



SIVAS CUMHURİYET ÜNİVERSİTESİ  
Sosyal Bilimler Enstitüsü  
Yönetim Bilişim Sistemleri Ana Bilim Dalı

# ENDÜSTRİ 4.0 OLGUNLUK DÜZEYLERİNİN TESPİTİNE YÖNELİK BİR ARAŞTIRMA: SIVAS İLİ ÖRNEĞİ

Yüksek Lisans Tezi

Mehmet Zahid ŞİMŞEK

Sivas  
Ocak 2020

SİVAS CUMHURİYET ÜNİVERSİTESİ  
Sosyal Bilimler Enstitüsü  
Yönetim Bilişim Sistemleri Ana Bilim Dalı

**ENDÜSTRİ 4.0 OLGUNLUK DÜZEYLERİNİN TESPİTİNE  
YÖNELİK BİR ARAŞTIRMA: SİVAS İLİ ÖRNEĞİ**

Yüksek Lisans Tezi

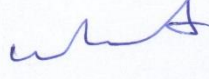


Mehmet Zahid ŞİMŞEK

**Tez Danışmanı**  
Doç. Dr. Ali Rıza İNCE

Sivas  
Ocak 2020

KABUL VE ONAY

Üniversite: : Sivas Cumhuriyet Üniversitesi  
Enstitü : Sosyal Bilimler Enstitüsü  
Ana Bilim Dalı : Yönetim Bilişim Sistemleri  
Tezin Başlığı : ENDÜSTRİ 4.0 OLGUNLUK DÜZEYLERİNİN  
TESPİTİNE YÖNELİK BİR ARAŞTIRMA: SİVAS İLİ  
ÖRNEĞİ  
Savunma Tarihi : 23.01.2020  
Danışmanı : Doç. Dr. Ali Rıza İNCE

	Unvanı - Adı Soyadı	İmza
Jüri Başkanı	: Doç. Dr. Mehmet Ali ALAN	
Üye	: Doç. Dr. Ersin KARAMAN	
Üye	: Doç. Dr. Ali Rıza İNCE	

Oy Birliği

Oy Çokluğu

Mehmet Zahid ŞİMŞEK tarafından hazırlanan ENDÜSTRİ 4.0 OLGUNLUK  
DÜZEYLERİNİN TESPİTİNE YÖNELİK BİR ARAŞTIRMA: SİVAS İLİ  
ÖRNEĞİ başlıklı tez, kabul edilmiştir. ....../...../.....

Prof. Dr. Ahmet ŞENGÖNÜL  
Enstitü Müdürü

## ETİK İLKELERE UYGUNLUK BEYANI

Sivas Cumhuriyet Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü bünyesinde hazırladığım bu Yüksek Lisans tezinin bizzat tarafımdan ve kendi sözcüklerimle yazılmış orijinal bir çalışma olduğunu ve bu tezde;

- 1- Çeşitli yazarların çalışmalarından faydalandığımda bu çalışmaların ilgili bölümlerini doğru ve net biçimde göstererek yazarlara açık biçimde atıfta bulunduğumu;
- 2- Yazdığım metinlerin tamamı ya da sadece bir kısmı, daha önce herhangi bir yerde yayımlanmışsa bunu da açıkça ifade ederek gösterdiğimi;
- 3- Başkalarına ait alıntılanan tüm verileri (tablo, grafik, şekil vb. de dâhil olmak üzere) atıflarla belirttiğimi;
- 4- Başka yazarların kendi kelimeleriyle alıntıladığım metinlerini, tırnak içerisinde veya farklı dizerek verdiğim yine başka yazarlara ait olup fakat kendi sözcüklerimle ifade ettiğim hususları da istisnasız olarak kaynak göstererek belirttiğimi,

beyan ve bu etik ilkeleri ihlal etmiş olmam halinde bütün sonuçlarına katlanacağımı kabul ederim.

23/01/2020

**Mehmet Zahid ŞİMŞEK**



# İÇİNDEKİLER

<b>İÇİNDEKİLER</b> .....	<b>i</b>
<b>KISALTMALAR</b> .....	<b>xi</b>
<b>TABLO LİSTESİ</b> .....	<b>xiii</b>
<b>ŞEKİL LİSTESİ</b> .....	<b>xv</b>
<b>ÖZET</b> .....	<b>xix</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>xxi</b>
<b>GİRİŞ</b> .....	<b>1</b>
<b>BİRİNCİ BÖLÜM</b> .....	<b>3</b>
<b>SANAYİ DEVRİMLERİ VE ENDÜSTRİ 4.0</b> .....	<b>3</b>
1.1. Sanayi Devrimlerinin Ortaya çıkışı .....	3
1.1.1. Sanayi Devrimleri .....	3
1.1.1.1. I. Sanayi Devrimi .....	3
1.1.1.2. II. Sanayi Devrimi .....	3
1.1.1.3. III. Sanayi Devrimi .....	4
1.1.1.4. IV. Sanayi Devrimi .....	4
1.2. Endüstri 4.0 Kavramı .....	5
1.2.1. Kavram ve Tanım .....	5
1.2.2. Endüstri 4.0 ve “Akıllı” Yaklaşımlar .....	6
1.2.2.1. Akıllı Fabrika .....	6
1.2.2.2. Akıllı Ürün .....	6
1.2.2.3. Akıllı Üretim .....	6
1.2.2.4. Akıllı Tedarik Zinciri .....	6
1.3. Endüstri 4.0 Temel İlkeleri .....	7
1.3.1. Birlikte Çalışabilirlik .....	7
1.3.2. Sanallaştırma .....	7
1.3.3. Özerk Yönetim .....	7
1.3.4. Gerçek Zamanlı Yetenek .....	7
1.3.5. Platform Odaklı Hizmetler .....	7
1.3.6. Modülerlik .....	8
1.4. Endüstri 4.0 Etkileri.....	8

1.4.1. Büyüme ve Verimlilik Üzerine Etkisi .....	8
1.4.2. İstihdam Üzerine Etkisi .....	8
1.4.3. Dış Ticaret Üzerine Etkisi.....	9
1.4.4. İşletmeler Üzerine Etkisi .....	9
1.5. Endüstri 4.0 ve Türkiye .....	10
1.5.1. Türkiye'nin Endüstri 4.0 Politikası.....	10
1.5.1.1. İnsan: Eğitim Altyapısının Geliştirilmesi ve Nitelikli İşgücünün Yetiştirilmesi.....	10
1.5.1.2. Teknoloji: Teknoloji ve Yenilik Kapasitesinin Geliştirilmesi ...	10
1.5.1.3. Altyapı: Veri İletişim Altyapısının Güçlendirilmesi.....	11
1.5.1.4. Tedarikçiler: Ulusal Teknoloji Tedarikçilerinin Desteklenmesi	11
1.5.1.5. Kullanıcılar: Kullanıcıların Dijital Dönüşümünün Desteklenmesi .....	11
1.5.1.6. Yönetişim: Kurumsal Yönetişimin Güçlendirilmesi.....	11
1.5.2. Endüstri 4.0'ın Türkiye Açısından Önemi.....	11
1.5.3. Türkiye'de Endüstri 4.0 Dönüşümünün Durumuna İlişkin Genel Bir Değerlendirme .....	12
1.5.4. Türkiye'de Endüstri 4.0 Çalışmaları.....	13
<b>İKİNCİ BÖLÜM.....</b>	<b>15</b>
<b>ENDÜSTRİ 4.0 BİLEŞENLERİ .....</b>	<b>15</b>
2.1. Siber Fiziksel Sistemler ve Simülasyon.....	15
2.1.1. Siber Fiziksel Sistemler Nedir? .....	15
2.1.2. Siber Fiziksel Sistemler Mimarisi.....	15
2.1.2.1. Akıllı Bağlantı.....	16
2.1.2.2. Veriden Bilgiye Dönüşüm.....	16
2.1.2.3. Siber .....	16
2.1.2.4. Kavrama .....	16
2.1.2.5. Yapılandırma.....	17
2.1.3. Simülasyon.....	17
2.2. Nesnelerin İnterneti .....	17
2.2.1. Nesnelerin İnterneti Tanımı .....	17
2.2.3. Nesnelerin İnterneti Kavramının Ortaya Çıkması .....	17

2.2.3. Nesnelerin İnterneti Geleceği .....	18
2.2.4. Makineler Arası İletişim Tanımı (M2M) ve Nesnelerin İnterneti Arasındaki Fark .....	18
2.2.5. Nesnelerin İnterneti Mimarisi .....	19
2.2.5.1. Uygulama Katmanı .....	19
2.2.5.2. Algılama Katmanı .....	19
2.2.5.3. Ağ Katmanı .....	19
2.2.6. Nesnelerin İnternetinde Kullanılan Teknolojiler .....	19
2.2.6.1. Kablosuz Sensör Ağlar (Wireless Sensor Networks) .....	19
2.2.6.2. ZigBee .....	20
2.2.6.3. RFID (Radio Frequency Identification) .....	20
2.2.6.4. Bluetooth .....	20
2.2.6.5. IPv6 (İnternet Protocol Version 6) .....	20
2.2.8. Nesnelerin İnterneti Kullanım Alanları .....	21
2.3. Büyük Veri ve Analitik .....	22
2.3.1. Büyük Veri Tanımı .....	22
2.3.2. Büyük Veri Karakteristiği .....	22
2.3.2.1. Büyüklük (Volume) .....	23
2.3.2.2. Hız (Velocity) .....	23
2.3.2.3. Çeşitlilik (Variety) .....	23
2.3.2.4. Güvenilirlik (Veracity) .....	23
2.3.2.5. Değer (Value) .....	23
2.3.3. Büyük Veri ve Analitik Teknikleri .....	24
2.3.3.1. Metin Analizi .....	24
2.3.3.2. Ses Analizi .....	24
2.3.3.3. Video Analizi .....	24
2.3.3.4. Sosyal Medya Analitiği .....	25
2.3.3.5. Tahmine Dayalı Analitik .....	25
2.3.4. Büyük Veri ve Kullanım Alanları .....	25
2.3.4.1. Büyük Veri ve Sağlık Sektörü .....	25
2.3.4.2. Büyük Veri ve Devletler .....	25
2.3.4.3. Büyük Veri ve Bankacılık Sektörü .....	26

2.3.4.4. Büyük Veri ve Mobil Sektör .....	26
2.3.4.5. Büyük Veri ve Trafik Yönetimi .....	26
2.3.4.6. Büyük Veri ve Perakende Sektörü .....	26
2.4. Bulut Bilişim .....	26
2.4.1. Bulut Bilişim Tanımı .....	26
2.4.2. Bulut Bilişim Hizmet Modelleri .....	27
2.4.2.1. Yazılım Hizmetleri (Software as a Services (SaaS)) .....	27
2.4.2.2. Platform Hizmetleri (Platform as a Service (PaaS)) .....	27
2.4.2.3. Altyapı Hizmetleri (Infrastructure as a Service (IaaS)) .....	27
2.4.3. Bulut Bilişim Kullanım Biçimleri.....	28
2.4.3.1. Genel Bulut .....	28
2.4.3.2. Özel Bulut .....	28
2.4.3.3. Topluluk Bulutu .....	28
2.4.3.4. Hibrit (Karma) Bulut.....	28
2.4.4. Bulut Bilişimin Sağlamış Olduğu Faydalar ve Avantajlar .....	29
2.4.5. Bulut Bilişimin Riskleri ve Dezavantajları.....	29
2.4.6. Bulut Bilişim ve Sanallaştırma Teknolojisi .....	30
2.5. Yatay ve Dikey Entegrasyon .....	30
2.5.1. Yatay Entegrasyon.....	30
2.5.2. Dikey Entegrasyon.....	31
2.6. Otonom Robotlar .....	33
2.6.1. Otonom Robot Nedir?.....	34
2.6.2. Otonom Robotların Özellikleri .....	34
2.6.3. Endüstri 4.0 ve Otonom Robotlar .....	34
2.6.4. Endüstri 4.0'a Yönelik Yeni Bir Robot: Kobotlar .....	35
2.6.5. Endüstri 4.0 Robotik Etkileri .....	36
2.6.6. Otonom Robot Örnekleri .....	36
2.7. Katmanlı Üretim (Additive Manufacturing)- 3 Boyutlu Baskı (3 Boyutlu Yazıcılar) .....	38
2.7.1. Katmanlı Üretim Tanımı.....	39
2.7.2. Katmanlı Üretim Yöntemlerinin Geleneksel Yöntemlere Göre Farkı	39
2.7.3. Katmanlı Üretim Süreci .....	39



2.7.4. Katmanlı Üretim Teknikleri .....	40
2.7.4.1. Ergiyik Biriktirme Modelleme Tekniği (FDM, Fused Deposition Modeling).....	40
2.7.4.2. Stereolitografi- Tarayarak Işıyla Kürleme Tekniği (SLA, Stereo Lithography Apparatus).....	41
2.7.4.3. Tabakalı Yapıştırılmalı Parça İmalatı (LOM, Laminated Object Manufacturing) .....	41
2.7.4.4. Seçmeli Lazer Sinterleme (SLS, Selective Laser Sintering) .....	42
2.7.4.5. Lazerli Toz Püskürtme (LENS, Laser Engineered Net Shaping) .....	43
2.7.5. Katmanlı İmalatın Uygulandığı Alanlar .....	43
2.7.6. Katmanlı Üretimin Geleceği 4 Boyutlu Baskı Teknolojileri.....	44
2.8. Artırılmış Gerçeklik.....	45
2.8.1. Artırılmış Gerçeklik Tanımı .....	45
2.8.2. Artırılmış Gerçeklik Sistemi.....	45
2.8.3. Artırılmış Gerçeklik Teknolojisi .....	46
2.8.3.1. Optik Temelli Artırılmış Gerçeklik Teknolojisi .....	46
2.8.3.2. Video Temelli Artırılmış Gerçeklik Teknolojisi.....	47
2.8.4. Artırılmış Gerçeklik için Kullanılan Çevre Birimleri .....	48
2.8.4.1. Donanım.....	48
2.8.4.2. Yazılım.....	48
2.8.4.3. İşaretleyici (Maker).....	48
2.8.4.4. Artırılmış Gerçeklik Gözlükleri.....	49
2.8.5. Artırılmış Gerçeklik Uygulamaları.....	50
2.9. Siber Güvenlik .....	50
2.9.1. Siber Güvenlik Tanımı .....	50
2.9.2. Siber Güvenlik Gereksinimleri .....	51
2.9.3. Siber Güvenlik Önlemleri.....	52
2.9.4. Endüstri 4.0 ve Siber Güvenlik.....	52
2.9.4.1. Nesnelerin İnterneti ve Güvenliği.....	53
2.9.4.2. Bulut Bilişim Güvenliği.....	53
2.9.4.3. Siber Fiziksel Sistemlerin Güvenliği .....	54

2.9.4.4. Büyük Veri Güvenliği .....	54
<b>ÜÇÜNCÜ BÖLÜM .....</b>	<b>55</b>
<b>ENDÜSTRİ 4.0 OLGUNLUK MODELLERİ .....</b>	<b>55</b>
3.1. İlişkili Kurumsal Olgunluk Modeli (The Connected Enterprise Maturity Model) ...	55
3.1.1. İlişkili Kurumsal Olgunluk Modeli Aşamaları .....	55
3.1.1.1. Seviye 1: Değerlendirme .....	55
3.1.1.2. Seviye 2: Güvenli ve İyileştirilmiş (Upgraded) Ağ ve Kontroller .....	56
3.1.1.3. Seviye 3: Tanımlı ve Organize Çalışma Sermayesi .....	57
3.1.1.4. Seviye 4: Analitik .....	57
3.1.1.5. Seviye 5: İşbirliği .....	58
3.2. Impuls Endüstri 4.0 Hazırlık Modeli (Impuls Industrie 4.0 Readiness) .....	58
3.2.2. Impuls Endüstri 4.0 Hazırlık Modeli Olgunluk Seviyeleri .....	59
3.2.2.1. Seviye 0: Dışarda Kalalar (Outsider) .....	59
3.2.2.2. Seviye 1: Başlangıç (Beginner) .....	59
3.2.2.3. Seviye 2: Orta Seviye (Intermediate) .....	60
3.2.2.4. Seviye 3: Tecrübeli (Experienced) .....	60
3.2.2.5. Seviye 4: Uzman (Expert) .....	60
3.2.2.6. Seviye 5: En İyi Uygulama Örneği (Top Performer) .....	61
3.2.3. Impuls Endüstri 4.0 Hazırlık Modeli Olgunluk Modeli 4.0 Kriterleri .	62
3.2.3.1. Strateji ve Organizasyon .....	62
3.2.3.2. Akıllı Fabrika .....	62
3.2.3.3. Akıllı Ürünler .....	62
3.2.3.4. Akıllı Operasyonlar .....	63
3.2.3.5. Veri Güdümlü Hizmetler .....	63
3.2.3.6. Çalışanlar .....	63
3.3. İmalat İşletmelerinin Endüstri 4.0 Hazırlığını ve Olgunluğunu Değerlendirmek İçin Bir Olgunluk Modeli (Maturity Model for Assessing Industry 4.0 Readiness and Maturity of Manufacturing Enterprises) .....	64
3.4. Endüstri 4.0 Olgunlaşma Endeksi (Industrie 4.0 Maturity Index) .....	66
3.4.1. Olgunlaşma Endeksi Seviyeleri .....	66
3.4.1.1. Seviye 1: Bilgisayarlaşma (Computerisation) .....	66

3.4.1.2. Seviye 2: Bağlanılabilirlik (Connectivity) .....	67
3.4.1.3. Seviye 3: Görülebilirlik (Visibilty) .....	67
3.4.1.4. Seviye 4: Şeffaflık (Transparency) .....	68
3.4.1.5. Seviye 5: Öngörülen Kapasite (Predictive Capacity) .....	68
3.4.1.6. Seviye 6: Uyarlanabilirlik (Adaptability) .....	69
3.4.2. İşletmeler İçin Endüstri 4.0 Yetenekleri .....	69
3.4.2.1. Kaynaklar .....	69
3.4.2.1.1. Dijital Yetenek .....	69
3.4.2.1.2. Yapısal İletişim .....	69
3.4.2.2. Bilgi Sistemleri .....	70
3.4.2.2.1. Kendi Kendine Öğrenen Bilgi İşleme .....	70
3.4.2.2.2. Bilgi Sistemi Entegrasyonu .....	70
3.4.2.3. Organizasyon Yapısı .....	70
3.4.2.3.1. Organik İç Organizasyon .....	70
3.4.2.3.2. Değer Ağı İçinde Dinamik İş Birliği .....	71
3.4.2.4 Kültür .....	71
3.4.2.4.1. Değişime İsteklilik .....	71
3.4.2.4.2. Sosyal İş Birliği .....	71
3.5. Endüstri 4.0 İçin Bir Değerlendirme Modelinin Geliştirilmesi: Endüstri 4.0 Olgunluk Modeli (Development of an Assessment Model for Industry 4.0: Industry 4.0-MM) .....	72
3.5.1. Olgunluk Modeli Boyutları .....	72
3.5.1.1. Varlık Yönetimi .....	72
3.5.1.2. Veri Yönetimi .....	73
3.5.1.3. Uygulama Yönetimi .....	73
3.5.1.4. Organizasyonel Uyum .....	73
3.5.1.5. Süreç Dönüşümü .....	73
3.5.2. Olgunluk Modeli Seviyeleri .....	74
3.5.2.1. Seviye 0: Tamamlanmamış (Incomplete) .....	74
3.5.2.2. Seviye 1: Gerçekleştirildi (Performed) .....	74
3.5.2.3. Seviye 2: Yönetilen (Managed) .....	74
3.5.2.4. Seviye 3: Kurulan (Established) .....	74

