozit, metal, bitkisel, organik, kimyasal, metal, elektronik, atık pil, müşteriden alınan eski ürün vb.)

Ürün Geri Dönüşüne Yönelik Faaliyetler		Malzeme Türü*
Yeniden kullanım – ürünün başkaları tarafından kullanılması	Var / yok / hiçbir bilğim yok/ bilgi paylaşmak istemiyorum	
Ürün yenileştirme- ürün kullanılabilecek durumda ancak bazı parçaları bozursa parçalarının değiştirilerek kullanılabilir hale getirilmesi (tamir vb.)	Var / yok / hiçbir bilğim yok/ bilgi paylaşmak istemiyorum	
Yeniden üretim- ürünün kendisi kullanılabilir durumda değil, ancak parçaları kullanılabilir durumda ise ürün parçalarının başka süreçlerde kullanılması	Var / yok / hiçbir bilğim yok/ bilgi paylaşmak istemiyorum	
Geri dönüşüm- ürünün kendisi veya parçaları kullanılamaz durumda, ancak ürün materyalleri veya katı atıklar yeniden değerlendirilebiliyorsa ürün materyallerinin tekrar kullanılması	Var / yok / hiçbir bilğim yok/ bilgi paylaşmak istemiyorum	
Bertaraf etme – Ürünün hammadde yapısı geri dönüşüme uygun olmaması sonucu yok edilmesi (yakılarak yok etme vb.)	Var / yok / hiçbir bilğim yok/ bilgi paylaşmak istemiyorum	

* Katılımcının cevabı “var” ise sorulacaktır

TEKNOLOJİ VE VERİ YÖNETİMİ

İşletmenizdeki veri yönetim faaliyetlerini ürün/müşteri/kaynak yönetim süreçlerine göre değerlendiriniz.

5: Oldukça yeterli - 1: Çok yetersiz, 0A: Bu konuda bilgi/fikir sahibi değilim, 0B: Bu konuda bilgi paylaşmak istemiyorum

	Ürün Yönetim Süreçleri	Müşteri Yönetim Süreçleri	Kaynak Yönetim Süreçleri (çalışan, enerji, finans vb.)
Veri toplama	5,4,3,2,1,0A,0B	5,4,3,2,1,0A,0B	5,4,3,2,1,0A,0B
Veri depolama	5,4,3,2,1,0A,0B	5,4,3,2,1,0A,0B	5,4,3,2,1,0A,0B
Veri aktarımı	5,4,3,2,1,0A,0B	5,4,3,2,1,0A,0B	5,4,3,2,1,0A,0B
Veriye erişim (Çalışan)	5,4,3,2,1,0A,0B	5,4,3,2,1,0A,0B	5,4,3,2,1,0A,0B
Veriye erişim (Bilgisayar sistemlerinin veriye erişim kabiliyeti)	5,4,3,2,1,0A,0B	5,4,3,2,1,0A,0B	5,4,3,2,1,0A,0B
Veri ve bilgi güvenliği	5,4,3,2,1,0A,0B	5,4,3,2,1,0A,0B	5,4,3,2,1,0A,0B
Veri paylaşma (Kurum içi)	5,4,3,2,1,0A,0B	5,4,3,2,1,0A,0B	5,4,3,2,1,0A,0B
Veri paylaşma (Kurum dışı)	5,4,3,2,1,0A,0B	5,4,3,2,1,0A,0B	5,4,3,2,1,0A,0B
Veri entegrasyonu (Kurum içi/Kurum dışı)	5,4,3,2,1,0A,0B	5,4,3,2,1,0A,0B	5,4,3,2,1,0A,0B
Veri işleme (Veri analizi)	5,4,3,2,1,0A,0B	5,4,3,2,1,0A,0B	5,4,3,2,1,0A,0B
Veri odaklı karar verme (Veri kullanımı/değerlendirme)	5,4,3,2,1,0A,0B	5,4,3,2,1,0A,0B	5,4,3,2,1,0A,0B
Daha önce kullanılmış verinin yeniden kullanılabilirliği	5,4,3,2,1,0A,0B	5,4,3,2,1,0A,0B	5,4,3,2,1,0A,0B

İşletmenizde veri kullanımı ve teknolojik altyapısına yönelik belirtilen ifadeleri 0 ile 5 arasında değerlendiriniz.