3.5.2.5. Seviye 4: Öngörülebilir (Predictable) .....	75
3.5.2.6. Seviye: Optimizasyon (Optimizing) .....	75
3.6. TÜBİTAK Dijital Olgunluk Modeli .....	75
3.6.1. Dijital Olgunluk Modeli Yetkinlikleri .....	76
3.6.1.1. Stratejik Yönetişim.....	76
3.6.1.2. Organizasyon.....	76
3.6.1.3. Yazılım Hizmetleri.....	77
3.6.1.4. Yazılım Yaşam Döngüsü .....	77
3.6.1.5. Bilgi Teknolojileri Hizmetleri.....	77
3.6.1.6. İşletim ve Bakım .....	78
3.6.1.7. Dijital Hizmetler.....	78
3.6.2. Dijital Olgunluk Modeli Kabiliyetler .....	78
3.6.2.1. Planlama ve Yönetişim .....	78
3.6.2.2. Geçiş ve Kontrol .....	79
3.6.2.3. Sunum .....	79
3.6.2.4. İzleme ve Değerlendirme .....	80
3.6.3. Olgunluk Modeli Seviyeleri.....	80
3.6.3.1. Seviye 0: Eksik.....	80
3.6.3.2. Seviye 1: Uygulanan .....	80
3.6.3.3. Seviye 2: Kurumsallaşmış.....	80
3.6.3.4. Seviye 3: Optimize Edilen .....	80
3.7. Endüstri 4.0: Dijital Kuruluş Oluşturma (Industry 4.0: Building The Digital Enterprise) .....	81
3.7.1. Model Seviyeleri.....	81
3.7.2. Model Boyutları.....	81
3.8. Endüstri 4.0 Stratejisi İçin Olgunluk ve Hazırlık Modeli (Maturity and Readiness Model for Industry 4.0 Strategy).....	83
3.8.1. Endüstri 4.0 Stratejisi İçin Olgunluk ve Hazırlık Modeli Boyutları..	84
3.8.1.1. Akıllı Ürünler ve Hizmetler .....	84
3.8.1.2. Akıllı İş Süreçleri .....	84
3.8.1.3. Strateji ve Organizasyon .....	84
3.8.2. Endüstri 4.0 Stratejisi İçin Olgunluk ve Hazırlık Modeli Seviyeleri.	85

3.8.2.1. Seviye 0: Devamsızlık (Absence).....	85
3.8.2.2. Seviye 1: Varlık (Existence).....	85
3.8.2.3. Seviye 2: Hayatta Kalma (Survival).....	85
3.8.2.4. Seviye 3: Olgunluk (Maturity).....	86
3.9. Benimseme Olgunluk Modeli (Adoption Maturity Model).....	86
3.10. Bir Endüstri 4.0 Değerlendirme Aracı (An Industry 4 Readiness Assessment Tool)....	88
3.10.1. Bir Endüstri 4.0 Değerlendirme Aracı Olgunluk Modeli Boyutları.....	88
3.10.1.1. Ürün ve Hizmetler.....	88
3.10.1.2. Üretim ve İşlemler.....	89
3.10.1.3. Strateji ve Organizasyon.....	91
3.10.1.4. Tedarik Zinciri.....	92
3.10.1.5. İş Modeli.....	94
3.10.1.6. Yasal Hususlar.....	96
<b>DÖRDÜNCÜ BÖLÜM.....</b>	<b>99</b>
<b>SİVAS İLİ ORGANİZE SANAYİ BÖLGESİNDE ÜRETİM YAPAN FİRMALARIN</b>	
<b>ENDÜSTRİ 4.0 OLGUNLUK DÜZEYLERİNİN TESPİTİ.....</b>	<b>99</b>
4.1. Araştırmanın Amacı ve Önemi.....	99
4.2. Araştırmanın Evren ve Örneklemi.....	100
4.3. Araştırmanın Yöntemi.....	100
4.4. Araştırma Bulguları.....	101
4.4.1. Demografik Sorulara İlişkin Bulgular.....	101
4.4.1.1. Firmalardaki Toplam Çalışan Mühendis Sayısına Ait Bulgular.....	101
4.4.1.2. Firmalardaki Ar-Ge Departmanı Durumlarına Ait Bulgular.....	102
4.4.1.3. Firmaların Endüstri 4.0 Alanında Çalışabilecek Personel Mevcudiyetine Ait Bulgular.....	102
4.4.1.4. Firmaların Sektörel Dağılımına Ait Bulgular.....	103
4.4.1.5. Firmaların Faaliyet Yıllarına Ait Bulgular.....	103
4.4.1.6. Firmaların Son Bir Yıldaki Cirolarına Göre İşletme Ölçeğine Ait Bulgular.....	104
4.4.1.7. Firmaların Son Beş Yıldaki Kârlılık Trendine Ait Bulgular.....	104
4.4.1.8. Firmaların Faaliyet Kapsamına Ait Bulgular.....	104

4.4.2. Olgunluk Modeli Seviyeleri ve Boyutlarına Ait Bulgular.....	105
4.4.2.1. Ürün ve Hizmetler Boyutuna Ait Bulgular .....	105
4.4.2.2. Üretim ve İşlemler Boyutuna Yönelik Bulgular .....	109
4.4.2.3. Strateji ve Organizasyon Boyutuna Yönelik Bulgular.....	117
4.4.2.4. Tedarik Zinciri Boyutuna Yönelik Bulgular .....	123
4.4.2.5. İş Modeli Boyutuna Yönelik Bulgular.....	128
4.4.2.6. Yasal Hususlar Alt Boyutuna Yönelik Bulgular.....	133
4.5. Hazırlık Boyutlarının Demografik Veriler Açısından Değerlendirilmesi .....	137
4.5.1. Hazırlık Boyutlarının Firma Faaliyet Süreleri Açısından Değerlendirilmesi	138
4.5.2. Hazırlık Boyutlarının Firmaların Faaliyet Gösterdikleri Sektör Açısından Değerlendirilmesi.....	138
4.5.3. Hazırlık Boyutlarının İşletme Ölçekleri Açısından Değerlendirilmesi .....	139
4.5.4. Hazırlık Boyutlarının Firmaların Pazar Alanı Açısından Değerlendirilmesi	139
<b>TARTIŞMA VE SONUÇ.....</b>	<b>141</b>
<b>KAYNAKÇA .....</b>	<b>149</b>
<b>EKLER .....</b>	<b>159</b>
Ek 1. Anket Formu.....	159
<b>ÖZ GEÇMİŞ.....</b>	<b>167</b>

## KISALTMALAR

<b>ASO</b>	: Ankara Sanayi Odası
<b>BİLGEM</b>	: Bilişim ve Bilgi Güvenliği İleri Teknolojiler Araştırma Merkezi
<b>BLE</b>	: Düşük Enerjili Bluetooth
<b>BT</b>	: Bilgi Teknolojileri
<b>CRM</b>	: Müşteri İlişkileri Yönetimi
<b>ENOSAD</b>	: Endüstriyel Otomasyon Sanayicileri Derneği
<b>ERP</b>	: Kurumsal Kaynak Planlaması
<b>ETSI</b>	: Avrupa Telekomünikasyon Standartlar Komitesi
<b>GSYH</b>	: Gayrisafi Yurt İçi Hasıla
<b>IDS</b>	: Saldırı Tespit Sistemi
<b>IEEE</b>	: Elektrik ve Elektronik Mühendisleri Enstitüsü
<b>IPS</b>	: Saldırı Önleme Sistemi
<b>IPv6</b>	: İnternet Protocol Versiyon 6
<b>ITU</b>	: Uluslararası Telekomünikasyon Birliği
<b>KOBİ</b>	: Küçük ve Orta Büyüklükteki İşletmeler
<b>M2M</b>	: Makineler Arası İletişim
<b>MES</b>	: Üretim Yürütme Sistemi
<b>MÜSİAD</b>	: Müstakil Sanayici ve İş adamları Derneği
<b>OT</b>	: Operasyonel Teknolojiler
<b>RFID</b>	: Radyo Frekans ile Tanımlama
<b>SEDEFED</b>	: Sektörel Dernekler Federasyonu
<b>TİM</b>	: Türkiye İhracatçılar Meclisi
<b>TOBB</b>	: Türkiye Odalar ve Borsalar Birliği
<b>TTGV</b>	: Türkiye Teknoloji Geliştirme Vakfı

**TÜBİTAK** : Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu

**TÜSİAD** : Türk Sanayicileri ve İş İnsanları Derneği

**UNDP** : Birleşmiş Milletler Kalkınma Programı

**WEF** : Dünya Ekonomik Formu

**YASED** : Uluslararası Yatırımcılar Derneği





## TABLO LİSTESİ

<b>Tablo 1.</b> Olgunluk Boyutları ve Bazı Olgunluk Kalemleri Örnekleri .....	65
<b>Tablo 3.</b> Endüstri 4.0: Dijital Kuruluş Oluşturma Modeli Seviye ve Boyutları.....	82
<b>Tablo 4.</b> Endüstri 4.0 Olgunluk ve Hazırlık Modeli Boyutları ve İlişkili Alanları ...	83
<b>Tablo 5.</b> Endüstri 4.0 Prensipler ve Teknolojiler .....	84
<b>Tablo 7.</b> Endüstri 4.0 Olgunluk Değerlendirme Çerçevesi .....	87
<b>Tablo 8.</b> Ürün ve Hizmetler Seviyeleri ve Alt Boyutları.....	89
<b>Tablo 9.</b> Üretim ve İşlemler Seviyeleri ve Alt Boyutları .....	90
<b>Tablo 10.</b> Strateji ve Organizasyon Seviyeleri ve Alt Boyutları .....	92
<b>Tablo 11.</b> Tedarik Zinciri ve Alt Boyutları .....	94
<b>Tablo 12.</b> İş Modeli Seviyeleri ve Alt Boyutları .....	95
<b>Tablo 13.</b> Yasal Hususlar Seviyeleri ve Alt Boyutları .....	97
<b>Tablo 14.</b> Ürün ve Hizmetler Boyutuna Yönelik Bulgular .....	108
<b>Tablo 15.</b> Üretim ve İşlemler Boyutuna Yönelik Bulgular .....	116
<b>Tablo 16.</b> Strateji ve Organizasyon Boyutuna Yönelik Genel Görünüm.....	122
<b>Tablo 17.</b> Tedarik Zinciri Boyutuna Yönelik Bulgular .....	127
<b>Tablo 18.</b> İş Modeli Boyutuna Yönelik Bulgular .....	132
<b>Tablo 19.</b> Yasal Hususlar Boyutuna Yönelik Bulgular .....	136



## ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 1. Sanayi Devrimleri.....	4
Şekil 2. Nesnelerin İnterneti Kullanım Alanları .....	21
Şekil 3. Yatay Entegrasyon Örneği.....	31
Şekil 5. Dikey Entegrasyon Örneği .....	33
Şekil 6. Kobot Örneği .....	36
Şekil 7. Kuka Endüstriyel Otonom Robotu .....	37
Şekil 8. YuMi endüstriyel Otonom Robotu .....	37
Şekil 9. Siemens ve Comau İşbirliğinde Üretilen Endüstriyel Otonom Robotu.....	38
Şekil 10. Bosch Endüstriyel Otonom Robotu .....	38
Şekil 11. FDM Tekniği Çalışma Prensibi ve Bu Yöntemle Üretilmiş Parçalar.....	40
Şekil 12. SLA Tekniği Çalışma Prensibi ve Bu Yöntemle Üretilmiş Parçalar.....	41
Şekil 13. LOM Tekniği Çalışma Prensibi ve Bu Yöntemle Üretilmiş Parçalar .....	42
Şekil 14. SLS Tekniği Çalışma Prensibi ve Bu Yöntemle Üretilmiş Parçalar .....	42
Şekil 15. LENS Tekniği Çalışma Prensibi.....	43
Şekil 16. 4 Boyutlu Baskı Örneği .....	45
Şekil 17. Artırılmış Gerçeklik Gerçek-Sanal Diyagramı.....	46
Şekil 18. Optik Temelli Artırılmış Gerçeklik Teknolojisi Örneği.....	47
Şekil 19. Video Temelli Artırılmış Gerçeklik Teknolojisi Örneği .....	47
Şekil 20. İşaretleyici Örneği .....	49
Şekil 21. Artırılmış Gerçeklik Gözlükleri.....	49
Şekil 22. İmpuls Endüstri 4.0 Hazırlık Modeli Seviye, Boyut ve Şirket Türleri.....	59
Şekil 23. Örnek Anket Sorusu .....	65
Şekil 24. Dijital Olgunluk Modeli .....	76
Şekil 25. Dijital Olgunluk Modeli Yetkinlik, Kabiliyet Grubu ve Kabiliyetin Uygulanması .....	80
Şekil 26. Firmalardaki Toplam Çalışanlar ve Mühendis Sayılarına Yönelik Genel Görünüm .....	101
Şekil 27. Firmalardaki Ar-Ge Departmanlarına Yönelik Genel Görünüm.....	102
Şekil 28. Firmaların Endüstri 4.0 Alanında Çalışabilecek Personel Mevcudiyetine Yönelik Oransal Görünümü .....	102
Şekil 29. Firmaların Sektörel Dağılımına İlişkin Oransal Görünümü .....	103

<b>Şekil 30.</b> Firmaların Faaliyet Yıllarına İlişkin Genel Görünüm .....	103
<b>Şekil 31.</b> Firmaların İşletme Ölçeğine Göre Genel Görünümü.....	104
<b>Şekil 32.</b> Firmaların Son Beş Yıldaki Kârlılık Trendinin Oransal Görünümü .....	104
<b>Şekil 33.</b> Firmaların Faaliyet Kapsamına Göre Oransal Görünümü .....	105
<b>Şekil 34.</b> Ürün Kişiselleştirmesi Alt Boyutuna Yönelik Genel Görünüm .....	105
<b>Şekil 35.</b> Ürünlerin Dijital Özellikleri Alt Boyutuna Yönelik Genel Görünüm .....	106
<b>Şekil 36.</b> Veri GÜdümlü Hizmetler Alt Boyutuna Yönelik Genel Görünüm.....	106
<b>Şekil 37.</b> Üründe Veri Kullanım Düzeyi Alt Boyutuna Yönelik Genel Görünüm ..	107
<b>Şekil 38.</b> Gelir Payı Alt Boyutuna Yönelik Genel Görünüm.....	107
<b>Şekil 39.</b> Ürün ve Hizmetler Boyutuna Yönelik Genel Görünüm .....	108
<b>Şekil 40.</b> Otomasyon Seviyesi Alt Boyutuna Yönelik Genel Görünüm .....	109
<b>Şekil 41.</b> Makine ve İşletim Sistemi Entegrasyonu Alt Boyutuna Yönelik Genel Görünüm.....	110
<b>Şekil 42.</b> Endüstri 4.0 İçin Ekipman Hazırlığı Alt Boyutuna Yönelik Genel Görünüm .....	110
<b>Şekil 43.</b> Özerk Yönlendirilmiş İş Ekipmanları Alt Boyutuna Yönelik Genel Görünüm .....	111
<b>Şekil 44.</b> Kendi Kendine Optimizasyon Süreçleri Alt Boyutuna Yönelik Genel Görünüm.....	112
<b>Şekil 45.</b> Dijital Modelleme Alt Boyutuna Yönelik Genel Görünüm.....	112
<b>Şekil 46.</b> Veri Toplama Süreçleri Alt Boyutuna Yönelik Genel Görünüm .....	113
<b>Şekil 47.</b> Veri Kullanım Süreçleri Alt Boyutuna Yönelik Genel Görünüm .....	113
<b>Şekil 48.</b> Bulut Teknolojileri (Çözümleri) Kullanımı Alt Boyutuna Yönelik Genel Görünüm.....	114
<b>Şekil 49.</b> Veri ve BT (Bilişim Teknolojileri) Güvenliği Alt Boyutuna Yönelik Genel Görünüm.....	115
<b>Şekil 50.</b> Üretim ve İşlemler Boyutuna Yönelik Genel Görünüm.....	117
<b>Şekil 51.</b> Endüstri 4.0 Stratejisini Uygulama Derecesi Alt Boyutuna Yönelik Genel Görünüm.....	118
<b>Şekil 52.</b> Endüstri 4.0 Ölçütleri Alt Boyutuna Yönelik Genel Görünüm .....	118
<b>Şekil 53.</b> Endüstri 4.0 Uyumu Konusundaki Yatırımlar Alt Boyutuna Yönelik Genel Görünüm.....	119

<b>Şekil 54.</b> Endüstri 4.0 İçin Çalışan Becerileri Alt Boyutuna Yönelik Genel Görünüm .....	120
<b>Şekil 55.</b> İş Birliği Alt Boyutuna Yönelik Genel Görünüm.....	120
<b>Şekil 56.</b> Liderlik Alt Boyutuna Yönelik Genel Görünüm .....	121
<b>Şekil 57.</b> Finansman Alt Boyutuna Yönelik Genel Görünüm .....	122
<b>Şekil 58.</b> Strateji ve Organizasyon Boyutuna Yönelik Genel Görünüm .....	123
<b>Şekil 59.</b> Gerçek Zamanlı Veri Yönetimi Kullanarak Stok Kontrolü Alt Boyutuna Yönelik Genel Görünüm .....	124
<b>Şekil 60.</b> Tedarik Zinciri Alt Boyutuna Yönelik Genel Görünüm.....	124
<b>Şekil 61.</b> Tedarik Zinciri Görünürlüğü Alt Boyutuna Yönelik Genel Görünüm.....	125
<b>Şekil 62.</b> Tedarik Zinciri Esnekliği Alt Boyutuna Yönelik Genel Görünüm .....	126
<b>Şekil 63.</b> Tedarik Süresi Alt Boyutuna Yönelik Genel Görünüm .....	126
<b>Şekil 64.</b> Tedarik Zinciri Boyutuna Yönelik Genel Görünüm.....	127
<b>Şekil 65.</b> Ürün ve Hizmetleri Bulanıklaşması Alt Boyutuna Yönelik Genel Görünüm .....	128
<b>Şekil 66.</b> Veri Güdümlü Hizmetler Alt Boyutuna Yönelik Genel Görünüm.....	129
<b>Şekil 67.</b> Gerçek Zamanlı İzleme Alt Boyutuna Yönelik Genel Görünüm .....	129
<b>Şekil 68.</b> Gerçek Zamanlı Otomatik Bakım Alt Boyutuna Yönelik Genel Görünüm .....	130
<b>Şekil 69.</b> Entegre Pazarlama Kanalları Alt Boyutuna Yönelik Genel Görünüm.....	131
<b>Şekil 70.</b> BT Destekli İş Süreçleri Alt Boyutuna Yönelik Genel Görünüm .....	131
<b>Şekil 71.</b> İş Modeli Boyutuna Yönelik Genel Görünüm.....	132
<b>Şekil 72.</b> Sözleşme Modelleri Alt Boyutuna Yönelik Genel Görünüm.....	133
<b>Şekil 73.</b> Riskler Alt Boyutuna Yönelik Genel Görünüm .....	134
<b>Şekil 74.</b> Veri Koruma Politikaları Alt Boyutuna Yönelik Genel Görünüm.....	134
<b>Şekil 75.</b> Fikri Mülkiyet Hakları Alt Boyutuna Yönelik Genel Görünüm .....	135
<b>Şekil 76.</b> Yasal Hususlar Boyutuna Yönelik Genel Görünüm.....	136
<b>Şekil 77.</b> Boyutların Endüstri 4.0 Hazırlığına Yönelik Genel Görünümü.....	137
<b>Şekil 78.</b> Hazırlık Boyutlarının Firma Faaliyet Süreleri Açısından Değerlendirilmesine Yönelik Genel Görünüm .....	138
<b>Şekil 79.</b> Hazırlık Boyutlarının Firmaların Faaliyet Gösterdikleri Sektör Açısından Değerlendirilmesine Yönelik Genel Görünüm .....	139

<b>Şekil 80.</b> Hazırlık Boyutlarının İşletme Ölçekleri Açısından Değerlendirilmesine Yönelik Genel Görünüm .....	139
<b>Şekil 81.</b> Hazırlık Boyutlarının Firmaların Pazar Alanı Açısından Değerlendirilmesine Yönelik Genel Görünüm .....	140



## ÖZET

Yakın zamanda meydana gelen ve günümüzde de etkisi halen devam etmekte olan Endüstri 4.0 kendi bünyesinde barındırdıklarıyla birlikte hayati bir öneme sahiptir. Endüstri 4.0 siber fiziksel sistemler, nesnelere interneti, büyük veri ve bulut bilişim gibi bileşenlerden oluşan önemli bir kavramdır. Bu yeni ve önemli kavram ilerleyen süreçlerde geçici bir sanayi trendi veya modası olmaktan öte birçok iş kolunu, mesleği ve ekonomik gelişimi etkileyecek ve hayati bir öneme sahip olduğunu ilgili her alanda gözler önüne serecektir.

Bu çalışmanın birinci bölümünde; sanayi devrimleri, Endüstri 4.0 kavramının tanımı, sunduğu fırsat ve tehditler ve Türkiye'nin Endüstri 4.0 politikası ikinci bölümünde; Endüstri 4.0 bileşenleri, üçüncü bölümde; literatürde bulunan genel kabul görmüş Endüstri 4.0 olgunluk modelleri, dördüncü bölümünde ise; "Bir Endüstri 4.0 Hazırlık Değerlendirme Aracı" isimli olgunluk modelinin Sivas ili örneği uygulaması ve uygulamaya ilişkin araştırmanın sonuçları sunulmuştur.