5: Kesinlikle katılıyorum- 1: Kesinlikle katılmıyorum 0A: Bu konuda bilgi/fikir sahibi değilim 0B: Bu konuda bilgi paylaşmak istemiyorum

	5	4	3	2	1	0A	0B
İşletmemiz veri altyapılarını kurabilecek nitelikli uzmanların işe alınması veya yetiştirilmesine yatırım yapar.							
İşletmemizde kullanılan veri sistemi, önceki araştırmalarda elde edilen sonuçlara, yeni toplanan verileri entegre ederek yeni sonuçların elde edilmesine imkân tanır.							
İşletmemizin tüm süreçlerin yönetiminde kullanılan eski ekipmanlar ile yeni ekipmanlar arasında kurulan bağlantı oldukça sorunludur.							

İşletmemizde bütün dokümanların dijital kopyası oluşturulmuştur.							
İşletmemizin tüm süreçlerin yönetilmesi için kullanılan uygulamalar kullanıcı dostu (kullanımı kolay, anlaşılabilir vb.) arayüzlere sahiptir.							
İşletmemiz veri ve teknoloji yönetim stratejilerinde, temel performans göstergeleri (KPI – Key Performance Indicator) kullanılarak takip edilir.							
Teknoloji ekipleri sadece sistem çalışma süresine göre değil, iş sonuçlarına göre değerlendirilir.							

İşletmenizdeki dijital teknolojilerin kullanma durumlarını ve eğer kullanılıyorsa memnuniyet düzeyini 1 ile 5 arasında belirtiniz.

Kullanım durumu değerlendirme: 5: *Aktif olarak uygulanıyor* 4: *Çözüm uygulanmaya başlandı* 3: *Yatırım yapıldı* 2: *İş süreçlerimize uyarlanamaz* 1: *İş süreçlerimiz için gerekli değil* 0A: *Bu konuda bilgi/fikir sahibi değilim*, 0B: *Bu konuda bilgi paylaşmak istemiyorum*

Eğer cevabı 4 veya 5 ise;

Memnuniyet düzeyi değerlendirme: 5: *Çok yüksek* - 1: *Çok düşük*

Dijital Teknolojiler	Kullanım Durumu	Memnuniyet Düzeyi* 5: <i>Çok yüksek</i> - 1: <i>Çok düşük</i>
Nesnelerin interneti (IoT)	5,4,3,2,1,0A,0B	5,4,3,2,1
Otonom robotlar	5,4,3,2,1,0A,0B	5,4,3,2,1
Veri analitiği ve yapay zekâ	5,4,3,2,1,0A,0B	5,4,3,2,1
Simülasyon – Dijital İkiz	5,4,3,2,1,0A,0B	5,4,3,2,1
Gömülü Sistemler	5,4,3,2,1,0A,0B	5,4,3,2,1
Kripto Para ve Blockchain	5,4,3,2,1,0A,0B	5,4,3,2,1
Bulut tabanlı yazılım	5,4,3,2,1,0A,0B	5,4,3,2,1
Veri analizi için bulut hizmetleri	5,4,3,2,1,0A,0B	5,4,3,2,1
Veri depolama için bulut hizmetleri	5,4,3,2,1,0A,0B	5,4,3,2,1
Konteyner tabanlı bulut altyapılarını yöneten sistemler (Sanal makinelerin bir ana işletim sisteminin yönetimi altında toplanması)	5,4,3,2,1,0A,0B	5,4,3,2,1
Sanal ve artırılmış gerçeklik VR/AR	5,4,3,2,1,0A,0B	5,4,3,2,1

Bilgi güvenliği - Dahili veri depolamada güvenlik	5,4,3,2,1,0A,0B	5,4,3,2,1
Bilgi güvenliği- Bulut hizmetleri aracılığıyla veri güvenliği	5,4,3,2,1,0A,0B	5,4,3,2,1
Bilgi güvenliği - Kurum içi veri alışverişi için iletişim güvenliği	5,4,3,2,1,0A,0B	5,4,3,2,1
Bilgi güvenliği - İş ortaklarıyla veri alışverişi için iletişim güvenliği	5,4,3,2,1,0A,0B	5,4,3,2,1
Eklmeli İmalat Teknolojileri	5,4,3,2,1,0A,0B	5,4,3,2,1
Robotik Süreç Otomasyonu –RPA	5,4,3,2,1,0A,0B	5,4,3,2,1
Sensörler ve aktüatörler	5,4,3,2,1,0A,0B	5,4,3,2,1
RFID & RTLS teknolojiler	5,4,3,2,1,0A,0B	5,4,3,2,1
Mobil uygulamalar	5,4,3,2,1,0A,0B	5,4,3,2,1
Yatay entegrasyon (Paydaşlarla etkileşim)	5,4,3,2,1,0A,0B	5,4,3,2,1
Dikey entegrasyon (Kurum içi birimler arası etkileşim)	5,4,3,2,1,0A,0B	5,4,3,2,1