Türkiye sanayi devrimleri değerlendirilmesi yönünden çeşitli akademik ve özel araştırmalara göre genel olarak ikinci ve üçüncü sanayi devrimi aşamasında olduğu belirtilmektedir. İlerleyen teknolojiler ve değişimler sonucunda Türkiye üretim anlamında, ticari olarak bulunduğu konum itibarıyla ve çeşitli faktörler açısından elinde bulundurduğu rekabet üstünlüğü fırsatlarını kaybetmemesi için Endüstri 4.0 anlamında önemli adımlar atması gerekmektedir.

Sivas ilindeki firmalar geleneksel üretim süreçlerinin devam ettirilmesinde ısrarlı oldukları ve Endüstri 4.0 kavramını gereklilikten ziyade geçici bir trend, maliyetli ve kâr getirmeyen uzun bir süreç olduğunu düşündükleri tespit edilmiştir. Bu firmaların rekabet üstünlüklerini kaybetmemeleri ve bunu sürdürebilmeleri için yaptığımız çalışmaya göre Endüstri 4.0 anlamında ciddi bir farkındalığa, bu konuda önemli çalışmalara ve yatırımlara ihtiyaç duyulmaktadır. Aksi halde ilerleyen süreçlerde bu konu işletmelerde geri dönüşü olmayan eksiklikleri meydana getirerek kendi sonlarını hazırlamalarına yol açacaktır.

**Anahtar Kelimeler:** Endüstri 4.0, Endüstri 4.0 Bileşenleri, Endüstri 4.0 Olgunluk Modelleri, Endüstri 4.0 Hazırlığı





## ABSTRACT

Industry 4.0, which has recently emerged and is still in effect today, is of vital importance with its own components. Industry 4.0 is a significant concept consisting of components such as cyber physical systems, internet of objects, big data and cloud computing. This temporary and important concept will not be a new industry trend or fashion in the forthcoming years, but will more likely to affect many business lines, professions and economic development and will show that it is of vital importance in every field.

The first section of this study deals with industrial revolutions, the definition of the concept of Industry 4.0, the threats and opportunities it offers and Turkey's policy of Industry 4.0; the second section mentions Industry 4.0 components; the third section gives the generally accepted Industry 4.0 maturity models found in the literature, and the fourth section presents the application of "An Industry 4.0 Readiness Assessment Tool" maturity model on the city of Sivas and the research results related to the application.

According to a variety of academic and private research, Turkey is reported to be in the second and third stages of the industrial revolution in terms of the overall evaluation of the industrial revolutions. As a result of increasingly advanced technology and changes, Turkey should take considerable steps in order not to lose the opportunities of competitive advantage in terms of Industry 4.0.

The enterprises in Sivas have been found to insist on the continuation of the traditional production processes and to think that the notion of Industry 4.0 is a temporary trend and a long process that is costly and nonprofitable rather than necessity. According to the present study conducted in order for these enterprises not to lose their competitive advantages and to maintain this, there need to be a serious awareness in the sense of Industry 4.0, important studies on this subject and investments. Otherwise, this issue will cause irreversible deficiencies in enterprises in the forthcoming processes and pave the way for their own endings.

**Key Words:** Industry 4.0, Industry 4.0 Components, Industry 4.0 Maturity Models, Industry 4.0 Readiness



# GİRİŞ

Tarihin ilk yıllarından günümüze kadar olan süreçte birçok olay ve yeni olgular, bulunduğu zamanı etkileyerek birçok devrime sebep olmuş ve olmaya devam etmektedir. Bu olgulardan birisi ise sanayi devrimleridir. Birinci sanayi devrimi 18. Yüzyılın sonlarına doğru başlamış üretimle birlikte toplumsal alanların tamamını etkileyerek devam etmiştir. Sonrasında II. ve III. sanayi devrimleri ortaya çıkmış üretim fabrikalara taşınmış ve üretimde otomasyon seviyesi artmıştır. Bu gelişmeler sonucunda 20. ve 21.Yüzyıllara gelindiğinde teknolojik gelişmelerin hızla ilerlemesiyle yeni sanayi devriminin yaşanması kaçınılmaz hale getirmiştir.

IV. Sanayi devrimi ile üretimde sensorlerin, birbiriyle haberleşen iş ekipmanlarının ve siber fiziksel sistemler olarak bilinen siber ve fiziksel teknolojilerin bir araya gelmesiyle kaçınılmaz büyük bir değişim ve dönüşüm yaşanmaktadır. Dördüncü Sanayi Devrimi veya Endüstri 4.0 olarak da adlandırılan bu devrim, üretim sistemlerinin yanında sosyal hayatın her alanına etki etmektedir. Bu devrim mikro ölçekte bireyler ve işletmelerden makro ölçekte ülkelere ve ekonomilere kadar çok geniş bir etki alanına sahiptir.

İşletmeler Dördüncü Sanayi Devrimi'ni iş stratejilerine alarak bu konuda yatırımlar yapmaya ve uygulamaya çalışmaktadır. Bu noktada Endüstri 4.0'ın getirilerini araştıran, bu konuya yönelik maliyet/fayda analizinde bulunan ve çeşitli girişimlerde bulunmak isteyen işletmeler kendi seviyelerini bilmek ve ölçmek istemektedirler. Endüstri 4.0'ın çeşitli başlıkları için hazırlık seviyesini ölçmek isteyen bu işletmeler literatürde bulunan çeşitli araçlardan faydalanabilmektedirler.

Endüstri 4.0 kavramı bazı çevrelerde yeni bir sanayi modası veya geçici bir trend olarak görülmektedir. Oysaki yapılan çalışmalarda bu kavramın yeni bir modanın ötesinde bir gereklilik olduğu ortak kanaat olarak belirtilmektedir. Endüstri 4.0'ı yakalamak isteyen ülkeler bu kavramı ülke politikaları haline getirmektedir. Ayrıca bu kavrama adım atmak isteyen firmalar Endüstri 4.0'ı çoktan iş stratejilerine dahil ederek getirileri hakkında bilgi sahibi olmakta ve uygulamalarını ilerletmek için yatırımlar ve çalışmalarda bulunmaktadırlar.

Bu çalışmada Endüstri 4.0'ı ve bileşenlerini anlamak ve firmaların hazırlık düzeylerini öğrenebilmesi için gereken olgunluk modeli araçlarının neler olabileceği üzerinde durulmuştur. “Bir Endüstri 4.0 Hazırlık Değerlendirme Aracı” isimli olgunluk modelini detaylı olarak inceleyerek Sivas ilinde üretim yapan firmaların Endüstri 4.0 olgunluk seviyeleri hakkında bir değerlendirme yapılmıştır. Bu değerlendirme ile Sivas ilinde üretim yapan firmaların Endüstri 4.0 olgunluğu hakkında bir farkındalığın oluşmasının yanı sıra hazırlık düzeyinin hangi aşamalarında eksik veya güçlü yönlerinin olduğuyla ilgili bilgi sahibi olmak amaçlanmıştır.

Çalışmanın birinci bölümünde sanayi devrimleri ve Dördüncü Sanayi Devrimi veya diğer adıyla Endüstri 4.0'ın tanıtımı yapılmış etkileri, fırsatları ve zorlukları, ülke politikaları ve Türkiye açısından değerlendirilmelere yer verilmiştir. İkinci bölümde 4.0 bileşenlerine yer verilerek bileşenler hakkında daha detaylı bilgiler verilmiştir. Sonraki bölümde Endüstri 4.0 yolunda olan ve uygulayan firmaların Endüstri 4.0 olgunluğunu değerlendirebilecek araçlar tanıtılmıştır. Çalışmamızın son bölümünde ise “Bir Endüstri 4.0 Hazırlık Değerlendirme Aracı” isimli olgunluk modelinin Sivas ilinde üretim yapan firmalar üzerine yapılan araştırma sonuçlarına yer verilmiş, bulguların yorumu ve değerlendirilmesi yapılmıştır.

# BİRİNCİ BÖLÜM

## SANAYİ DEVRİMLERİ VE ENDÜSTRİ 4.0

### 1.1. Sanayi Devrimlerinin Ortaya çıkışı

#### 1.1.1. Sanayi Devrimleri

Sanayi devrimleri, sanayi kavramının ilk ortaya çıkmasıyla başlayarak günümüz teknoloji gelişmelerine kadar uzanmaktadır. Bu devrimler büyük değişimler meydana getirerek ve etkisini artırarak devam etmektedir.

##### 1.1.1.1. I. Sanayi Devrimi

Birinci sanayi devrimi sanayinin başlangıcı da olarak kabul edilen su ve buhar enerji sistemi ile çalışan üretim tesislerinin devreye girmesiyle başlamıştır. Bu devrim önce İngiltere’de ortaya çıkarken Avrupa’ya daha sonra da tüm dünyaya yayılmıştır. 1784’de buhar makinelerinin bulunmasıyla başlayan bu devrim üretimde insan gücünü azaltarak makinelerin üretim süreçlerinde yer almasına ve üretimin fabrikalara taşınmasına sebep olmuştur. Bu dönemde makineleşmenin etkisiyle üretim kolaylaşırken yaşam kalitesini de iyileştirmiştir. Üretimde yaşanan bu değişim, ekonomiyle birlikte toplumsal yapıyı da etkilemiştir. Buhar gücünün kullanımı ile demir yolu ulaşımı artmış ve hammaddeye ulaşım daha kolay hale gelmiştir. Bu nedenle ağır metal üretiminde de artış yaşanmıştır. Ulaşımın kolaylaşması ile üretilen ürünler uzak bölgelere taşınabilir hale gelmiştir (Gabaçlı, Uzunöz 2017).

##### 1.1.1.2. II. Sanayi Devrimi

İkinci sanayi devrimi, başta elektrik enerjisi olmak üzere çelik, petrol ve kimyasal maddelerin üretim sürecinde devreye girmesiyle başlamıştır. Henry Ford’un otomobil fabrikasında üretim bandı tasarımı, seri üretim imkânı sağlarken yeni sanayi devriminin ortaya çıkmasına da öncülük etmiştir. Düşük maliyet, kitlesel üretim ve standart ürüne dayalı bu üretim modeli yıllarca güncelliğini koruyarak ikinci sanayi devriminin temel kriterlerini oluşturmuştur. 1970’lerden itibaren üretim sürecinde BT (Bilişim Teknolojileri) önem kazanmış, otomasyon yaygınlaşmış, emek gücünün yerini makineler almaya başlamıştır. Ayrıca elektrikli haberleşme bu dönemde

yaşanarak telekomünikasyon teknolojilerinin başlangıcına ve yaygınlaşmasına yol açmıştır (Gabaçlı, Uzunöz 2017).

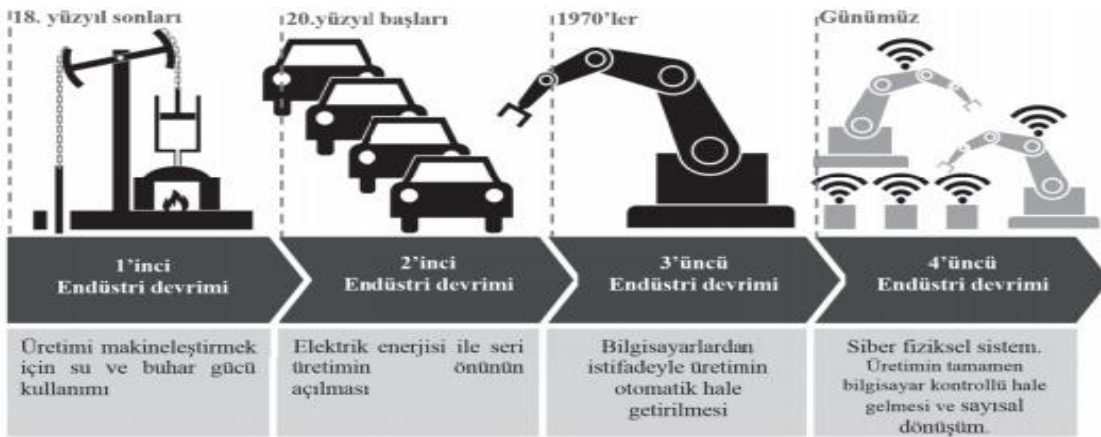
### 1.1.1.3. III. Sanayi Devrimi

1970’li yılların başlarına doğru ilk kez geliştirilen programlanabilir makineler, üçüncü sanayi devriminin öncülüğünü yapmıştır. Bu dönemde elektronik ve BT (Bilişim Teknolojileri) sistemlerinin üretim süreçlerinde otomasyonu sağlanması ile üretim teknolojilerinde yeni bir devrim başlatmıştır. İlk mikro bilgisayar geliştirilmiş dijital teknolojiler bu dönemde öne çıkmıştır. III. Sanayi devrimi mikroişlemciler, elektronik ve bilgisayar temelli üretim yapısını belirgin hale getirmiştir (Soylu 2018: 44).

### 1.1.1.4. IV. Sanayi Devrimi

21. Yüzyılın başlarına gelindiğinde ise bilgi ve iletişim teknolojilerindeki devrim niteliğindeki ilerlemeler, internetin yaygın kullanımı ile birlikte yazılım alanındaki gelişmeler akıllı sistemlerin gelişmesini sağladı. Bu gelişmeler sürecinde ortaya çıkan fiziksel ve siber sistemler arasında bağlantı kurarak üretim süreçlerini özerk olarak kurgulayabilen yeni üretim sistemlerinin ortaya çıkması IV. Sanayi devriminin başlamasına sebep olmuştur. (Soylu 2018: 44).

Aşağıdaki şekilde sanayi devrimleri ve bu devrimlere sebep olan gelişmeler özet olarak verilmiştir.



Şekil 1. Sanayi Devrimleri

**Kaynak:** Eldem, Mehmet Oktay (2017). Endüstri 4.0. TMMOB EMO Ankara Şubesi Haber Bülteni, 3, S:11

## 1.2. Endüstri 4.0 Kavramı

İlk defa Alman hükümeti tarafından üniversiteler ve özel şirketlerin iş birliği yapılan çalışma ile 2011 yılında Hannover Fuarı'nda öne sürülmüştür (Sung 2018). Endüstri 4.0, fabrikanın tüm ürün yaşam döngüsüne değer katan ve bir dizi birbirine yakın teknolojiyi bir araya getiren üretim sistemlerinin yeni bir endüstriyel aşamaya gelmesini temsil etmektedir. Bu yeni endüstriyel aşama, değer zincirindeki tüm faaliyetlerin “akıllı” yaklaşımlarla birlikte gerçekleştirdiği Bilgi ve İletişim Teknolojilerine dayandırıldığı ve üretim sistemlerinde insan rolünün sosyo-teknik evrimini barındırmaktadır (Frank vd. 2019).

### 1.2.1. Kavram ve Tanım

Endüstri 4.0 hem akademisyenler arasında hem de mesleki alanlarda en popüler konulardan birisidir. Müller ve çalışma arkadaşları tarafından yapılan bir incelemede, Endüstri 4.0 kavramının ve aynı anlama geldiği birçok tanımın mevcut olduğu söylenmektedir (Müller vd. 2018). Ayrıca Lu ve çalışma arkadaşlarının yaptığı diğer bir araştırmada ise Endüstri 4.0 kavramının 19 farklı bakış açısıyla tanımlanmasının yapıldığı görülmektedir (Lu 2017). İlgili gören bu kavram gün geçtikçe literatürde genişlemeye ve farklı araştırma boyutları oluşturmaya devam etmektedir.

Genel itibariyle Endüstri 4.0 konusunda en çok kullanılan tanımlardan biri Qin ve çalışma arkadaşlarına aittir. Onlara göre Endüstri 4.0: “*çeşitli şirketler, fabrikalar, tedarikçiler, lojistik, kaynaklar, müşteriler vb. arasında var olacak komple bir iletişim ağı anlamına gelmektedir.*” (Yıldız 2018: 548)

Schuh ve çalışma arkadaşlarına göre Endüstri 4.0 ise: “*üretimle direkt ya da dolaylı olarak ilişkili olan bütün birimlerin birbiri ile ortak çalışmasını planlanmakta, dijital verilerin yazılımın ve bilişim teknolojilerinin birbiri ile entegre olarak çalışmasını öngörmektedir.*” (Şener, Eevli 2017: 2)

Diğer bir tanıma göre, Endüstri 4.0, kabul görmüş internet standartlarını temel alan ortak bir dijital ağa entegre edilmiş akıllı bileşenlerin ve makinelerin vizyonu olmakla birlikte makinelerin ve ürünlerin insan kontrolü olmadan birbirleriyle etkileşime geçtiği akıllı bir üretim ağı konseptini temsil etmekte olan sistemdir (Lu 2017).

## **1.2.2. Endüstri 4.0 ve “Akıllı” Yaklaşımlar**

### **1.2.2.1. Akıllı Fabrika**

Akıllı fabrika, nesnelerin interneti bileşeni yardımıyla birbiriyle etkileşime girebilen, akıllı teknolojilerle donatılmış ve insan müdahalesi olmaksızın çalışabilen fabrikalardır (Yıldız 2018: 551). Akıllı fabrikalar; karmaşık üretim süreçlerini hızlı ve sorunsuz yönetebilmekte, bu fabrikaların ürünleri diğerlerine kıyasla daha uzun ömürlü ve sorunsuz üretilmektedir. Ayrıca akıllı fabrikalarda insanlar, makineler ve üretim kaynakları sürekli bir etkileşim halindedirler (Bulut, Akçacı 2017: 56).

### **1.2.2.2. Akıllı Ürün**

Akıllı ürün hesaplamalar yapabilen, veri içeren, iletişim kurabilen ve çevreleriyle etkileşime girebilme kabiliyetine sahip olan ürünlerdir (Schmidt vd. 2015: 18). Bununla birlikte akıllı ürünler; ürün bağlantısı, ürün izleme, ürün kontrolü, ürün optimizasyonu ve özerk ürün üretimi gibi teknolojileri de içermektedir (Porter, Heppelmann 2015).

### **1.2.2.3. Akıllı Üretim**

Batı kaynaklarda Endüstri 4.0, “ileri üretim” ya da “akıllı üretim” kavramı olarak da adlandırılmaktadır (Frank vd. 2019).

Akıllı üretim, esnek hatların birden fazla ürün tipini içerdiği ve değişen şartlar için üretim süreçlerinin otomatik olarak ayarlandığı uyarlanabilir bir sistemdir. Kaliteyi, üretkenliği ve esnekliği artırmaya izin verir. Daha iyi kaynak tüketimi ile büyük ölçekli ve sürdürülebilir bir şekilde özelleştirilmiş (kişiselleştirilmiş) ürünler elde edilmesine yardımcı olur (Frank vd. 2019).

### **1.2.2.4. Akıllı Tedarik Zinciri**

Akıllı tedarik zinciri, tedarik zincirindeki hammadde ve nihai ürün teslimatını iyileştirmek için operasyonel maliyetler ve teslimat süresini etkileyebilecek, fabrikanın dış tedarikçiler ile yatay entegrasyonunu destekleyen teknolojiler içeren bir sistemdir (Frank vd. 2019).



### **1.3. Endüstri 4.0 Temel İlkeleri**

#### **1.3.1. Birlikte Çalışabilirlik**

Endüstri 4.0'ın barındırdığı bileşenlerinden olan siber fiziksel sistemler, insanların ve akıllı firmaların birbiri ile bağlı olmalarını ve iletişim kurmalarını sağlamaktadır. Bu konuda oluşturulan projeler ile insanlar, makineler ve ürünler birbirine bağlı olarak çalışabilmekte ve gelecekteki üretim ortamları hakkında bir fikir verebilmektedir (Soylu 2018: 45).

#### **1.3.2. Sanallaştırma**

Endüstri 4.0 ile birlikte oluşan akıllı fabrikanın sanal kopyasını içeren yapıdır. Sistem, sensör verilerinin sanal modellemeler ve benzetim modelleri ile bağlantılı olmasıyla oluşmaktadır (Soylu 2018: 45; Özkan vd. 2018).

#### **1.3.3. Özerk Yönetim**

Endüstri 4.0 temel bileşenlerinden olan siber fiziksel sistemlerin işletme içinde kendi aralarında kendi kararlarını (otonom olarak) verme yeteneğine sahip olmasıdır (Özkan vd. 2018).

#### **1.3.4. Gerçek Zamanlı Yetenek**

Verileri toplama ve analiz etme yeteneğine bağlı olarak türetilmiş olan analizleri anında sunabilme yeteneğidir (Soylu 2018: 45).

#### **1.3.5. Platform Odaklı Hizmetler**

Platform odaklı hizmetler, Endüstri 4.0 için oluşturulan servis sağlayıcıları platformlar üzerinden siber fiziksel sistemler, insanlar ve akıllı fabrika servislerinin sunulmasıdır. Günümüz pazar ortamının özelliklerinden biri üretimin müşteri odaklı olmasıdır. Bu bağlamda insanlar ve akıllı cihazlar müşterilerin özelliklerine göre ürün ortaya çıkarabilmeleri için servis sağlayıcı platformlar üzerinden verimli bir şekilde bağlı olabilmeleri gerekmektedir (Soylu 2018: 46).

### **1.3.6. Modülerlik**

Modülerlik ilkesi, değişen şartlara uyum sağlayabilen ve yanıt verebilen değiştirilebilir veya genişletilebilir modüllere sahip Endüstri 4.0 bağlamındaki fabrikaların adaptasyonu sağlamaktır. (Soylu 2018: 46).

## **1.4. Endüstri 4.0 Etkileri**

Sanayi devrimleri ekonomik ve sosyal çok sayıda alanda etkili olmuştur. Küreselleşme ile birlikte Endüstri 4.0'ın etkilerinin daha yaygın ve daha belirgin olması sık sık vurgulanan konular arasındadır. Genel itibariyle Endüstri 4.0 kavramının etkilerini çeşitli başlıklarda incelemek mümkündür.

### **1.4.1. Büyüme ve Verimlilik Üzerine Etkisi**

Dünya Ekonomik Formu (WEF) başkanı Klaus Schwab'a göre gelişen teknolojilerin, verimlilikte ve ekonomik büyümede ilerleyen süreçlerde yeniden büyük bir yükselişe neden olacağı beklentisidir (Özkan vd. 2018:139).

Endüstri 4.0 sürecinde gelişen teknolojilerin sayesinde kaynak kullanımının azalması ve ürünlerin üretim süresinin de kısalmasıyla birlikte verimlilik oranında büyük artışlar yaşanması beklenmektedir. (Gabaçlı, Uzunöz 2017).

### **1.4.2. İstihdam Üzerine Etkisi**

Endüstri 4.0 üretim ve çalışma düzenine getirdiği köklü yenilikler ile birlikte istihdama olan etkisinin de büyük olacağı tahmin edilmektedir. İş gücünün azalması, üretimde otomasyon ve robotların devreye girmesi ve çeşitli teknolojik ilerlemeler ile birlikte üretimde istihdam şeklinin değişmesine bağlı olarak yeni meslek kollarının ortaya çıkması mümkün olabilecektir. (Özkan vd. 2018:141).

Endüstri 4.0'ın bütün sektörlerde ve mesleklerde çalışma şeklinin büyük oranda değişeceğine kesin olarak bakılmaktadır. Ancak bu değişimin otomasyona ne düzeyde etki edeceğine ve ne kadar sürede gerçekleşeceğine dair kesin bir yargı bulunmamaktadır. Bu çıkarımlar göz önünde bulundurularak teknolojik gelişmelerin istihdam üzerinde iki büyük etkisinden söz edilmektedir. Bunların birincisi; teknolojik ilerlemelerden ötürü sermayenin emek yerine ikame edilmesi ve işçilerin işsiz kalma durumu gibi olumsuz bir durumun ortaya çıkması, ikincisi ise; yeni ürün ve hizmetlere

olan talebin artmasıyla birlikte yeni işlerin ortaya çıkması ve istihdamın bu yeni iş kolları üzerinden temin edilmesidir. Kısaca işsizliğin artması ve yeni meslek kolları oluşturulması gibi olumlu ve olumsuz iki farklı etkisinden bahsedilmektedir. (Özkan vd. 2018:141).

#### **1.4.3. Dış Ticaret Üzerine Etkisi**

Endüstri 4.0 ile birlikte dış ticaret yapısı da değişime uğramaktadır. Yaşanan gelişmeler ile ihracat ve ithalat sadece mal ticareti olarak değil veri ticareti ile de gerçekleşmektedir (Özkan vd. 2018: 142).

Endüstri 4.0 bileşenlerinden olan siber fiziksel sistemler ve nesnelerin interneti kavramlarının desteklediği, akıllı fabrikalar ile üretim sisteminde köklü değişiklikler yaşanmaktadır. Endüstri 4.0 taşımacılık ve lojistik sektöründe önemli değişiklikler ortaya çıkartmaktadır. Bu nedenlerden dolayı dış ticaret üzerine faaliyet gösteren firmalar lojistik, taşımacılık ve diğer ticari aracılık faaliyetlerindeki değişimlere uyum sağlaması gerekmektedir. Ayrıca firmaların, satış ve verimliliklerini bu düzeyde geliştirmeleri hayati önem taşımaktadır.

#### **1.4.4. İşletmeler Üzerine Etkisi**

Endüstri 4.0'ın ortaya çıkardığı yeni teknolojiler işletmeler üzerinde yönetim, örgütlenme, kaynak bulma gibi yöntemlerini önemli ölçüde etkilemekte ve değişime uğratmaktadır. Yeni teknolojiler, işletmelerin değişim hızını ve boyutunu artırmaktadır (Özkan vd. 2018:143).

Endüstri 4.0 ile ortaya çıkan teknolojiler işletmeleri birçok teknolojiyi bir araya getirmeye zorlamakla birlikte, işletmelerde yenilikler ve köklü değişiklikler de meydana getirmektedir. Bu durum işletmelerin geleneksel iş yapma yöntemlerinde değişiklikler yapmalarına yol açmaktadır. Bu amaçla geleneksel üretim yöntemlerini değiştirebilen işletmeler verimliliklerini arttırarak mevcut durumlarını korurken kârlılık durumlarını da artırabilmektedir. Bu köklü değişikliklere uyum sağlayamayan işletmeler, piyasadaki rekabet üstünlüklerini kaybederek yok olma tehlikesi ile karşı karşıya kalabilmektedirler (Özkan vd. 2018:143).

Endüstri 4.0 işletmelerin yalnızca iş stratejilerinde değil ürün, üretim, hizmet, tedarik zinciri gibi birçok önemli işletme olgularına etki etmektedir. Bu yönde değişen işletme yapılarının bu durumlara uyum sağlamak zorunda olduğu da kaçınılmaz bir gerçek haline gelmektedir.

## **1.5. Endüstri 4.0 ve Türkiye**

Endüstri 4.0 kavramı ilerleyen süreçlerde çeşitli teknolojiler ve yenilikleri bünyesine katarak daha çok devletlerin, politikacıların, akademisyenlerin ve şirketlerin gelecek stratejilerine dönüşmekte ve kapsamlı bir şekilde ilerlemeye devam etmektedir. Bu ilerleyen süreçte Türkiye açısından somutlaşmış tam bir politika bulunmamasına rağmen birçok alanda çalışmalar bulunmaktadır.

### **1.5.1. Türkiye'nin Endüstri 4.0 Politikası**

Bilim Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı'nın Dijital Türkiye Yol Haritası Raporu'na göre Türkiye'nin Endüstri 4.0 kapsamında ileriye dönük tek bir planı yerine dijital Türkiye yol haritası mevcuttur. Bu yol haritası insan, teknoloji, altyapı, tedarikçiler, kullanıcılar ve yönetim olarak altı bileşenden oluşmaktadır (Bilim Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı 2018).

#### **1.5.1.1. İnsan: Eğitim Altyapısının Geliştirilmesi ve Nitelikli İşgücünün Yetiştirilmesi**

Dijital teknolojiler ve uygulamaları konusunda farkındalık düzeyinin artırılması ve gerekli bilgi ve yeterliliğe sahip işgücünün yetiştirilmesi gerekmektedir (Bilim Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı 2018).

#### **1.5.1.2. Teknoloji: Teknoloji ve Yenilik Kapasitesinin Geliştirilmesi**

Dijital teknolojilere yönelik altyapıların geliştirilmesi için güçlü bir dijital altyapıya sahip olunması ve bu yapının küresel ve ulusal düzeyde iş birlikleri için uygun bir düzeyde olması hedeflenmektedir (Bilim Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı 2018).

### **1.5.1.3. Altyapı: Veri İletişim Altyapısının Güçlendirilmesi**

Türkiye’de dijital dönüşüm sağlanabilmesi için güçlü bir iletişim altyapısına sahip olması gerekmektedir. Bu şekilde bir alt yapı oluşturulması için, fiziki yatırımlarının yapılmasının yanı sıra veri iletişim standartları ve veri güvenliğinin de sağlanması gerekmektedir (Bilim Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı 2018).

### **1.5.1.4. Tedarikçiler: Ulusal Teknoloji Tedarikçilerinin Desteklenmesi**

Dijital teknolojilere yönelik olan ürün ve hizmetleri üreten işletmelerin desteklenmesi dijital dönüşümün sürdürülebilirliği açısından hayati öneme sahiptir (Bilim Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı 2018).

### **1.5.1.5. Kullanıcılar: Kullanıcıların Dijital Dönüşümünün Desteklenmesi**

Dijital dönüşümünde Türkiye’nin etkili bir hal alabilmesi için kullanıcıların (imalatçı firmaların) yatırımlar yapması gerekmektedir. Bu kullanıcıların dijital dönüşümünün yatırımları sürecinde finansal ve teknik yönden desteklenmesi gerekmektedir (Bilim Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı 2018).

### **1.5.1.6. Yönetişim: Kurumsal Yönetişimin Güçlendirilmesi**

İmalat sanayinin dijital dönüşüm sürecini yönlendirecek ve paydaşlar arasında koordinasyonu sağlayacak ve etkili bir yönetim yapısının oluşturulması hedeflenmektedir. (Bilim Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı 2018). Söz edilen beş bileşen kapsamında hayata geçirilecek projelerin kurumsal bir çatı altında organize edilmesi yönetim yapısının oluşturulması için gereklidir (Nuroğlu, Nuroğlu 2018).

## **1.5.2. Endüstri 4.0’ın Türkiye Açısından Önemi**

Endüstri 4.0 Türkiye için yaşamsal öneme sahiptir. Endüstri 4.0’ın önemini birkaç başlık altında toplamak mümkündür bunlardan birisi: Türkiye Endüstri 4.0 açısından bir yol ayrımındadır. Bu nedenle ya küresel rekabet gücünü kaybedecek ya da gelişmiş ülkeler arasında yer almak için büyük bir adım atacak olmasıdır (TÜSİAD, BCG 2016: 33)

Türkiye’nin lojistik avantajı sağlayan coğrafi konumu ile Endüstri 4.0’ı uygulayan önde gelen ülkeler arasındaki göreceli düşük maliyetli iş gücünü kullanarak

küresel değer zincirinde rekabetçi biçimde konumlanmaktadır. Çeşitli maliyetler göz önünde bulundurularak oluşturulmuş BCG Global Üretim Maliyeti Endeksi'ne göre, Türkiye ortalama 98 birim maliyette üretim yapmakta iken, ABD 100, Almanya 121 birim maliyette üretim yapmaktadır. Başka bir ifadeyle Türkiye'deki ortalama doğrudan üretim maliyetleri ile Almanya'nın %23 ABD'nin %2 altında bulunmaktadır. Bu analizin Türkiye'nin küresel rekabet zincirindeki rekabet gücünü ve payını artırabilmesi için göreceli olarak avantajlı olduğunu göstermektedir (TÜSİAD, BCG 2016: 33).

Bunlarla birlikte, Türkiye mevcut rekabetçi pozisyonunu korumak ve sağlamlaştırmak için çeşitli yapısal zorluklarla karşı karşıyadır (TÜSİAD, BCG 2016: 34):

- İhracat amacıyla yapılan ithalatın oranının yapısal olarak senelerdir yüksek değerdeki seyri
- Türkiye'deki ölçümlere göre katma değerli ürünlerin toplam üretim içinde düşük payda olması
- Yeni teknolojilerin benimsenmesi açısından sınırlı yetkinlikteki iş gücü
- Sanayi sektöründen hizmet sektörüne kayan iş gücü ile sanayi sektöründeki çalışanların işten ayrılma hızının yüksek olması

Diğer bir neden ise Almanya ile olan rekabetin durumudur. Almanya'nın gelecek Endüstri 4.0 planlarına ulaşması halinde maliyetler üzerindeki %20 azalış yönünde başarıya ulaşması durumunda Türkiye mevcut rekabet değişkenlerinde iyileştirmeler yapmaz ise Almanya'ya kıyasla elindeki bazı rekabet üstünlüklerini de kaybetme durumunda kalmasıdır (TÜSİAD, BCG 2016: 36).

### **1.5.3. Türkiye'de Endüstri 4.0 Dönüşümünün Durumuna İlişkin Genel Bir Değerlendirme**

TÜBİTAK ve BCG'nin iş birliği ile yapılan 6 sektörü ve bu sektörlerle bağlı 25 firmanın 45 yöneticisi ile Türkiye'deki Endüstri 4.0 dönüşümünün durumu hakkında genel fikir oluşturması için bir değerlendirme çalışması yapılmıştır. Bu araştırmaya göre Endüstri 4.0 farkındalığına ilişkin sonuçlar şu şekildedir (TÜSİAD, BCG 2016: 36):

- Şirketlerin %92'si Endüstri 4.0 teknolojileri hakkında bilgi sahibidir.

- Şirketlerin %92'si Endüstri 4.0 ile ilgilenmektedir.
- Şirketlerin %77'si Endüstri 4.0 hakkında bilgi sahibidir.
- Üst düzey yönetimin %93'ü Endüstri 4.0'ın farkındadır.
- %85'lik kesim Endüstri 4.0'ın istihdamı artıracığını beyan etmiştir.
- %69'luk kesim Endüstri 4.0'ın genel görünümü değiştireceğine kesinlikle katılmaktadır.
- Şirketlerin kendi başlarına çaba göstermeleri gerektiğine %8'lik kesim kesinlikle katılmamaktadır.
- %100'lük kesim Türkiye Endüstri 4.0'dan daha fazla pazar payı elde edebilmesi için daha fazla katma değere ihtiyacı olduğuna inanmaktadır.
- %100'lük kesim Endüstri 4.0'ın ticari olarak daha fazla pay kazanmayı mümkün kılacağını beyan etmiştir.
- %100'lük kesim Türkiye'de yapılan yatırımların uzun vadede Endüstri 4.0 pazar payının büyümesini sağlayacağına inanmaktadır.

#### **1.5.4. Türkiye'de Endüstri 4.0 Çalışmaları**

Türkiye'de Endüstri 4.0 araştırmaları, uygulamaları, teknolojileri ve birçok alanda konuyla ilgili çalışmalar bulunmaktadır. Bunları genel itibariyle özetleyecek olursak:

- Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanı Faruk Özlü başkanlığında TOBB, TİM, TÜSİAD, MÜSİAD, YASED ve TTGV gibi kuruluşların yer aldığı Sanayide Dijital Dönüşüm platformunun kurulması,
- Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı tarafından oluşturulan Dijital Türkiye Yol Haritası,
- Endüstri 4.0 kavramı, teknolojileri ve uygulamaları üzerine birçok akademik çalışmalar,
- Belediyelerin üstelendiği akıllı şehir uygulamaları,
- Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı tarafından, Birleşmiş Milletler Kalkınma Programı'nın (UNDP) teknik iş birliği ve Ankara Sanayi Odasının (ASO) uygulama ortağı olduğu Endüstri 4.0 uyumlu model fabrika projesi,
- Endüstriyel Otomasyon Sanayicileri Derneği ENOSAD tarafından düzenlenen Endüstri 4.0 zirvesi ve sergisi,

- Türkiye’ de dijital dönüşüme öncülük etmek amacıyla kurulan Dijitalleşme ve Endüstri 4.0 Derneği,
- Endüstri4.0 Portalı ([www.endustri40.com](http://www.endustri40.com)),
- TÜBİTAK Yeni Sanayi Devrimi Akıllı Üretim Sistemleri Teknoloji Yol Haritası çalışması,
- TÜSİAD’ın Türkiye’nin sanayide dönüşüm yetkinliği raporu çalışması ve birçok Endüstri 4.0 alanında yaptığı çalışmalar,
- MÜSİAD’ın Endüstri 4.0 ve Geleceğin Lojistiği adlı çalışması ve birçok Endüstri 4.0 alanında yaptığı çalışmalar,
- TÜRKONFED ve SEDEFED iş birliğiyle yapılan otomotiv, tekstil ve tarım sektörlerinin dijitalleşme yol haritasını ortaya koyan Dijital Anadolu Raporu çalışmaları,
- Dünyanın önde gelen araştırma, eğitim ve uygulayıcı şirketlerin ülkemizdeki çeşitli çalışmaları (Deloitte, Festo, McKinsey vb. şirketlerin ülkemizdeki durum ve işletmeler üzerine yaptıkları Endüstri 4.0 araştırmaları ve faaliyetleri),
- Birçok sanayi odalarının bulunduğu ildeki Endüstri 4.0 çalışmaları ve girişimleri,

Bunların dışında çok sayıda sanayi kuruluşu, dernek, işletme ve Endüstri 4.0 alanında uğraş gösteren çeşitli oluşumlar, Türkiye’de bu olguya katkı sağlamaya devam etmekte ve bu konuda çeşitli çalışmalar göstermektedir.



## İKİNCİ BÖLÜM

### ENDÜSTRİ 4.0 BİLEŞENLERİ

#### 2.1. Siber Fiziksel Sistemler ve Simülasyon

Sensörlerin, veri toplama sistemlerinin ve bilgisayar ağlarının daha yüksek kullanılabilirliği ile sonuçlanan son gelişmelerle birlikte günümüz endüstrisinin rekabetçi doğası daha fazla fabrikayı yüksek teknoloji metodolojilerini kullanmaya sevk etmektedir. Sensörlerin ve ağa bağlı makinelerin giderek artan kullanımı büyük veri olarak bilinen, sürekli yüksek hacimli verilerin üretimi ile sonuçlanmıştır. Bu tür ortamda büyük veri yönetimi, akıllı, esnek ve özerk sistemli makinelerin birbirine bağlanılabilirliğinin artırılması için siber fiziksel sistemlere ihtiyaç duyulmaktadır. Ayrıca mevcut endüstriyel uygulamalarda siber fiziksel sistemleri çeşitli hizmetlerle (üretim, lojistik, vb.) bütünleştirilerek bugünün fabrikalarını önemli ekonomik potansiyele sahip Endüstri 4.0 fabrikalarına dönüştürülebilmektedir (Lee vd. 2015: 18).

##### 2.1.1. Siber Fiziksel Sistemler Nedir?

Siber fiziksel sistemler, sensörler ve aktörler gibi gömülü sistemdeki cihazların fiziksel dünyayı algılamak, izlemek ve kontrol etmek için internet ağında birbirine bağlı olduğu coğrafi olarak dağılmış, büyük ölçekli, hayati önem taşıyan ve buna benzer özelliklere sahip olan sistemlerdir (Ding vd. 2018). Siber fiziksel sistemler modern sensör, hesaplama ve ağ teknolojilerini kullanarak siber ve fiziksel sistemleri etkin bir şekilde bütünleştirebilen bir sistem olarak da tanımlanabilmektedir (Alguliyev vd. 2018).

##### 2.1.2. Siber Fiziksel Sistemler Mimarisi

Siber fiziksel sistemler söz konusu olduğunda beş boyuttan oluşan mimari bir yapı önerilmektedir. Bunlar; akıllı bağlantı, veriden bilgiye dönüşüm, siber, kavrama, yapılandırma ve simülasyondur. (Lee vd. 2015: 18).

### **2.1.2.1. Akıllı Bağlantı**

Bir siber fiziksel sistemler uygulaması geliştirmenin ilk adımı veri toplama bileşenlerinden doğru ve güvenilir veri elde ederek akıllı bir bağlantı oluşturmaadır. Bu seviyede iki önemli faktör ön plana çıkar. Toplanan verilerin çeşitliliğinden dolayı kusursuz şekilde veri toplama prosedürlerini yönetme ve verileri iletmek için kesintisiz ve sorunsuz bir yöntem gereklidir. Diğer bir faktör ise gerekli işlemler için uygun sensörlerin seğimidir (Lee vd. 2015: 18).

### **2.1.2.2. Veriden Bilgiye Dönüşüm**

Siber fiziksel ortamlarda toplanan verilerden anlamlı bilgiler çıkarılması amaçlanmaktadır. Bu amaç doğrultusunda verilerin bilgiye dönüştürülmesine uygun çeşitli araç ve metodolardan yararlanılmaktadır. Prognostik (ön görücü bakım) ve makine sağlığı yönetimi (tahmini faydalı ömür vb. hesaplamalar) gibi alanlarda bu çalışmalar yapılmaktadır. Bu çalışmalar sayesinde makinalara öz farkındalık özelliği kazandırılabilir (Lee vd. 2015: 18).