*** Katılımcının kullanım durumuna cevabı 4 veya 5 ise sorulacak**

İşletmenizin tedarik zinciri aşamalarında, simülasyon tabanlı (gerçek sistemi sanal ortama aktarma / bilgisayar yazılımı) uygulamalardan faydalanma durumunu belirtiniz. Eğer faydalanılıyorsa bu süreçlerin gerçek zamanlı izlenebilirlik seviyesini 1 ile 5 arasında değerlendiriniz.

5: Tedarik zinciri seviyesi, 4: Fabrika seviyesi, 3: Üretim hattı/hücre seviyesi, 2: Makine seviyesi, 1: Operasyon / Mevcut iş seviyesi

	Simülasyon Kullanma Durumu	Gerçek Zamanlı İzlenebilirlik Seviyesi
Tasarım (CAD/CAM)	Evet, hayır, bilmiyorum, bilgi paylaşmak istemiyorum	5,4,3,2,1
Planlama	Evet, hayır, bilmiyorum, bilgi paylaşmak istemiyorum	5,4,3,2,1
Satın alma	Evet, hayır, bilmiyorum, bilgi paylaşmak istemiyorum	5,4,3,2,1
Stok	Evet, hayır, bilmiyorum, bilgi paylaşmak istemiyorum	5,4,3,2,1
Kalite kontrol	Evet, hayır, bilmiyorum, bilgi paylaşmak istemiyorum	5,4,3,2,1
Üretim	Evet, hayır, bilmiyorum, bilgi paylaşmak istemiyorum	5,4,3,2,1
Bakım	Evet, hayır, bilmiyorum, bilgi paylaşmak istemiyorum	5,4,3,2,1
Ar-Ge	Evet, hayır, bilmiyorum, bilgi paylaşmak istemiyorum	5,4,3,2,1
Lojistik	Evet, hayır, bilmiyorum, bilgi paylaşmak istemiyorum	5,4,3,2,1
Satış	Evet, hayır, bilmiyorum, bilgi paylaşmak istemiyorum	5,4,3,2,1
Pazarlama	Evet, hayır, bilmiyorum, bilgi paylaşmak istemiyorum	5,4,3,2,1
Satış sonrası hizmetler	Evet, hayır, bilmiyorum, bilgi paylaşmak istemiyorum	5,4,3,2,1
Finans	Evet, hayır, bilmiyorum, bilgi paylaşmak istemiyorum	5,4,3,2,1
Diğer:.....	Evet, hayır, bilmiyorum, bilgi paylaşmak istemiyorum	5,4,3,2,1

KURUM KÜLTÜRÜ

İşletmenizin kurum kültürüne yönelik verilen unsurları uygulanma etkinliğine göre değerlendiriniz.

5: Çok yüksek - 1: Çok düşük – 0A: Bu konuda bilgi/fikir sahibi değilim, 0B: Bu konuda bilgi paylaşmak istemiyorum

	5	4	3	2	1	0A	0B
İşletmenizin dezavantajlı bireylere istihdam sağlama düzeyi							
İşletmeniz çalışanlarının çevresel sorunların çözümüne yönelik proje ve çalışmalarda katılım düzeyi							
İşletmenizin çevreye yönelik yaptığı proje/çalışmalarda yatırımın yaklaşık geri dönüş süresi “Yatırım Getirisi (ROI – Return on Investment)”							
İşletmeniz çalışanlarının toplumsal sorunların çözümüne yönelik proje ve çalışmalarda katılım düzeyi							
Sektördeki ulusal/uluslararası rakiplerinize kıyasla işletmenizin kamu kurumu (eğitim, sağlık, ulaşım sistemleri vs.) ile iş birliği çerçevesinde yapılan proje sayısı							
Sektördeki ulusal/uluslararası rakiplerinize kıyasla işletmenizin özel kurum (eğitim, sağlık, ulaşım sistemleri vs.) ile iş birliği çerçevesinde yapılan proje sayısı							

İşletmeniz bünyesinde verilen eğitimlere yönelik olarak aşağıdaki ifadeleri 0 ile 5 arasında değerlendiriniz.

5: Kesinlikle katılıyorum- 1: Kesinlikle katılmıyorum. 0A: Bu konuda bilgi/fikir sahibi değilim 0B: Bu konuda bilgi paylaşmak istemiyorum

	5	4	3	2	1	0A	0B
İşletmemizde müşterilerimize ve tedarikçilerimize düzenli eğitimler verilir.							
İşletmemizde düzenli olarak dijital dönüşüm ve teknolojileri ile ilgili eğitimler verilir.							
İşletmemizin tüm paydaşlarına (Müşteriler, çalışanlar, tedarikçiler, rakipler, hissedarlar, toplum, devlet) verilen eğitimin memnuniyet düzeyi düzenli olarak değerlendirilir ve analiz edilir.							

İşletmeniz bünyesinde verilen eğitimi/leri işaretleyiniz (çoklu seçim).

- Oryantasyon eğitimi - Kuruma yeni gelen personelin kurumun amaç ve politikasını, yapısını, kendi görev, yetki ve sorumluluklarını tanımaları için yapılan eğitimidir.
- Temel eğitimler - İşe başlayacak personele yapacağı işin gerektirdiği temel bilgi, beceri ve tutumları kazandırmak üzere yapılan eğitimidir.
- Tamamlama eğitimi - Görev değişikliği yapması gereken personel için yeni görevinin gerektirdiği yeterlilikleri kazanması için uygulanan eğitimidir.

İşletmenizin personel gelişimine yönelik olarak verilen etkinlik/lerin düzenlenme durumunu belirtiniz. Eğer etkinlik/ler düzenleniyorsa, düzenlenme sıklığını belirtiniz. 5: Çok sık (haftada 2-3 kez) - 1: Çok nadir (ihtiyaç halinde)

Etkinlikler	Düzenlenme Durumu	Düzenlenme Sıklığı
Mesleki gelişim eğitimi	Evet-hayır-bilmiyorum-bilgi paylaşmak istemiyorum	5,4,3,2,1
Kişisel gelişim eğitimleri	Evet-hayır-bilmiyorum-bilgi paylaşmak istemiyorum	5,4,3,2,1
Hobi eğitimleri / sınıfları	Evet-hayır-bilmiyorum-bilgi paylaşmak istemiyorum	5,4,3,2,1
Motivasyon etkinlikleri (konserler, geziler vb.)	Evet-hayır-bilmiyorum-bilgi paylaşmak istemiyorum	5,4,3,2,1

İşletmenizin kurum içi/dışı paylaşım ile ilgili verilen ifadeleri 0 ile 5 arasında değerlendiriniz.

5: Kesinlikle katılmıyorum- 1: Kesinlikle katılıyorum 0A: Bu konuda bilgi/fikir sahibi değilim 0B: Bu konuda bilgi paylaşmak istemiyorum

	5	4	3	2	1	0A	0B
İşletmemiz deneyimlerin, başarı ve başarısızlıkların paylaşılmadığı, eleştirel bir yapıya sahiptir.							
İşletmemizin farklı departmanlardaki çalışanları, iş süreçleri dışında kurum içi/ kurum dışı organizasyonlarda bir araya gelerek düzenli faaliyetler gerçekleştirir (Sportif, kültürel, kaynaşma toplantıları/ajandasız toplantılar vb.).							
İşletmemizin tüm paydaşlarla (Müşteriler, çalışanlar, tedarikçiler, rakipler, hissedarlar, toplum, devlet) kurum içi/ kurum dışı bir araya gelerek düzenli faaliyetler gerçekleştirir.							
İşletmemizin dijital dönüşümünün gelişimine yönelik tüm açık platformlarımızın kurum dışında kullanılması teşvik edilir ve iyi uygulama örnekleri paylaşılır.							

İNOVASYON

İşletmenizde Ar-Ge merkeziniz var mı?

- ☐ Evet
- ☐ Hayır
- ☐ Bu konuda bilgi sahibi değilim.
- ☐ Bu konuda bilgi paylaşmak istemiyorum

Cevap evet ise;

İşletmenizde Ar-Ge ve inovasyon merkezinin bulunma durumlarını belirterek yapılan projeler açısından Ar-Ge merkezinin/lerinin etkinlik düzeyini değerlendiriniz.