### **2.1.2.3. Siber**

Siber seviyesi, bu mimari de bilgi merkezi olarak işlev görmektedir. Bundan dolayı makine ağı oluşturmak için ağa, her bağlı makineden veri aktarılmaktadır. Bu veriler toplandığında ağdaki bireysel makinelerin durumu hakkında daha güvenilir yaklaşımlar sağlayan ek bilgiler çıkarmak için özel analitikler kullanılmaktadır. Bu analitikler ağdaki diğer makinelerle bireysel makineleri karşılaştırabilmektedir. Ayrıca makinelerin önceki performansları ile kıyaslama yapılarak gelecekteki durum ve faaliyetleri tahmin edilebilmektedir (Lee vd. 2015: 18).

### **2.1.2.4. Kavrama**

Bu seviyede, kullanıcılara karar vermeleri için uygun analitik bilgi sunumu sağlanmaktadır. Bu sayede uzmanların doğru kararlar alabilmesi için destek sağlanmış olur. Ayrıca karşılaştırmalı bilgiler ve bireysel makine durumu rahatlıkla görülebildiğinde bakım işleminde görevlerin önceliği kolayca belirlenebilmektedir (Lee vd. 2015: 18).

### **2.1.2.5. Yapılandırma**

Yapılandırma seviyesi, siber alandan fiziksel alana geri bildirim verir. Makinelerin, kendi kendini yapılandırmayı ve kendi kendini sisteme uyarlayabilmesini sağlar. Bu aşama düzeltici ve önleyici kararları uygulamak için Esneklik Kontrol Sistemi gibi görev yapmaktadır (Lee vd. 2015: 18).

### **2.1.3. Simülasyon**

Simülasyon, gerçek dünyada var olan bir fiziksel sisteme ait verilerin sanal bir ortama taşınmasıyla gerçek sisteme ait özelliklerin izlenmesine altyapı oluşturan bir modelleme tekniğidir (Çelen 2017: 10).

Siber fiziksel sistemlerde veri toplama ve analiz yoluyla fiziksel üretim kaynakları sanallaştırılabilir. Ayrıca dijital dünyada bireysel makinelerin bir karşılığı da oluşturulabilir. Bu karşılık “dijital ikiz” olarak adlandırılmaktadır. Dijital ikiz sayesinde ağa bağlı makineler dijital ortamda simüle edilmektedir. Simülasyon yöntemi ile dijital ikiz özelliğinden yararlanılarak makinelerin durumları ve davranışları anlık olarak ulaşabilmekte, izlenilmekte ve kontrol edilebilmektedir (Longo vd. 2019).

## **2.2. Nesnelerin İnterneti**

### **2.2.1. Nesnelerin İnterneti Tanımı**

Nesnelerin internetinin literatürde birçok tanıma rastlamak mümkündür. Bu tanımlamalardan birisi Uluslararası Telekomünikasyon Birliğine (ITU) aittir. ITU'ya göre nesnelerin interneti; Bilgi toplumu için, mevcut ve gelişmekte olan, birlikte çalışabilir bilgi ve iletişim teknolojilerine dayalı (fiziksel ve sanal) nesnelere birbirine bağlayarak gelişmiş hizmetler sağlayan küresel bir altyapı olarak tanımlamaktadır (ITU 2012).

### **2.2.3. Nesnelerin İnterneti Kavramının Ortaya Çıkması**

Nesnelerin interneti kavramının tarihteki ilk örneği 1991 yılına dayanmaktadır. Bu örnek, Cambridge Üniversitesi'ndeki 15 akademisyenin kahve ihtiyacını gidermek üzere kendilerine kolaylık sağlaması için oluşturduğu sistem sayesinde ortaya çıkmıştır. Akademisyenler çalıştıkları binada tek kahve makinesini paylaşıyorlardı.

Binanın alt katlarındaki ofislerinde bulunan akademisyenler birçok katı çıktuktan sonra kahve makinesini boş olarak görmek onlar için sıkıcı bir durumdu. Bu duruma çözüm olarak kahve makinesinin her dakikada üç adet görüntüsünü çeken ve bu görüntüyü bilgisayar ortamına aktaran sistem geliştirdiler. Böylece her akademisyen çevrimiçi ve gerçek zamanlı olarak kahve miktarını kendi bilgisayarlarından görebilmişlerdir. 1993 yılına gelindiğinde internet ortamına taşınan bu uygulama nesnelerin interneti varlığının ilk ispatı ve örneğini oluşturmuş oldu (Kutup 2011).

1999 Yılında ise Kevin Ashton tarafından bir şirketin tedarik zincirinde RFID teknolojisi uygulamasının tavsiye edildiği ve faydalarına değinildiği bir sunumda bahsedilen bu yeni teknoloji “nesnelerin interneti” (Internet of Things) kavramı ile isimlendirilmiştir (Ashton 2009).

### **2.2.3. Nesnelerin İnterneti Geleceği**

Nesnelerin interneti için yapılan çeşitli araştırmalara göre; internete bağlı cihaz sayısının 10-11 milyar olduğu tahmin edilmekte ve bu rakamın 2020 yılına kadar gelindiğinde internete bağlı 50-100 milyar cihazın olacağı öngörülmektedir. Nesnelerin internetinin bu şekilde gelişimi ve yaygınlaşması gelecekte nesnelerin kendileri arasındaki etkileşimini kolaylaştırması beklenmektedir (Sundmaeker vd. 2010).

### **2.2.4. Makineler Arası İletişim Tanımı (M2M) ve Nesnelerin İnterneti Arasındaki Fark**

Avrupa Telekomünikasyon Standartları Enstitüsü'ne (ETSI) göre: Makineler Arası İletişim “*iki ya da daha fazla sayıda cihazın insan müdahalesi olmaksızın birbiriyle İletişim kurması*” olarak tanımlanmıştır (Sundmaeker vd. 2010).

Makineler Arası İletişim ve Nesnelerin interneti farkına değinmek gerekirse; makineler arası iletişimde iki farklı yapının birbirine bağlantısı sağlanırken nesnelerin interneti ise çok sayıda makineler arası iletişimden ve çeşitli algoritmalarından oluşan daha karmaşık bir yapıya sahip etkileşim sağlayan bir teknolojik ağ söz konusudur (Gündüz, Akyüz 2017: 235).

### **2.2.5. Nesnelerin İnterneti Mimarisi**

Nesnelerin interneti 3 temel katmandan oluşmaktadır. Bunlar uygulama katmanı, algılama ve ağ katmanıdır (Wu vd. 2010).

#### **2.2.5.1. Uygulama Katmanı**

Uygulama katmanı, akıllı teknolojilerden oluşan katmandır. Akıllı ev, akıllı taşıma sistemleri, e-sağlık, akıllı şebeke gibi çeşitli nesnelerin interneti uygulamalarını içeren katmandır (Kafle vd. 2016: 44).

#### **2.2.5.2. Algılama Katmanı**

Algılama katmanı dış dünya ile iletişimin sağlandığı, nesnelerin tanındığı ve algılandığı, gerekli bilgilerin nesnelere toplandığı katmandır (Tümer vd. 2017). Bu katmanda GPS, kablosuz sensor ağları, ZigBee, NFC, RFID etiketleri ve okuyucuları, kızılötesi, radar gibi teknolojiler kullanılmaktadır (Wu vd. 2010).

#### **2.2.5.3. Ağ Katmanı**

Nesnelerin internetinin beyni konumunda olan ağ katmanının temel işlevi bilgi iletmek ve işlemektir. Ağ katmanı algılama katmanından elde edilen bilgileri iletmekte ve işlemektedir. Bu katman, iletişim ve internet ağı, ağ yönetimi, bilgi merkezi ve akıllı işleme gibi işlevleri içermektedir (Wu vd. 2010).

### **2.2.6. Nesnelerin İnternetinde Kullanılan Teknolojiler**

Nesnelerin interneti teknolojisi çeşitli amaçlarla kullanılan birçok teknolojiyi kendi bünyesinde barındırmaktadır. Bu teknolojiler; kablosuz sensör ağlar, ZigBee, RFID, bluetooth ve IPv6 olarak sıralanabilir.

#### **2.2.6.1. Kablosuz Sensör Ağlar (Wireless Sensor Networks)**

Kablosuz sensör ağlar sıcaklık, ses, titreşim, basınç ve hareket gibi fiziksel veya çevresel koşulları bir arada izlemek için mekânsal olarak dağıtılmış otonom sensörlerdir (Norman vd. 2010).

### **2.2.6.2. ZigBee**

ZigBee teknolojisi, kablosuz ağ standardı IEEE 802.15.4'e dayanan düşük veri hızı, düşük güç tüketimi ve düşük maliyetli kablosuz bir ağ protokolüdür (Baronti vd. 2007).

### **2.2.6.3. RFID (Radio Frequency Identification)**

RFID, radyo frekans uyumlu bir entegre devreye elektromanyetik iletim yoluyla veri depolamak ve iletmek için bir araçtır. RFID; okuyucu, etiket ve kendi aralarında iletişimi içeren bileşenlere sahiptir. RFID etiketi, bünyesinde gerekli bilgileri içeren okuyucunun bilgi alabilmesi için düzenlenmiş bir sistemdir. RFID okuyucusu ise RFID etiketlerinin içerdiği verileri okuyabilmekte olan teknoloji altyapısıdır. Ayrıca RFID okuyucular ve etiketler, veri iletmek ve almak için tanımlanmış bir radyo frekansı ve protokolü kullanan bileşenlere sahiptir (Ni vd. 2003).

### **2.2.6.4. Bluetooth**

Bluetooth, çevre birimlerini kablosuz olarak kullanabilmek üzere kısa menzilli ve ucuz cihazlar için tasarlanmış bir kablosuz radyo frekans sistemidir (Lee vd. 2007: 47).

Bluetooth teknolojisinin nesnelerin interneti alanında uygun hale gelebilmesi için güç tüketimini düşürmesi gerektiği bilinmektedir. Böylece pil gücü yüksek olan cihazlarda daha uzun ömürlü olabilmektedir. Bunun için Bluetooth teknolojisi revize edilerek BLE'yi (Bluetooth Low Energy) yani Bluetooth Düşük Enerji geliştirilmiştir (Chang 2014: 6). Bu sayede Bluetooth teknolojisi nesnelerin interneti teknolojisiyle birlikte uyumlu bir hal almıştır.

### **2.2.6.5. IPv6 (İnternet Protocol Version 6)**

IPv4 İnternete bağlı cihazların artmasıyla birlikte günümüz gereksinimlerini tam anlamıyla karşılayamamaktadır. Bu gereksinimlere fazlasıyla ihtiyaç duyan nesnelerin interneti teknolojisi bu gereksinimi IPv6 teknolojisiyle büyük ölçüde gidermektedir.

Gereksinimleri karşılamak amacıyla IPv6'da IPv4'ün güçlü yönleri korunarak günümüz ağlarının değişen gereksinimlerini karşılamak için yenilikler getirilmiştir. İnternet kullanımının yaygınlaşmasıyla ve servis çeşitliliğinin artmasıyla birlikte İPV4'te yaşanan sorunları gidermeyi amaçlayan otomatik adres yapılandırılması, sadeleştirilmiş başlık yapısı, yeni güvenlik özellikleri, genişletilmiş adres alanı İPV6 ile birlikte gelen yeniliklerdendir (ULAKBİM 2019).

## 2.2.8. Nesnelerin İnterneti Kullanım Alanları



Şekil 2. Nesnelerin İnterneti Kullanım Alanları

**Kaynak:** Gündüz Kâmil Aykutağp ve Akyüz Emine Tuğba (2017). Nesnelerin İnterneti ve Hayvancılık Alanındaki Uygulamalar. *Selçuk Üniversitesi Sosyal ve Teknik Araştırmalar Dergisi*, 2017, 14: 232-246.

Nesnelerin interneti birçok alanda kullanılabilir. Kullanım alanları gün geçtikçe daha çok yaygınlaşmaya da devam etmektedir. Nesnelerin internetinin belli başlı kullanım alanları (Gündüz, Daş 2017: 328):

- Akıllı ev uygulamaları,
- Akıllı şehir uygulamaları,
- Bilimsel çalışma uygulamaları,
- Bilişim sektörü uygulamaları,
- Enerji uygulamaları,
- Günlük kullanım uygulamaları,
- Güvenlik uygulamaları,
- İmalat/üretim uygulamaları,
- İnşaat uygulamaları,
- Kamu sektörü uygulamaları,
- Sağlık uygulamaları,

- Servis Sağlayıcı uygulamaları,
- Tarımsal üretim uygulamaları,
- Taşımacılık uygulamaları,
- Ticaret uygulamaları.

## **2.3. Büyük Veri ve Analitik**

### **2.3.1. Büyük Veri Tanımı**

Francis X. Diebold, büyük veri kavramının ilk defa Silicon Graphics (SGI)'den John Mashey tarafından 1998'de büyük veri ve Altyapı Gerilimi Dalgası (Big Data and the Next Wave of InfraStress) isimli sunumunda kullanıldığı belirtilmektedir (Doğan, Arslantekin 2014).

Büyük veri teknolojisi için literatürde genel kabul görmüş bir tanımlamaya rastlamak mümkün değildir. Bu nedenle çeşitli tanımlamalar bulunmaktadır. Bu tanımlamaları inceleyerek büyük veri teknolojisinin daha anlaşılır hale gelmesine imkân sağlanabilir.

Mckinsey'nin raporuna göre büyük veri: Büyüklüğü tipik veri tabanı yazılım araçlarının yakalama, depolama, yönetme ve analiz etme yeteneğinin ötesinde olan veri kümeleri olarak tanımlanmıştır (Manyika 2011).

Diğer bir tanımda ise; büyük veri teknolojileri, çeşitli veri hacimlerinden yüksek hızda yakalama, keşif ve analiz yapmayı sağlayarak ekonomik değer elde etmek için tasarlanmış yeni nesil teknolojiler ve mimariler olarak tanımlanmaktadır (Gantz, Reinsel, 2012).

### **2.3.2. Büyük Veri Karakteristiği**

Büyük veri tam anlamıyla incelemek ve anlamak için büyük veriyi diğer veri türlerinden ayıran karakteristik özelliklerine değinmek gerekmektedir. Büyük veri tanımlarından yola çıkarak büyük veri karakteristiğini “5V” olarak adlandırılan 5 boyutta incelenmesinin gerektiği belirtilmiştir (Şeker 2015: 10).



### **2.3.2.1. Büyüklük (Volume)**

Büyüklük olgusu, üretilen verinin büyüklüğünü ifade etmekte kullanılmaktadır. Büyük veri kapsamına giren verilerin büyüklüğünün terabaytlar veya petabaytlar olarak ifade edildiği araştırmacılar tarafından kabul edilmektedir (Russom 2011: 6).

### **2.3.2.2. Hız (Velocity)**

Hız karakteristiği, barındırma platformlarına yüksek oranda veri akışının sağlanması olarak tanımlanmaktadır (Osman 2019). Verinin oluşturulma hızı günümüzde tahmin edilemez boyutlara ulaşmaktadır. Örneğin 7.yıl kutlamasını yapan Twitter şirketine 200 milyon aktif kullanıcı tarafından 400 milyon tweet atılması bu boyutların tahmininin zorluğunu ifade etmektedir (Tsukayama 2013).

### **2.3.2.3. Çeşitlilik (Variety)**

Çeşitlilik karakteristiği büyük veri formatlarının karmaşıklığını işaret etmektedir. Büyük veri çoğunlukla yarı yapısal veri (örn: nesnelerin interneti veri dosyalarından alınan veriler) özelliğine sahiptir. Yapısal olmayan veriler, metin dosyaları ve görüntüler gibi verilerden oluşmaktadır (Osman 2019). Yapısal veriler ise, belirli formatta olan kişisel yani adres, isim vb. verilerden oluşmaktadır. Yapısal veriler, kolaylıkla işlenebilir yapıda olurken yapısal olmayan veriler tam tersi özelliğe sahiptirler (Sağiroğlu 2018: 472). Yarı-yapısal veri ise, yapısal ve yapısal olmayan veri türlerinin aynı kayıt içerisinde birlikte kullanılmasıyla ortaya çıkan bir veri türüdür (Dokuz, Çelik 2017: 321).

### **2.3.2.4. Güvenilirlik (Veracity)**

Güvenilirlik karakteristiği, verilerin güvenilirliğini ifade eden bir özelliktir. Yanlış veri kesinlikle yanıltıcı sonuçlara yol açmaktadır. Bu nedenle özellikle insan müdahalesinin olmadığı otomatik karar verme durumlarında, veri kaynaklarının güvenilir ve verilerin doğru olması gerekmektedir (Osman 2019).

### **2.3.3.5. Değer (Value)**

En önemli bileşen ise verinin bir değer yaratmasıdır. Büyük verinin kurum için artı değer yaratıyor olması gerekmektedir. Veri karar verme süreçlerinde destek sağlayarak kararların zamanında ve doğru verilmesine yardımcı olmalıdır (Demirtaş 2015).

### **2.3.3. Büyük Veri ve Analitik Teknikleri**

Büyük veri tek başına anlamsızdır. Bu anlamsızlığı değerlendirmek ve anlamlı bir kavrama dönüştürmek için çeşitli tekniklere ihtiyaç duyulmaktadır. Bu teknikler metin analizi, ses analizi, video analizi, sosyal medya analitiği ve tahmine dayalı analitiktir (Gandomi, Haider 2015).

#### **2.3.3.1. Metin Analizi**

Metin analizi, metin verilerinden elde edilen tekniklere dayanmaktadır. Bunlar sosyal ağlarda bulunan veriler, e- postalar, anket cevapları, haberler vb. kayıtlardan oluşan metin verileridir. Metin analizi yönetimleri ise (Gandomi, Haider 2015);

- Bilgi çıkarma (yapılandırılmamış verilerden yapılandırılmış veriler elde etmek)
- Metin özetleme (asıl metin veya metinlerdeki anahtar bilginin özetini çıkarmak)
- Soru cevaplama (doğal dilde ortaya çıkan soruların cevaplarını sağlamak örneğin: Apple'ın sirisi)
- Duygusal analiz (insanların ürünler, organizasyonlar, bireyler ve etkinlikler gibi varlıklara yönelik görüşleri içeren analiz)

#### **2.3.3.2. Ses Analizi**

Ses analizi yapılandırılmamış ses verilerinden bilgi elde etmeyi olanaklı kılan bir analizdir. Müşteri çağrı merkezleri ve sağlık hizmetleri ses analizinin başlıca uygulama alanlarındandır. Örneğin çağrı merkezleri, binlerce hattan gelen çağrıların ses analitiğini çıkararak, müşteri deneyimini iyileştirmeye, temsilci performanslarını değerlendirmeye ve satış oranlarını artırmaya yönelik analizler yapılabilmektedir (Gandomi, Haider 2015).

#### **2.3.3.3. Video Analizi**

Video akışlarından anlamlı bilgileri izlemek, analiz etmek ve ayıklamak için yapılan analizdir. Son yıllarda video analitiğinin en önemli uygulamalarından birisi güvenlik ve gözetim sistemleri oluşmaktadır (Abraham, Das 2010).

#### **2.3.3.4. Sosyal Medya Analitiği**

Sosyal medya analitiği, sosyal medya kanallarından elde edilen yapılandırılmış ve yapılandırılmamış verilerin analizini ifade eder (Gandomi, Haider 2015). Bu analitik, kullanıcıların oluşturduğu içerikle birlikte pazarlama, satış vb. avantajlar ile sosyal, kurumsal ve kişisel alanlarda fayda sağlamaktadır (Abraham, Das 2010).

#### **2.3.3.5. Tahmine Dayalı Analitik**

Tahmine dayalı analitik, geçmiş ve güncel verilere dayanarak gelecekteki sonuçları n gören analitik tekniğidir. Tahmine dayalı analitikler genelde her alana uygulanabilmektedir. Örneğin müşterilerin satın alma alışkanlıklarında, hangi nedenlere göre ürün satın aldıklarına sonraki satın alma tercihlerinin neler olabileceğine ve birçok konuda alışkanlıklarına kadar tahmine dayalı analitik uygulanabilmektedir (Gandomi, Haider 2015).

#### **2.3.4. Büyük Veri ve Kullanım Alanları**

Büyük veri birçok alanda kullanılabilir. Sağlık sektörü, devletler, bankacılık sektörü, mobil sektör, trafik yönetimi ve perakende sektörü kullanıldığı alanlar arasındadır (Doğan 2014)

##### **2.3.4.1. Büyük Veri ve Sağlık Sektörü**

Sağlık sektöründe, büyük veri analizi kullanılarak yan etkisi bulunan ilaçların tespit edilmesi, bir arada kullanılan ilaçların bazı hastalıkların riskini tetikleme veya bazı hastalıkları önlemesi gibi tespitler yapılabilmektedir (Doğan 2014).

##### **2.3.4.2. Büyük Veri ve Devletler**

Devletler, büyük miktarda anlık olarak üretilen yapısal veya yapısal olmayan verilere sahiptir. Bu verileri tehdit tahmin etme ve nleme, sosyal ve sağlık hizmetlerde sahtecilik, israf ve hataların belirlenmesi, vergi kaçakçılığı ve sahtecilik tespit edilmesi ve suç tahmini ve önlemesi gibi çeşitli alanlarda kendine yarar sağlamak üzere kullanabilmektedir (Doğan 2014).

### **2.3.4.3. Büyük Veri ve Bankacılık Sektörü**

Bankacılık sektöründe, finans kurumları çeşitli teknolojiler aracılığıyla elde ettikleri verileri büyük veri teknolojilerini; sosyal medya üzerinden büyük veri kullanımı (bankanın müşterileri olmayan kişilere uygun ürünlerin sunulması gibi), çağrı merkezi görüşme analizi ile müşteri memnuniyeti ve dolandırıcılık tespiti (hileli aktivitelerin normal aktivitelerden ayrılması gibi) gibi alanlarda kullanarak rakiplerine göre daha fazla avantajlar elde edebilmektedirler (Doğan 2014).

### **2.3.4.4. Büyük Veri ve Mobil Sektör**

Mobil alanda yapılan telefon görüşmeleri ve mesajlaşmaların yoğunluğuna bağlı olarak veri analizlerinin yapılmasıyla birlikte kaliteli hizmet standartlarının oluşturulması gibi çalışmalar mobil alanda gerçekleştirilen uygulamalardır (Doğan 2014).

### **2.3.4.5. Büyük Veri ve Trafik Yönetimi**

Trafik yoğunluğu ve akıcılık durumlarına bakılarak veri analizleri sonucu trafik ışık planlamasının yapılması, şehir planlanması ve toplu ulaşım düzenlenmesi gibi düzenlemeler trafik yönetimi alanında büyük veri örnekleridir (Doğan 2014).

### **2.3.4.6. Büyük Veri ve Perakende Sektörü**

Büyük veri analizi yapılarak ürün satış ve pazarlama stratejilerinin oluşturulması sağlanabilmektedir. Daha açık bir örnekle, analiz ile birlikte alışveriş karakteri analizi çıkarılarak kişiye indirimli ürünler sunulması ve satışların bu doğrultuda yapılması sektörde yapılan çalışmalar arasındadır (Doğan 2014).

## **2.4. Bulut Bilişim**

### **2.4.1. Bulut Bilişim Tanımı**

Bulut bilişimin genel kabul görmüş bir tanımı olmamakla birlikte en çok atıfta bulunan tanımlamalardan birisi olan Ulusal Standartlar ve Teknoloji Enstitüsü'ne (NIST) aittir.

En çok atıfta bulunan tanımlardan birisi olan Ulusal Standartlar ve Teknoloji Enstitüsü'ne (NIST) göre: “*Bulut bilişim, en az yönetim hizmeti veya servis sağlayıcı*

*müdahalesi ile hızla alınabilen ve verilebilen esnek yapıdaki ayarlanabilir bilişim kaynaklarının (ağ hizmeti, sunucu hizmeti, depolama hizmeti, uygulamalar ve diğer hizmetler gibi) paylaşıldığı havuza, istendiğinde ve uygun bir şekilde ağ erişimi sağlayan bir modeldir” (Kavzoğlu, Şahin 2012).*

#### **2.4.2. Bulut Bilişim Hizmet Modelleri**

Bulut bilişim hizmet modelleri üç gruba ayrılmaktadır. Bu modeller ayrı ayrı hizmet sunarken ikisi veya üçü bir araya gelerek de bir hizmet yapısı oluşturmaktadır (Yıldız 2010).

##### **2.4.2.1. Yazılım Hizmetleri (Software as a Services (SaaS))**

Kullanıcıların, sağlayıcının bulut altyapısında çalışan uygulamalarının kullanıldığı hizmettir. Uygulamalara çeşitli kullanıcı cihazlarından internet platformları aracılığıyla erişim sağlanabilir. Yazılım hizmetlerinde kullanıcılar; ağ, sunucular, işletim sistemleri ve depolama gibi temel bulut alt yapısını yönetme veya kontrol etme yeteneğine sahip değildirler (Mell, Grance 2011). Bu platformda sunulan hizmetlerden bazıları; Google ve Microsoft firmalarının posta ve online belge paylaşma düzenleme hizmetleridir (Öz 2010: 67).

##### **2.4.2.2. Platform Hizmetleri (Platform as a Service (PaaS))**

Servis sağlayıcısı tarafından desteklenen programlama dilleri ve araçları ile kullanıcıların geliştirdiği uygulamaları bulut alt yapısında kullanıma izin veren hizmettir. Platform hizmetlerinde kullanıcılar; ağ, sunucular, işletim sistemleri ve depolama gibi temel bulut alt yapısını yönetememekte veya kontrol edememektedirler. Bu platformda kullanıcılar kendi uygulamaları üzerinde kontrol yeteneğine sahiptirler (Wyld, 2009). Windows Azure, Google Apps ve Amazon S3 gibi platformlar sunulan platform hizmetlerine örnek olarak verilebilir (Öz 2010: 67).

##### **2.4.2.3. Altyapı Hizmetleri (Infrastructure as a Service (IaaS))**

Kullanıcıların işletim sistemlerini ve uygulamalarını içerebilen ve bu altyapılar üzerinde veri işleme, depolama, ağ kaynağı gibi temel bilgi işlem kaynaklarını kullanıma sunan hizmet modelidir. Alt yapı hizmetlerinde kullanıcı bulut altyapısını yönetemez veya kontrol edemez ancak işletim sistemleri üzerinde depolama, konuşlandırılmış

uygulamalar ve güvenlik duvarı gibi ağ bileşenleri üzerinde kontrol yetkisine sahiptir (Wyld, 2009). Bu hizmetin en önemli örneklerinden birisi Amazon firmasının EC2 (Elastic Compute Cloud) hizmetidir (Armutlu, Akçay 2013:24).

### **2.4.3. Bulut Bilişim Kullanım Biçimleri**

Kullanım biçimine göre bulut bilişim dört gruba ayrılmaktadır. Bunlar; genel bulut, özel bulut, topluluk bulutu ve hibrit buluttur.

#### **2.4.3.1. Genel Bulut**

Bulut altyapısını genel kullanıma sunulan kullanım biçimidir. Genellikle bir işletme, akademik oluşumlar, devlet kuruluşu veya bu tür kombinasyonlar tarafından kullanılmaktadır. Güvenlik konusunda hassas kontrollerden yoksundur (Mell, Grance 2011).

#### **2.4.3.2. Özel Bulut**

Özel bulutta, bulut bilişim hizmetleri yalnızca bir kuruluşun kullanımına sunulmaktadır. Kuruluş veya harici sağlayıcılar tarafından oluşturulabilmekte veya yönetilebilmektedir. Performans ve güvenlik açısından üst düzeyde kontrol hizmeti sunulabilmektedir. (Zhang vd. 2010: 10).

#### **2.4.3.3. Topluluk Bulutu**

Topluluk bulutu, ortak çıkarları olan organizasyonlar tarafından kullanılmaktadır. Birden fazla firmaya sahip kuruluşlar için tercih edilmektedir. (Henkoğlu, Külcü 2013: 65). Örneğin, bir bankanın bilişim servisi yararlanılan hizmeti, kendi kuruluşunun merkez ve şubeleri için sağlaması topluluk bulutuna örnek olarak verilebilir. (Öz 2010: 68).

#### **2.4.3.4. Hibrit (Karma) Bulut**

Hibrit bulut, genel ve özel bulut kullanım biçiminin bir birleşimi olarak hizmet sunmaktadır. Hizmet altyapısının bir kısmı genel bulutlarda bir kısmı da özel bulutlarda çalışabilmektedir (Zhang vd. 2010: 10). Örneğin, Adalet Bakanlığı, kendi özel bilgilerini özel bulutta, UYAP ile ilgili bilgilerini ise genel bulutta tutmakta ve herkes bundan yararlanabilmektedir (Öz 2010: 68).

#### **2.4.4. Bulut Bilişimin Sağlamış Olduğu Faydalar ve Avantajlar**

Bulut bilişimin sağladığı çeşitli faydalar ve avantajlar bulunmaktadır. Bu avantaj ve faydalar (Öz 2010: 68-70):

- Kurumların BT yatırımlarından kaynaklanan hazırlık, bakım ve süreçleri gibi yönlerden maliyet tasarrufu sağlanması,
- İş durumuna (büyüme ve azalma gibi) göre değişiklik gösteren yapıların kurumların esnekliğini sağlayacak şekilde adapte olabilmesi,
- Zamandan ve mekândan bağımsız olmak üzere erişim ve kullanım kolaylığı sağlaması,
- Bilgi işlem kapasitesine yönelik meydana gelen değişimlere maliyet etkin bir şekilde adapte olabilmesi,
- Bulut sistemi yüksek koruma ve güvenlik protokolleri uyguladığından donanımsal ve yazılımsal güvenlik sağlamakta ve yedekleme sistemi sayesinde veriler kolayca tekrar elde edilebilmektedir.

#### **2.4.5. Bulut Bilişimin Riskleri ve Dezavantajları**

Bulut bilişim çeşitli nedenlerden dolayı riskleri ve dezavantajları bulunmaktadır. Bu riskler ve dezavantajlardan bir kısmı şöyledir (Öz 2010: 71-73):

- Bulut bilişimin güvenlik alanında avantaj sağlamanın yanı sıra riskleri de vardır. Kullanıcı ve firmaların verilerini internet erişimi üzerinden sağladığı için bulut içerisindeki bilgisayarlar, bilişim saldırganları tarafından cazip hale gelmektedir.
- Kullanılan internet bağlantısının indirme ve yükleme hızlarından dolayı büyük verilerin indirme hızında performans açısından dezavantajlı konuma gelebilmektedir.
- Kurumun hizmet aldığı firmalara olan bağımlılığın artmasından doğan dezavantajlar mevcuttur.
- Hizmeti sunan sağlayıcı ve kullanıcı arasında olan sözleşmenin bitmesi ve verilerin korunmasından doğan dezavantajlar oluşabilmektedir.
- Sunulan depolama hizmetinin sağlayıcı tarafından diğer ülkelerde olması halinde veri güvenliği ve gizliliğinin farklılaşmasından doğan yasal zorunlulukların sıkıntıları vardır.

#### **2.4.6. Bulut Bilişim ve Sanallaştırma Teknolojisi**

Sanallaştırma teknolojisi bulut bilişim uygulama modelleri arasında bulunmaktadır. Ayrıca bulut bilişimin alt yapısını oluşturan büyük ve önemli gelişmelerden birisidir.

Bu teknoloji ile birlikte az sayıda fiziksel bilgisayar üzerinde çok sayıda işlemler için çok sayıda sanal bilgisayarlar oluşturulmakta ve mevcut donanım kapasitesi daha verimli halde kullanılmaktadır. Çok sayıda farklı işletim sistemleri ve farklı donanımlar ile çalışma prensibine sahip olan sunucular, ağlar ve ERP, CRM gibi kurumsal çözümler için kullanımda bulunan iş yazılımları sanallaştırma teknolojisi sayesinde bir fiziksel sunucu üzerinden birçok sanal sunucu ile çalışma kolaylığına erişilebilmektedir. Ayrıca bu sistemlerin geliştirilmesi, güncellenmesi ve yedeklenmesi gibi çeşitli bakım ve yönetim işlemleri BT departmanı tarafından kolaylıkla yapılabilmektedir (Seyrek 2011). Sanallaştırma teknolojisi bu haliyle bulut bilişim açısından hayati bir öneme sahiptir.

#### **2.5. Yatay ve Dikey Entegrasyon**

Firmalar her süreçte varlıklarını korumak, riskleri azaltmak, büyüme hızını yükseltmek ve piyasa değerlerini maksimize etmek isterler. Bu amaçları gerçekleştirmek isteyen firmalar, birleşmeye giderek temelde ikiye ayrılan yatay ve dikey entegrasyon kavramını ortaya çıkarmaktadırlar (Bayrak 2018: 47).

İşletme içi fonksiyon ve kaynaklar ile ortaya çıkan kavram dikey entegrasyonu ifade ederken işletme dışı paydaşlar ile uyumlu hala gelmesini sağlamasıyla birlikte ortaya çıkan kavram ise yatay entegrasyon kavramını ortaya çıkartmaktadır (Tekin, Karakuş 2018).

##### **2.5.1. Yatay Entegrasyon**

Yatay entegrasyon, aynı tür müşterilere sahip olan birden fazla şirketin iş birliği yapmalarına olanak sağlayan bir kavramdır. Yatay entegrasyon tedarikçilerden müşterilere kadar olan süreçte yani tüm tedarik zincirinde iş birliği yapma imkânı sunmaktadır. Yatay entegrasyonda tedarik zincirinin dijitalleşmesi ve birbirine bağlanması ile birlikte ilgili teknolojileri içeren cihazlar ile takip ve izleme gerçekleştirilmekte, üreticiden tüketiciye kadar olan süreçte her aşamayı içerir şekilde sürecin planlanmasını mümkün kılmaktadır (Cebeci vd. 2018). Bu sayede yatay



entegrasyon, ham madde tedarikinden tasarıma, üretime, pazarlamaya, sevkiyata kadar her noktayı kapsamakta, bütünleşik ve uçtan-uca sistemler kurmaktadır (Soylu 2018: 48).

Yatay entegrasyon, işletmeler arasında kaynak ve gerçek zamanlı bilgi alışverişi ile iş birliğinden oluşmaktadır. Yatay entegrasyon ile iş birliği içerisinde yer alan organizasyonlar, kendi aralarındaki işbirlikçi ağ kaynaklarını birleştirir, riskleri böler ve piyasadaki değişikliklere hızlı bir şekilde adapte olarak yeni fırsatlar yakalarlar (Dalenogare vd. 2018).



Şekil 3. Yatay Entegrasyon Örneği

**Kaynak:** [http://www.akillifabrika.org/Endustri\\_4.0\\_ve\\_Sistem\\_Entegrasyonlari,cnt-6](http://www.akillifabrika.org/Endustri_4.0_ve_Sistem_Entegrasyonlari,cnt-6), erişim tarihi 9 Kasım 2019

Endüstriyel üretim yapan bir işletmenin ihtiyaç duyduğu hammadde, yarı mamul ve üretimde kullanılmak üzere çeşitli üretim malzemelerini işletmenin iş birliği içinde bulunduğu tedarikçilerinin sistemindeki stok ve üretim durumlarını kontrol ederek doğru zamanda tedarik edilmesi adına siparişlerini doğrudan tedarikçisinin sisteminde yapılabilmesi yatay entegrasyona örnektir (Smartpln 2019).

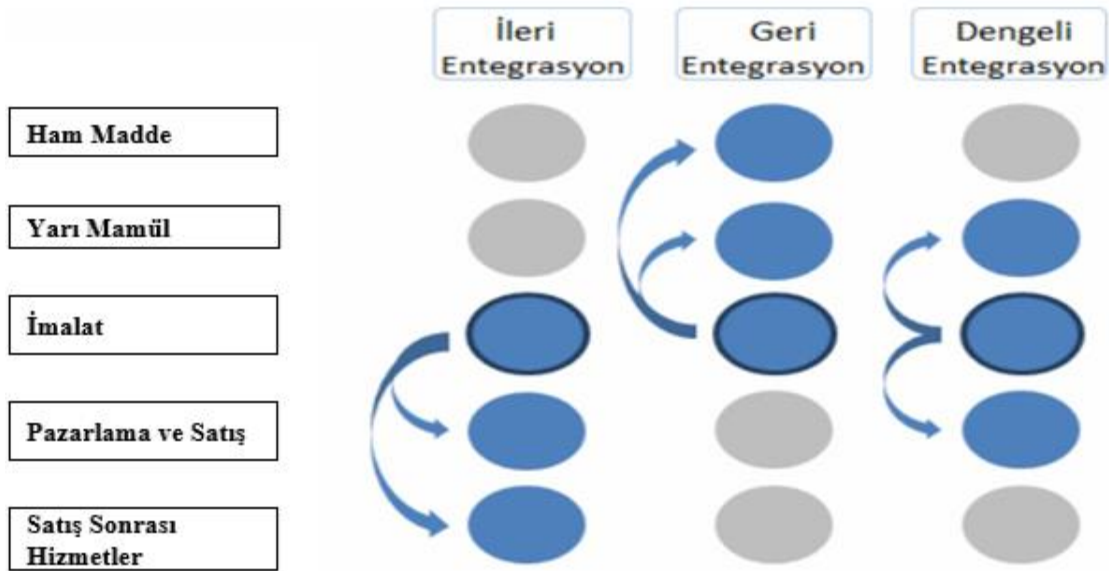
### 2.5.2. Dikey Entegrasyon

Dikey entegrasyon, bir fabrikada var olan tüm fonksiyonların birbiri ile olan bağlantısı, iş birliği olarak ifade edilmektedir. Bu entegrasyonda planlama ve geliştirme fonksiyonları ve üretim fonksiyonu ile entegre haldedir (Banger 2017: 48).

Dikey entegrasyonda tüm veriler ilgili veri toplama araçları ve prosedürleri ile gerçek zamanlı olarak elde edilmekte, artırılmış gerçeklik teknolojisiyle birlikte

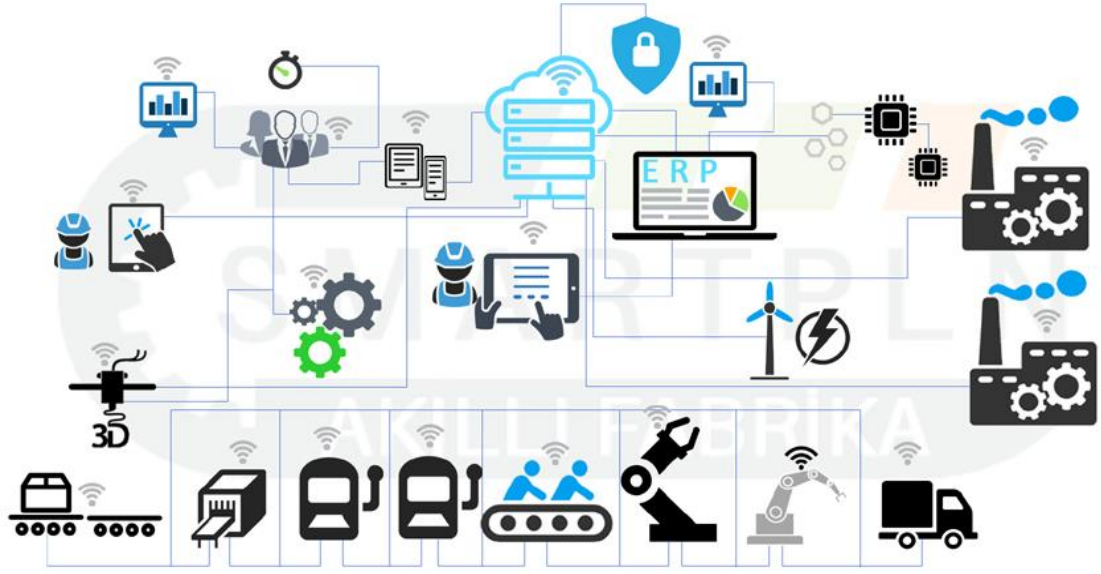
desteklenmekte ve entegre ağda optimize edilmektedir. Bu sayede tedarikçilerden müşterilere kadar değer zincirindeki tüm birimlerin entegrasyonu mümkün olmaktadır (Songur vd. 2018). Örneğin üretim alanındaki sensörler, aktüatörler, vanalar, motorlar, kumanda panelleri, üretim yönetimi sistemleri, kurumsal kaynak planlama yazılımları, iş zekâsı uygulamaları gibi teknoloji ve altyapıların entegrasyonu bu kapsamda yer almaktadır (Siemens 2019).