Ar- Ge Merkezinin Bulunduğu Yer/ler		Değerlendirme* 5: Çok yüksek - 1: Çok düşük
Fabrika	Var - yok – bilmiyorum-bilgi paylaşmak istemiyorum	5,4,3,2,1
Genel merkez	Var - yok – bilmiyorum-bilgi paylaşmak istemiyorum	5,4,3,2,1
Teknopark	Var - yok – bilmiyorum-bilgi paylaşmak istemiyorum	5,4,3,2,1
İşletme dışında özel dizaynlı çalışma ortamı (inovasyon hub)	Var - yok – bilmiyorum-bilgi paylaşmak istemiyorum	5,4,3,2,1

* Katılımcının cevabı “var” ise sorulacak

İşletmenizdeki Ar-Ge personeline yönelik verilen ifadeleri 0 ile 5 arasında değerlendiriniz.

5: Çok yüksek (%80-100)– 1: Çok düşük (%0-20), 0A: Bu konuda bilgi/fikir sahibi değilim, 0B: Bu konuda bilgi paylaşmak istemiyorum

	5	4	3	2	1	0A	0B
Ar-Ge çalışan sayısının tüm çalışanlar içindeki payı							
Ar-Ge personelinin lisansüstü eğitim yapma düzeyi							
Ar-Ge personeli içinde kadın çalışanların oranı							
İki veya daha fazla yabancı dil bilen Ar-Ge personelinin oranı							
Ar-Ge çalışanlarının bildiği diller:							

İşletmenizde Ar-Ge faaliyetleri için ayrılan bütçenizin maliyetlerden arındırılmış bütün gelir kaynaklarına (yıllık toplam ciroya) oranını yaklaşık olarak belirtiniz.

- ☐ %21 ve üzeri
- ☐ %11- %20
- ☐ %6- %10
- ☐ %1- %5
- ☐ %0
- ☐ Bu konuda bilgi sahibi değilim.
- ☐ Bu konuda bilgi paylaşmak istemiyorum

İşletmenizde inovasyon faaliyetleri yürütülüyor mu?

- ☐ Evet
- ☐ Hayır
- ☐ Bu konuda bilgi sahibi değilim.
- ☐ Bu konuda bilgi paylaşmak istemiyorum

Cevabı evet ise;

İnovasyon çeşitlerine göre işletmenizde yapılan inovasyon projelerinin uygulamaya alınma, tamamlanma ve başarı oranlarını yaklaşık olarak değerlendiriniz.

5: %80-100, 4: %60-79, 3: %40-59, 2: %20-39, 1: %0-19, 0A: Bu konuda bilgi/fikir sahibi değilim, 0B: Bu konuda bilgi paylaşmak istemiyorum

İnovasyon Çeşidi	Son 5 Yıldaki Proje Sayısı	Projelerin Tamamlanma Oranı (Tamamlanan Proje Sayısı / Toplam Proje Sayısı)	Tamamlanan Projelerin Başarı Oranı
Ürün inovasyonları - Yeni bir ürün geliştirmek veya mevcut ürün üzerinde değişiklik yaparak piyasaya sunmaktır.		5,4,3,2,1,0A,0B	5,4,3,2,1,0A,0B
Hizmet inovasyonları - Yeni bir hizmet yaklaşımında bulunmak veya mevcut hizmeti önemli ölçüde değiştirerek sunmaktır.		5,4,3,2,1,0A,0B	5,4,3,2,1,0A,0B
Süreç inovasyonları - Bir ürünün üretimi ya da dağıtımında farklı yöntemlerin geliştirilmesi veya mevcut yöntemlerin iyileştirilmesini sağlamaktır.		5,4,3,2,1,0A,0B	5,4,3,2,1,0A,0B
Organizasyonel inovasyonlar - Ürün/ hizmet geliştirilmesi dışında kurum içi/dışı ilişkilerin güçlendirilmesine yönelik yaklaşım stratejileridir. Örn: kaizen, Google'ın çalışma ortamı vb.		5,4,3,2,1,0A,0B	5,4,3,2,1,0A,0B
İş modeli inovasyonu - Mevcut iş süreçlerinden farklı yeni bir iş yapış biçimi geliştirmektir.		5,4,3,2,1,0A,0B	5,4,3,2,1,0A,0B

İşletmenizin inovasyon bakışını aşağıdaki verilen ifadelere uygunluğunu 0 ile 5 arasında değerlendiriniz.

5: Kesinlikle katılıyorum- 1: Kesinlikle katılmıyorum 0A: Bu konuda bilgi/fikir sahibi değilim 0B: Bu konuda bilgi paylaşmak istemiyorum

	5	4	3	2	1	0A	0B
İşletmemiz bünyesinde sistematik olarak fikir geliştirilir.							
İşletmemizde yeni geliştirilen fikirler ve geliştirme yöntemleri, disiplinlerarası bir ekip tarafından değerlendirilir.							
İşletmemiz bünyesinde geliştirilen inovasyon projelerinin, tanımlanmış hedeflere ve belirli bir proje süresi yoktur.							
İşletmemizde inovatif fikirlerin geliştirilmesi ve değerlendirilmesi için aktif bir sistem (öneri sistemi) mevcuttur ve bu sistem başarılı bir şekilde uygulanmaktadır. Eğer mevcut ise öneri sisteminizi kaç yıldır kullanıyorsunuz?							
İşletmemizde çalışanlara inovasyon teşvikleri/ödülleri verilir.							

İşletmemizde inovasyon faaliyetlerinin değerlendirilebilmesi için temel performans göstergeleri (KPI – Key Performance Indicator) tanımlanmıştır.							
İşletmemizde başarısızlığa neden olan faktörlerin çalışanlarla paylaşıldığı toplantılar düzenlenir ve bu toplantılar sonucunda seçilen kişiler ödüllendirilir.							
İşletmemizde desteklenen bir inovasyon bir aydan daha kısa bir sürede hayata geçirilebilir.							
İşletmemizde önemli bir proje geliştiren çalışanlara gerekirse yurt dışı eğitim / oryantasyon desteği sağlanır							
İşletmemizin paydaşları (müşteriler, çalışanlar, tedarikçiler, rakipler, hissedarlar, toplum, devlet) inovasyon yapabilme yeterliliğimizi oldukça yüksek olduğunu düşünmektedir.							
İşletmemizde inovasyondan elde edilen faaliyet kârı, toplam faaliyet kârından fazladır.							

İşletmenizin iş birliği yaptığı kurum/kuruluşları belirterek iş birliği yapılma durumunu ve sıklık düzeyini değerlendiriniz.

5: Çok sık (Geliştirilen tüm projelerde) – 1: Çok nadir

	İş birliği Yapma Durumu	Sıklık Düzeyi
Teknoloji sağlayıcıları	Evet, hayır, bilmiyorum, bilgi paylaşmak istemiyorum	5,4,3,2,1
Kamu kuruluşları	Evet, hayır, bilmiyorum, bilgi paylaşmak istemiyorum	5,4,3,2,1
Üniversiteler	Evet, hayır, bilmiyorum, bilgi paylaşmak istemiyorum	5,4,3,2,1
Araştırma Enstitüleri	Evet, hayır, bilmiyorum, bilgi paylaşmak istemiyorum	5,4,3,2,1
Tedarikçiler	Evet, hayır, bilmiyorum, bilgi paylaşmak istemiyorum	5,4,3,2,1
Müşteriler	Evet, hayır, bilmiyorum, bilgi paylaşmak istemiyorum	5,4,3,2,1
İşletme iştirakleri	Evet, hayır, bilmiyorum, bilgi paylaşmak istemiyorum	5,4,3,2,1
Rakip firmalar	Evet, hayır, bilmiyorum, bilgi paylaşmak istemiyorum	5,4,3,2,1
Uzmanlar	Evet, hayır, bilmiyorum, bilgi paylaşmak istemiyorum	5,4,3,2,1

İşletmenizde son beş yıl içerisinde faydalanan hibe ve destek kaynağını/larını belirtiniz.

- Hiçbiri
- KOSGEB
- TÜBİTAK
- Bakanlıklar
- Kalkınma Ajansları
- EUREKA/Eurostars
- Horizon 2020 (AB Ufuk 2020)
- Diğer:.....

İşletmenizi fikri mülkiyet haklarını belirterek son beş yıldaki belge sayılarını sektördeki ulusal/uluslararası rakip firmalar açısından değerlendiriniz.