Dikey entegrasyonun üç çeşidi bulunmaktadır. Bunlar ileri, geri ve dengeli entegrasyon olarak karşımıza çıkmaktadır. İleri entegrasyonda şirketler satış sonrası servisleri ve pazarlama hizmetlerini kendileri yapmakta iken, geri entegrasyonda şirketler hammadde ve yarı mamulleri kendileri üretmektedir. Dengeli entegrasyonda ise üretimde kullanılan yarı mamulleri kendileri üretmekte ve ürettikleri ürünün satışını ve pazarlama hizmetlerini kendileri yaparak dengeli entegrasyon genişlemesi gösterebilmektedirler.



Şekil 4. İleri, Geri ve Dengeli Yatay Entegrasyon

**Kaynak:** Banger G. (2017). Endüstri 4.0 Ekstra. Ankara: Dorlion Yayınları, S:63



Şekil 5. Dikey Entegrasyon Örneği

**Kaynak:** [http://www.akillifabrika.org/Endustri\\_4.0\\_ve\\_Sistem\\_Entegrasyonlari,cnt-6](http://www.akillifabrika.org/Endustri_4.0_ve_Sistem_Entegrasyonlari,cnt-6), erişim tarihi 9 Kasım 2019

Üretim yapan bir işletmede esnek ve yapılandırılabilir bir üretim sistemi kurmak için bu nesnelerin dikey entegrasyonu kaçınılmazdır. Örneğin değer zincirinin değişik kademelerinden çeşitli sensor ve prosedürlerle toplanan bilginin Kurumsal Kaynak Planlaması'na (ERP) akarak bu üretim sisteminin oluşumuna katkı sağlamaktadır. Dikey entegrasyon sayesinde akıllı teknolojiler aracılığıyla kendi kendini düzenleyen bir sistem oluşmakta ve bu sayede farklı ürün çeşitleri üretilmek üzere yeniden düzenlenmesine imkân sağlayacak hale gelebilmektedir (Smartpln 2019).

Dikey ve yatay entegresyon kavramlarının gerçekleştirildiği Endüstri 4.0 sayesinde üretim süreçlerindeki değişikliklere ve sorunlara hızla karşılık verilebilmekte, müşteriye özel ve kişiselleştirilmiş üretim kolaylaşmakta, kaynak verimliliği artırılmakta ve küresel tedarik zincirinde optimizasyon elde edilmektedir. Ayrıca işletmeler daha esnek bir yapıya sahip olmaktadır. İhtiyat duyulan değişiklikler basit müdahalelerle bile giderilebilmektedir (Eldem 2017: 15).

## 2.6. Otonom Robotlar

Birçok sektörde imalat yapan işletmeler, karmaşık görevlerin üstesinden gelmek için robotları kullanmaktadırlar. Karmaşık görevlerin üstesinden gelme amacı

doğrultusunda robotlardan daha fazla yararlanmak için yeni nesil robotlar geliştirilmekte ve daha esnek, işbirlikçi ve özerk hale gelmektedirler (Rüßmann vd. 2015).

İlerleyen süreçlerde gelişimini sürdürmekte olan robotlar birbirleriyle etkileşime girecek, insanlarla birlikte güvenle çalışıp ve insanlardan öğrenebileceklerdir. Bu özellikte olan robotlar, bugünkü üretimde kullanılanlardan daha az maliyetli ve daha yüksek kapasiteye sahip olacaklardır (Rüßmann vd. 2015).

### **2.6.1. Otonom Robot Nedir?**

Otonom robot, yaptığı iş, işlem, ürün ve çevresi hakkında veri toplayan ve kendi kendine karar verebilen robottur.

Otonom robotlar barındırdıkları gömülü sistem teknolojisiyle yapay zekâ uygulamaları sergileyebilmekte ve dış dünya ile ilişki kurabilmektedirler. Herhangi bir operatör veya dışarıdan bir müdahale olmaksızın kendi kendine karar verebilmekte ve eylemde bulunabilmektedirler (Banger 2017: 71).

### **2.6.2. Otonom Robotların Özellikleri**

Otonom robotların özelliklerini şu şekilde sıralanabilir (Banger 2017: 74);

- Kendisi ve çevresi hakkında veri toplamak, işlemek, karar vermek ve eyleme dönüştürebilmek,
- Diğer makinelerle ve insanlarla internet üzerinden iletişimde bulunabilmek,
- İnsan müdahalesi olmaksızın uzun süre kendi kontrolünde çalışabilmek,
- Operatör yardımı olmadan çalışma alanı içinde hareket edebilmek,
- Güvenilir olmak; çevresine ve insanlara zararlı durumlarda bulunmamak,

Bunlara ilaveten ileri düzeyde olan otonom robotlar işe uygun olarak kendi kendine konfigürasyonlarını ve parçalarını dışardan destek olmadan ayarlayabilir olma özelliğine sahiptirler.

### **2.6.3. Endüstri 4.0 ve Otonom Robotlar**

Robotlar, modern imalat endüstrisinde önemli rol oynamaktadır. Avrupa'da Endüstri 4.0 aktörleri tarafından çok amaçlı endüstriyel robotların sayısı bir hayli artmış durumdadır (Bahrin vd. 2016).

Endüstri 4.0'ın önemli bir yüzü, görevleri akıllıca tamamlayabilen güvenli, esnek, çok yönlü ve işbirlikçi robotlar tarafından desteklenen otonom üretim yöntemidir. Çalışma alanını izole etme zorunluluğu olmadan, insanların çalışma alanlarına olan entegrasyonu ile endüstride birçok uygulamanın önünü açarak üretim daha ekonomik ve verimli hale gelmektedir. Robotların kullanımı Endüstri 4.0'ı kolaylaştırmak için genişlemektedir. Örneğin ilerleyen zamanlarda Endüstri 4.0'da robotlar ve insanlar iş birliği içinde çalışacak, böylece birbirine bağlı görevler üzerinde akıllı sensor insan-makine arayüzleri kullanarak konuşacaklar.

Robotların kullanımı çeşitli işlevleri (üretim, lojistik ve ofis yönetimi gibi) içerecek şekilde genişlemekte ve kontrol edilebilir hale gelmektedir. İşlevlerde ortaya çıkabilecek bir sorun halinde ise sorumlu kişi cep telefonuna bir web kamerasına bağlı bir mesaj alabilir, böylece sorunları görebilir ve bir sonraki güne gelene kadar üretimin devam etmesini sağlayacak talimatları verebilir. Bu sayede tesis 24 saat boyunca işlevini devam ettirebilmektedir (Bahrin vd. 2016).

#### **2.6.4. Endüstri 4.0'a Yönelik Yeni Bir Robot: Kobotlar**

Kobotlar, "iş birliği" anlamına gelen İngilizcede "colloborative" kelimesinden türetilmiş dilimize Kollobratif Robotlar (Collaborative Robots) olarak geçmiş olan bir robot türüdür (Fırat, Fırat 2017: 222).

Kobotlar birtakım özellikleriyle diğer endüstriyel özerk robotlardan ayrılmaktadır. En belirgin özelliği çalışılan endüstriyel ortamlarda insanlarla etkileşime girerek bir arada iş birliği içinde çalışabilme yeteneğine sahip olmasıdır. Ayrıca güvenlik nedeniyle diğer özerk endüstriyel robotlar gibi izole ortamda çalışma zorunluluğunun olmamasından dolayı kullanışlı yapısı ile dikkat çekmektedir. Kobotların diğer dikkat çeken özellikleri ise daha hafif, esnek, yeni görevleri çözmek için kolayca taşınabilir ve yeniden programlanabilir nitelikte olmalarıdır. (Peshkin, Colgate 1999: 335).

Ekonomik anlamda da kullanıcı dostu olan Kobotlar, otomasyon yönünden daha önce çok karmaşık ve pahalı olan alanlarda bile otomasyonu mümkün kılmaktadır. Böylece Kobotların birçok alanda kullanım kolaylığı sağlamasıyla KOBİ'lerin üretim zorluğunu giderebilecek ve uluslararası arenada rekabet etme fırsatı oluşturabilecektir (Fırat, Fırat 2017: 222).



**Şekil 6.** Kobot Örneği

**Kaynak:** <https://www.therobotreport.com/lbr-iisy-easy-co-robot-and-mechatronics-kuka-at-hannover-messe2018/>, erişim tarihi 9 Kasım 2019

### **2.6.5. Endüstri 4.0 Robotik Etkileri**

Robotlar, Endüstri 4.0 kavramı ile birlikte üretim süreçlerinde, üründe ve iş modellerinde büyük bir etkiye sebep olmaktadır. Bu robotlar müşteri tarafından istenen karmaşık taleplere ve üretim hammaddelerine adapte olarak hızlı şekilde yapılandırılabilmesi nedeniyle benzersiz ürünler kadar küçük parçaları da üretebilmektedirler. Üretimdeki bu esneklik yeniliği de teşvik etmektedir çünkü prototipler veya yeni ürünler, karmaşık bir şekilde yeniden üretim yapılmadan veya yeni üretim hatları kurulmadan hızlı bir şekilde üretilebilmektedir. Böylece Endüstri 4.0 teknolojilerini kullanarak daha az stok seviyesi ile çalışmak mümkün olmaktadır. Ayrıca robotlar üretimde olduğu kadar verimlilik, rekabet gücünü artırma, çeşitli alanlarda maliyet tasarrufları sağlama gibi konularda da etkilere sahiptir. Teknolojinin gelişmesi ve Endüstri 4.0'ın farkındalığının artması ile robotlar daha geniş alanlarda etki alanını genişletmeye devam edeceklerdir (Bahrin vd. 2016).

### **2.6.6. Otonom Robot Örnekleri**

Otonom robotlara çok sayıda örnek verilebilir. Bunlardan biri, birbiriyle ve insanlarla etkileşime girerek birlikte çalışabilen ve işlemlerini otomatik olarak sıradaki bitmemiş ürüne adapte olabilecek şekilde tasarlanan Kuka firmasının geliştirdiği Kuka endüstriyel otonom robotudur (Rüßmann vd, 2015).



**Şekil 7.** Kuka Endüstriyel Otonom Robotu

**Kaynak:** <https://www.kuka.com/tr-tr/ürünler-hizmetler/robot-sistemleri/endstriyel-robot>, erişim tarihi 9 Kasım 2019

İnsanlarla birlikte ürünleri (tüketici elektroniği gibi) monte etmek üzere ABB firması tarafından tasarlanan YuMi adlı otonom robot bir diğer örnektir (Rüßmann vd. 2015)



**Şekil 8.** YuMi endüstriyel Otonom Robotu

**Kaynak:** <https://new.abb.com/products/robotics/industrial-robots/irb-14000-yumi> erişim tarihi 9 Kasım 2019

Başka bir otonom robot örneği ise Endüstri 4.0'a yönelik Siemens ve Comau şirketinin ortak çalışması olan ve üretim süreçlerinde kullanılan endüstriyel otonom robottur.



**Şekil 9.** Siemens ve Comau İşbirliğinde Üretilen Endüstriyel Otonom Robotu

**Kaynak:** <https://www.automationinside.com/article/comau-and-siemens-revealed-their-new-robot-solution> erişim tarihi 9 Kasım 2019

Çevik ve esnek üretim konseptleri için üretim sistemlerine adapte olabilen Bosch APAS ise başarılı otonom robotlardan biri olarak gösterilmektedir (Bahrin vd. 2016)



**Şekil 10.** Bosch Endüstriyel Otonom Robotu

**Kaynak:** <https://www.bosch-apas.com/en/home/> erişim tarihi 9 Kasım 2019

## **2.7. Katmanlı Üretim (Additive Manufacturing)- 3 Boyutlu Baskı (3 Boyutlu Yazıcılar)**

Teknolojinin her geçen gün gelişmesiyle birlikte teknolojik ürünlerde daha nitelikli değişimler meydana gelmektedir. Yeni malzemeler ve uygulamaların ortaya çıkmasıyla birlikte katmanlı üretim yöntemleri de gelişmektedir. Son gelişmeler 3 boyutlu baskı cihazlarının maliyetini düşürmekte ve daha erişilebilir hale getirmektedir. Böylelikle katmanlı imalatın okullar, evler, laboratuvarlardaki uygulama alanını genişletti. İlk olarak 3 boyutlu baskı, mimarlar ve tasarımcılar tarafından estetik ve



fonksiyonel ürünler oluşturmak amacıyla kullanılmıştır. Hızlı ve uygun maliyetlerde olması ve ürün geliştirme sürecinde ortaya çıkan ek masrafları ortadan kaldırmasıyla birlikte 3 boyutlu baskı kullanışlı hale gelmiştir. Son birkaç yılda çeşitli endüstrilerde 3 boyutlu baskı tam anlamıyla kullanılmaya başlamıştır (Ngo vd. 2018).

### **2.7.1. Katmanlı Üretim Tanımı**

Katmanlı üretim veya 3 boyutlu baskı, bilgisayar destekli tasarım (CAD) tarafından oluşturulan nesnelere sanal dünyadan fiziksel dünyaya aktarabilen dijital üretim şeklidir (Shafrenok vd. 2019).

### **2.7.2. Katmanlı Üretim Yöntemlerinin Geleneksel Yöntemlere Göre Farkı**

Pek çok geleneksel üretim yöntemi parçaların üretimi veya talaşlı imalat olarak (frezeleme, tornalama, testere ile kesme, matkapla delme vb.) ana kütleden çıkarılarak veya kalıbın şeklini almasıyla oluşurken, katmanlı üretim yönteminde kesme, bükme, presleme gibi yöntemler yer almamakta bunun yerine dijital tasarım yöntemleriyle (CAD tasarımı gibi) tasarlanan ürünün baskı makineleri ile polimerleri, metalleri, sıvı ve diğer toz malzemelerde kullanarak yapılan üretim yöntemidir. Geleneksel teknikler kullanarak prototip üretmek ve test etmek, genellikle pahalı ve zaman alıcıdır. Fakat eklemeli üretim yöntemlerinde dijital ortamların avantajı kullanılarak ince ayrıntıda şekil verme ve düzenlemeler yapılarak prototipin seri üretime daha yakın olması sağlanmaktadır. Prototip üretimlerde çeşitli hatalar çıkmasına ve firmaların ciddi kayıplara uğramasına karşın katmanlı üretimlerde bu sorunlar en aza indirgenmeye çalışılmaktadır (Yılmaz vd. 2013).

### **2.7.3. Katmanlı Üretim Süreci**

Katmanlı üretim süreçleri genel itibariye aşağıdaki adımlardan oluşmaktadır (Ali vd. 2019; Prakash 2018):

1. 3 Boyutlu bilgisayar destekli tasarım (CAD) modelinin geliştirilmesi,
2. Tasarım modelinin katmanlı üretim makinesinin kabul edilebilir formatına (STL) dönüştürülmesi,
3. Proses parametrelerinin ayarlanması (parçanın ölçeklendirilmesi, konumunun ve yönünün değiştirilmesi gibi),

4. Baskı işleminin gerçekleşmesi,
5. Modelin temizlenmesi vb. işlemlerin yapılması,
6. Rötüş (son duruma göre bazı biten baskılarda istenmeyen durumlara karşın düzeltme).

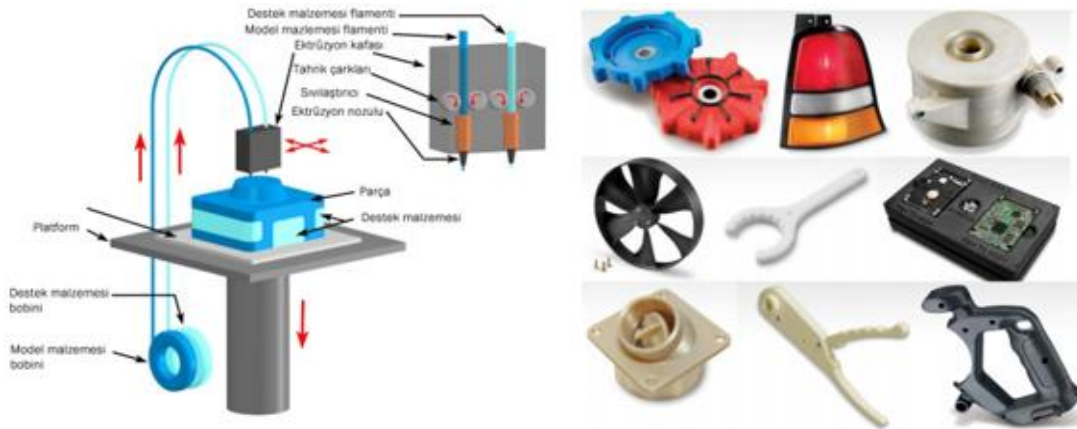
#### 2.7.4. Katmanlı Üretim Teknikleri

Katmanlı üretim teknikleri üzerine henüz belirlenmiş bir kriter bulunmamaktadır. Bu sebepten dolayı katmanlı üretim teknolojileri için araştırmacılar tarafından çeşitli sınıflandırmalar bulunmaktadır.

Üretim tekniklerini genel kullanım alanı olan imalat alanında genel bakış açısıyla inceleyecek olursak (Prakash 2018):

##### 2.7.4.1. Ergiyik Biriktirme Modelleme Tekniği (FDM, Fused Deposition Modeling)

Bu teknik bilgisayar aracılığıyla kontrol edilen bir cihaz tarafından ısıtılarak ve yönlendirilerek ince yapı malzemeleri eritilir. Eritilen sıvı platformun veya önceden basılmış katmanların üstüne püskürtülür. Püskürtülen madde kısa zamanda sertleşir. Sertleşen malzeme üzerine katman halinde baskı yapılarak üretimin tamamlanması sağlanır (Melchels vd. 2012).

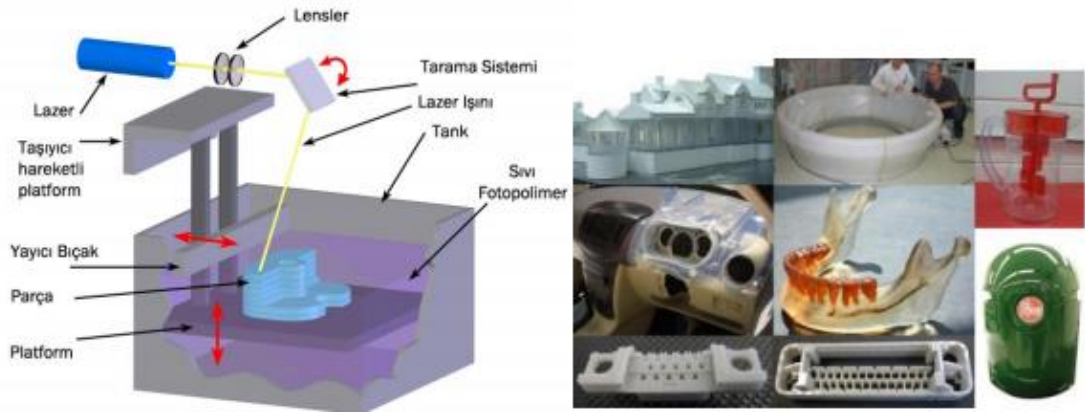


**Şekil 11.** FDM Tekniği Çalışma Prensibi ve Bu Yöntemle Üretilmiş Parçalar

**Kaynak:**İ., Karakoç, F., Çakır, M. C., & Duysak, A. (2013), Hızlı Prototipleme Teknolojileri ve Uygulama Alanları. Dumlupınar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, (031), S:59

### 2.7.4.2. Stereolitografi- Tarayarak Işıklı Kürleme Tekniği (SLA, Stereo Lithography Apparatus)

Stereolitografi tekniği, oda sıcaklığına sıvı halde bulunan fotopolimer reçine tabakasının noktasal ultraviyole ışını vasıtasıyla belirli bölgelerinin kürleştirilmesi (katılaştırılması) prensibine dayanmaktadır. Bilgisayar kontrolü ile hareket eden tarama sistemi, lazer ışınına reçine tabakası üzerinde parça geometrisine göre gezdirilerek (tarayarak) ilk katmanı oluşturur. Bir katman bittikten sonra parçanın bulunduğu platform (elevator) katman kalınlığı kadar aşağı indirilir ve bir kanat yardımıyla yeni bir kat sıvı fotopolimer, ilkinin üzerine sıvanır ve kürleştirme işlemi sırasıyla devam ederek parçanın üretilmesi sağlanır. Katmanlar tamamlandıktan sonra parça reçine havuzundan çıkarılır. Parça oluşurken destek görevi gören yapı parçadan mekanik olarak ayrıştırılarak üretim tamamlanır (Özsoy, Duman 2017: 39)

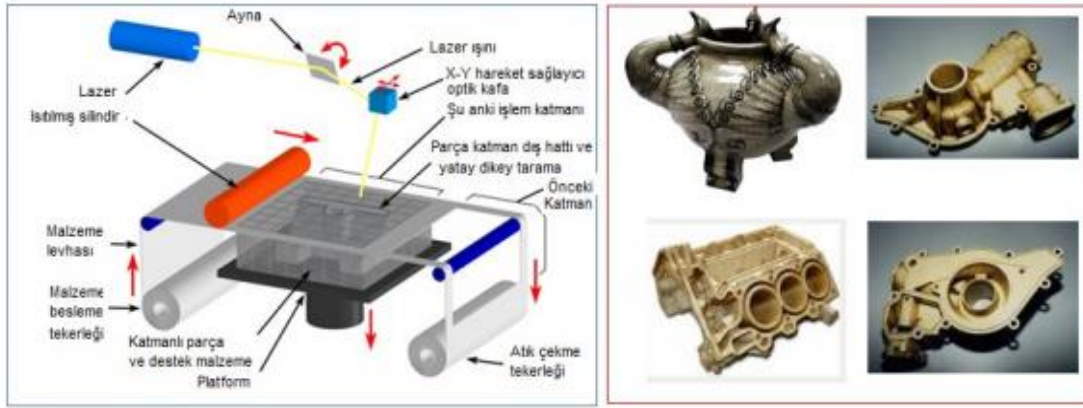


Şekil 12. SLA Tekniği Çalışma Prensibi ve Bu Yöntemle Üretilmiş Parçalar

**Kaynak:** Çelik, İ., Karakoç, F., Çakır, M. C., & Duysak, A. (2013). Hızlı Prototipleme Teknolojileri ve Uygulama Alanları. Dumlupınar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, (031), S:57

### 2.7.4.3. Tabakalı Yapıştırırmalı Parça İmalatı (LOM, Laminated Object Manufacturing)

Bu imalat tekniği; bir katmandan başka bir katman oluşturmak için katkı ve çıkarma işlemlerini birleştiren bir tekniktir. Bir lazer materyali her katmanı uygun şekilde keser. Katmanlar, basınç ve ısı uygulamasıyla ve bir termal yapışkan kaplama kullanılarak birbirine yapışır. Bu süreç istenilen ürün ortaya çıkıncaya kadar devam etmekte ve son yapıştırma ile üretim tamamlanır (Prakash vd. 2018).