Fikri Mülkiyet			Belge/Başvuru Sayısı*
			5: Oldukça yeterli- 1: Çok yetersiz
Ulusal patentli belge	Var-yok-bilmiyorum-bilgi paylaşmak istemiyorum		5,4,3,2,1
Ulusal faydalı model belge	Var-yok-bilmiyorum-bilgi paylaşmak istemiyorum		5,4,3,2,1
Uluslararası patent başvurusu	Var-yok-bilmiyorum-bilgi paylaşmak istemiyorum		5,4,3,2,1
Uluslararası patentli belge	Var-yok-bilmiyorum-bilgi paylaşmak istemiyorum		5,4,3,2,1
Akademik yayın	Var-yok-bilmiyorum-bilgi paylaşmak istemiyorum		5,4,3,2,1

*** Katılımcının cevabı “Var” ise sorulacak**

İşletmenizin inovasyon bakışını aşağıdaki verilen ifadelerle uygunluğunu 0 ile 5 arasında değerlendiriniz.

5: Kesinlikle katılıyorum- 1: Kesinlikle katılmıyorum 0A: Bu konuda bilgi/fikir sahibi değilim 0B: Bu konuda bilgi paylaşmak istemiyorum

	5	4	3	2	1	0A	0B
İşletmemiz bünyesinde tüm paydaşlara (Müşteriler, çalışanlar, tedarikçiler, rakipler, hissedarlar, toplum, devlet) ve gerekirse rakip işletmelere açık bir inovasyon platformu kullanılır.							
Kurum dışında geliştirilen bir inovasyon, işletmemiz içindeki iş geliştirme süreçlerinde kullanılabilir (İnovasyon sahibinin kurum içinde olması bir zorunluluk değildir. Gerekirse tüm hakları ödenerek geliştirilen inovasyonlar satın alınabilir).							
İşletmemiz bünyesinde geliştirilen inovasyonların kurum dışında kullanılmasına izin verilmez.							
İşletmemizde kurum içi ve dışı ödül sistemine dayalı inovasyon yarışmaları düzenlenir.							
İşletmemizde kurum dışı (üniversiteler, yan sanayiler, firma dışı mucitler) fikir ve projeler değerlendirilir.							

DEĞERLENDİRME DIŞI SORULAR

Pandemi sırasında iş süreçlerinizi durdurmak zorunda kaldınız mı?

- ☐ Evet
- ☐ Hayır

Evet ise;

İş süreçlerinizi ne kadar süreyle durdurdunuz?

İşletmenizde pandemi sonrası uzaktan çalışma düzenini kalıcı hale getirmeyi düşünüyor musunuz?

- ☐ Evet
- ☐ Kısmi zamanlı olarak
- ☐ Bazı işkollarında
- ☐ Hayır
- ☐ Bilmiyorum
- ☐ Bilgi paylaşmak istemiyorum

Katılımcının işletmedeki pozisyonu /görevi (Katılımcı Profili):.....

İşletmenize özel değerlendirme raporunun tarafınıza gönderilmesini ister misiniz?

- ☐ Evet
- ☐ Hayır

Yapmak istediğimiz diğer çalışmalar hakkında bilgi almak ister misiniz?

- ☐ Evet
- ☐ Hayır

Cevap “Evet” ise; e-posta adresiniz:

KATILIMINIZ VE DEĞERLİ VAKTİNİZ İÇİN TEŞEKKÜR EDERİZ.

ÖZGEÇMİŞ

Deniz MERDİN 2009 yılında Karabük Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Endüstri Mühendisliği Bölümü’nde öğrenime başlayıp, 2014 yılında Bölüm ve Fakülte birincisi olarak mezun oldu. Ayrıca lisans bitirme tezi “Kalite Yönetim Sisteminde ISO 9001:2008 ve ISO 9001:2015 Standart Değişikliklerinin Şirketler Açısından Değerlendirilmesi” Tübitak Sanayi Odaklı Lisans Bitirme Tezi Destekleme Programı kapsamında destek aldı. 2015-2016 yılında ise mobilya sektöründe bir firmada çalıştı. 2017 yılında Karabük Üniversitesi (SAÜ ile ortak) “Garanti Kapsamındaki Elektronik Tamir Hizmet Yönetiminde Tersine Lojistik Sürecinin Modellenmesi” konusunda yüksek lisans tezini tamamladı. Lisans, Yüksek Lisans ve Doktora danışmanlığını üstlenen Prof. Dr. Filiz ERSÖZ ile birçok makale ve projede çalıştı. 2019 yılında Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi’nde öğretim görevlisi olarak göreve başladı ve halen aynı yerde çalışmaya devam etmektedir.