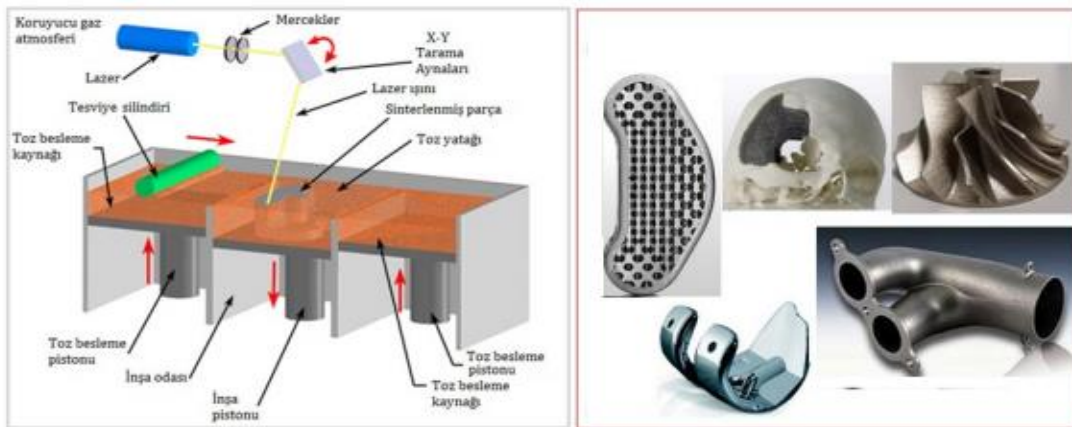


**Şekil 13.** LOM Tekniği Çalışma Prensibi ve Bu Yöntemle Üretilmiş Parçalar

**Kaynak:** Çelik, İ., Karakoç, F., Çakır, M. C., & Duysak, A. (2013). Hızlı Prototipleme Teknolojileri ve Uygulama Alanları. Dumlupınar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, (031), S:60

#### 2.7.4.4. Seçmeli Lazer Sinterleme (SLS, Selective Laser Sintering)

Bu teknik 3 boyutlu parçaları oluşturmak amacıyla toz halindeki malzemenin kızıl ötesi radyasyon yayan bir lazer ile eritilmesi sürecinden oluşmaktadır. Toz halindeki malzeme, tasarım tarafından belirlenmiş alana yayılır. Malzeme CO<sub>2</sub> lazer yardımıyla ısınarak birleşir. Her katman ısındıktan sonra platform bir katman kalınlığı kadar aşağıya çekilir. Sonrasında bir piston aracılığıyla malzeme tekrar püskürtülür. Her katmanda aynı derece malzeme püskürtülmesini sağlayan piston bulunmaktadır. Bu süreç üretim bitinceye kadar tekrar eder ve son aşamada üretim tamamlanır (Prakash vd. 2018; Melchels vd. 2012).

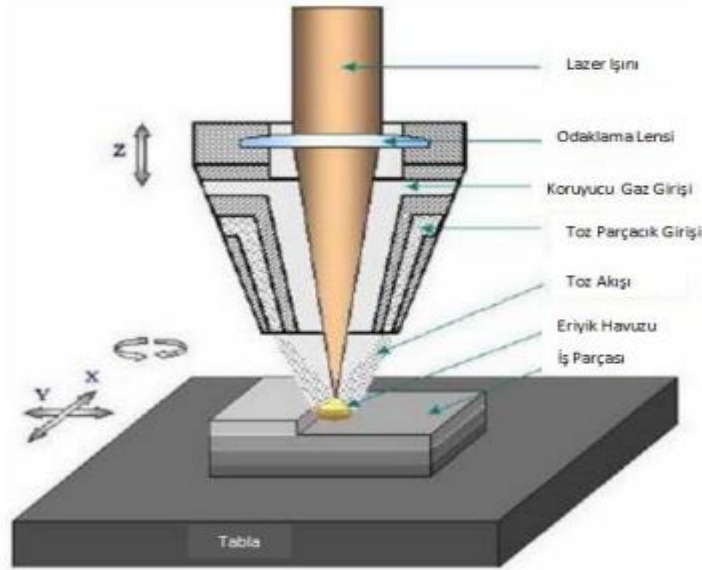


**Şekil 14.** SLS Tekniği Çalışma Prensibi ve Bu Yöntemle Üretilmiş Parçalar

**Kaynak:** Çelik, İ., Karakoç, F., Çakır, M. C., & Duysak, A. (2013). Hızlı Prototipleme Teknolojileri ve Uygulama Alanları. Dumlupınar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, (031), S:63

#### 2.7.4.5. Lazerli Toz Püskürtme (LENS, Laser Engineered Net Shaping)

3 Boyutlu işlevsel parçalar oluşturmak için metal veya seramik tozları kullanan yazıcı tekniğidir. Toz formundaki malzeme belirlenmiş tasarım yolu üzerinde bir katman oluşturuncaya kadar püskürtülür. Eş zamanlı olarak odaklanmış bir lazer kullanılarak parçanın üzerinde bir eriyik havuzu oluşturulur tozlar bu havuzu eriyik halde doldurur. Bu şekilde yüzeyde bir katman elde edilmiş olur. Daha sonra bir sonraki katmana geçilir ve aynı işlem üretim bitinceye kadar tekrarlanır. Bu işlem esnasında eriyik havuzunu korumak amacıyla yanmaya veya ısınmaya karşı önleyici yeterli miktarda oksijen içeren bir soy gaz beslemesi yapılır. Böylece eriyik kitle, yüksek sıcaklık oluşumu esnasında atmosfer şartlarına karşı korunaklı hale gelmiş olmaktadır (Çelik, Özkan 2017: 110).



Şekil 15. LENS Tekniği Çalışma Prensibi

**Kaynak:** Çelik, K., & Özkan, A. (2017). Eklemeli imalat yöntemleri ile üretim ve onarım uygulamaları. Düzce Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi, 5(1)

#### 2.7.5. Katmanlı İmalatın Uygulandığı Alanlar

Katmanlı imalat yöntemlerinin tıp, uzay ve havacılık, otomotiv, askeri donanım, mimari, kişisel araç-gereç, medikal ve eğitim alanlarında üretilen parçalar ve ürünlerde kullanıldığı görülmektedir. Gün geçtikçe son derece kullanım alanı genişleyen bu teknolojinin ilerleyen süreçlerde birçok farklı sektörde kullanılabileceği tahmin edilmektedir (Özsoy, Duman 2017: 43).

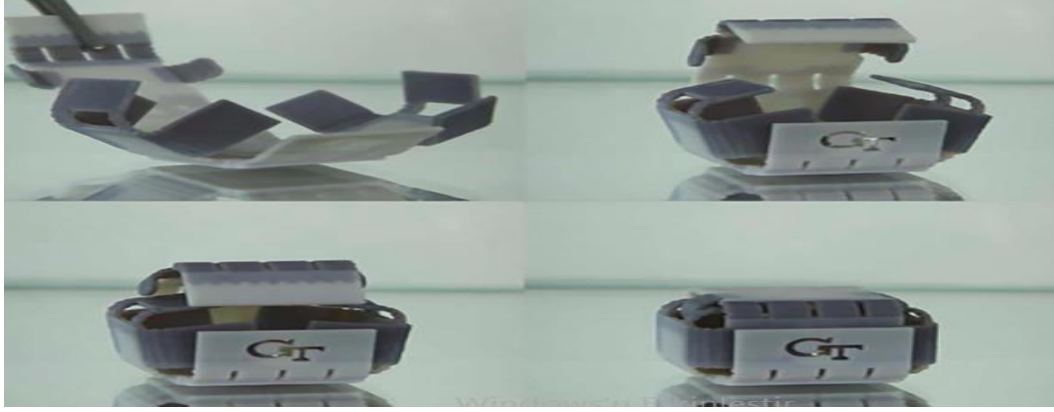
### 2.7.6. Katmanlı Üretimin Geleceği 4 Boyutlu Baskı Teknolojileri

4 Boyutlu baskı teknolojisi, ilk olarak 2013 yılında Skylar Tibbits tarafından tanıtılmış ve yoğun ilgiyle karşılanmıştır. Tibbits'in çalışmalarını MIT'de bir araştırma grubuyla devam ettirmesi üzerine 4 boyutlu baskı teknolojisi gelişme göstermeye devam etmiştir (Zhang vd. 2015).

4 Boyutlu baskıda dördüncü boyut zaman faktörüdür. 4 Boyutlu baskı başlangıçta 3 boyutlu baskı ve zaman faktörünün bir araya gelmesi olarak tanımlanmıştır. Bu ifadede 3 boyutlu yapının şekli, özelliği ve işlevselliği zaman faktörünün devreye girmesiyle değişebileceğini ifade etmektedir. Sonrasında 4 boyutlu baskı üzerine çalışmaların sayısı arttıkça daha kapsamlı bir 4 boyutlu baskı teknolojisinin tanımı daha kapsamlı olarak ortaya çıkmıştır. 4 Boyutlu baskı şekil, özellik ve işlevsellik açısından 3 boyutlu baskının evrimi olarak tanımlanmaktadır. Çok işlevli olması sebebiyle 4 boyutlu baskı ve kendi kendine montaj ve kendi kendine onarım sağlama yeteneklerine sahiptir. Bu yetenekleri zamana bağlı olarak, öngörülebilir ve bağımsız halde yapabilmektedir (Momeni vd. 2017).

4 Boyutlu baskının bahsedilen işlevselliği "akıllı malzeme" ile bilinen "şekil hafızalı" materyallerden üretilmesinden kaynaklanmaktadır (Lee vd. 2017). "Akıllı malzeme" olarak tanımlanan materyal, istenilen işleve göre uyumlu bir uyarıcıya duyarlı malzemeden oluşmakta ve uyumlu bir uyarıcıya cevap verebilme yeteneğine de sahiptir. Ayrıca bu materyaller uygun maliyetli, yenilenebilir, programlanabilir ve biyobozunur özellik göstermektedirler (Mulakkal vd. 2018).

4 Boyutlu baskınının kullanım alanları gittikçe genişlemekle birlikte enerji, mimarlık, biyomedikal, havacılık, akıllı tekstil ürünleri gibi alanlarda uygulamaları bulunmaktadır. Bu uygulamalardan birine mimari alanında yıprandığında uyarılan ve kendi kendini onaran inşaat malzemesini gösterilebilir (Momeni vd. 2017). Şekil 16'da da akıllı malzemeden oluşan ısıtıldığında katlandığını gösteren bir 4 boyutlu kutunun inşası örnek olarak verilmiştir (Pei, Loh 2018).



**Şekil 16.** 4 Boyutlu Baskı Örneği

**Kaynak:** Pei, E., & Loh, G. H. (2018). Technological considerations for 4D printing: an overview. *Progress in Additive Manufacturing*

## 2.8. Artırılmış Gerçeklik

Artırılmış gerçeklik, sanal gerçeklik teknolojisi araştırmalarında büyüyen yeni bir teknoloji alanıdır (Anand 2006). Artırılmış gerçeklik kavramı ilk olarak Azuma tarafından kullanılmıştır ve çalışma arkadaşlarıyla birlikte bu yeni teknolojinin tanımı ve teknik incelemesi yapılmıştır (Ceruti vd. 2019).

### 2.8.1. Artırılmış Gerçeklik Tanımı

Azuma'ya göre artırılmış gerçeklik, sanal gerçekliğin bir varyasyonudur. Gerçek dünyayla aynı alanda ve bir arada var gibi görünen nesnelerin gerçek dünyayı desteklediği bir sistemdir (Azuma 1997: 355).

Diğer bir tanımlamaya göre ise artırılmış gerçeklik, sanal sembollerin dış dünyanın gerçek görüntüsüne bindirildiği bir bilgisayar grafik tekniğidir (Ceruti vd. 2019).

Artırılmış gerçeklik, gerçekliğin yeniden oluşturulduğu değil var olan gerçekliğin desteklendiği sanal ortamlardır. Artırılmış gerçeklikte gerçek dünyada karşılaşılan nesneler, gerçek nesneleri daha anlamlı ve çekici hale getirecek şekilde kullanıcılara uyum içerisinde sunulmaktadır (Zhu vd. 2004).

### 2.8.2. Artırılmış Gerçeklik Sistemi

Azuma ve çalışma arkadaşlarına göre bir artırılmış gerçeklik sistemi bazı özelliklere sahiptir (Azuma vd. 2001: 34);

- Gerçek ve sanal nesnelere gerçek bir ortamda birleştirilmesi,
- Etkileşimli ve gerçek zamanlı olarak çalıştırılması,
- Gerçek ve sanal nesnelere birbiriyle uygun şekilde harmanlamaktır.

Milgram ve Kishino, artırılmış gerçeklik sistemini gerçek-sanal diyagramı üzerinde göstermişlerdir. Sanaldan gerçekliğe doğru uzanmakta olan bu süreklilik çerçevesi soldan sağa doğru ilerledikçe sanal görüntü miktarı artmaktadır ve gerçeklik olgusu azalmaktadır. Artırılmış gerçeklik teknolojisi, bu süreklilik boyunca sanal ve gerçek ortamı bütünleştirerek harmanlanmış bir ortam oluşturmayı hedeflemektedir (Taşkiran vd. 2015; Somyürek 2014: 67).



**Şekil 17.** Artırılmış Gerçeklik Gerçek-Sanal Diyagramı

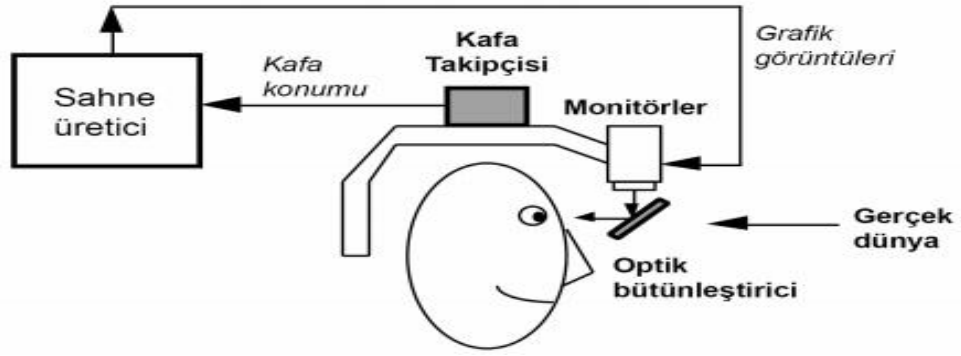
**Kaynak:** Somyürek, S. (2014). Öğretim sürecinde z kuşağının dikkatini çekme: artırılmış gerçeklik. Eğitim Teknolojisi Kuram ve Uygulama, 4(1), S:67

### 2.8.3. Artırılmış Gerçeklik Teknolojisi

#### 2.8.3.1. Optik Temelli Artırılmış Gerçeklik Teknolojisi

Optik temelli teknoloji, kullanıcının kafasına takılan ve gözlüğe benzer kullanımı ile bir cihaz aracılığıyla, kullanan kişinin gerçek ile sanal dünyayı bir arada görmesini sağlayan bir cihazdır. Şeffaf lensten oluşmakta olan gözlük bir yandan gerçek dünyayı gözlemlemeye olanak sağlarken diğer yandan bu optik lenslerin oluşturduğu yarı geçirgen görüntülerle sanal dünyadan gelen verileri kullanıcıya sunmaktadır. Bu araçlar ile tarihi bir yapıya bakan kullanıcının yapının adı, tarihi, mimari özelliği gibi bilgileri yapının üzerine bindirilen sanal dünyadan gelen nesnelere birlikte görebilmesi optik temelli teknolojiye iyi bir örnektir (Somyürek 2014: 6); Banger, 2017: 160).



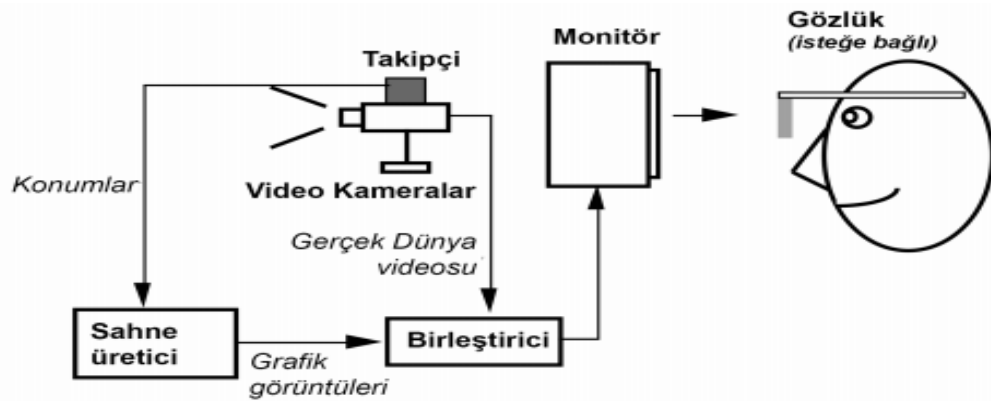


**Şekil 18.** Optik Temelli Artırılmış Gerçeklik Teknolojisi Örneği

**Kaynak:** Somyürek, S. (2014). Öğretim sürecinde z kuşağının dikkatini çekme: artırılmış gerçeklik. Eğitim Teknolojisi Kuram ve Uygulama, 4(1), S:68

### 2.8.3.2. Video Temelli Artırılmış Gerçeklik Teknolojisi

Video temelli teknolojiye, gerçek dünyanın görünümü sanal monitörlere aktarmak için video kamera kullanılmaktadır. Bu teknolojiye video, grafik veya GPS tarafından üretilen veriler, fiziksel dünya ile sanal dünyayı bir bilgisayar aracılığıyla sanal bir sahnede bütünleştirilmektedir. Örneğin artırılmış gerçeklik teknolojisi ile özel hazırlanan bir kâğıda basılan barkodlu görüntü bir tabletin kamerası ile bakıldığında o kâğıdın üzerinde var olmayan sanal nesnelere üç boyutlu olarak görüntülenebilmektedir (Somyürek 2014: 69).



**Şekil 19.** Video Temelli Artırılmış Gerçeklik Teknolojisi Örneği

**Kaynak:** Somyürek, S. (2014). Öğretim sürecinde z kuşağının dikkatini çekme: artırılmış gerçeklik. Eğitim Teknolojisi Kuram ve Uygulama, 4(1), S:69

## **2.8.4. Artırılmış Gerçeklik için Kullanılan Çevre Birimleri**

### **2.8.4.1. Donanım**

Donanım, kullanıcının teknolojiyi tam olarak kullanabilmesi ve yazılımın uygulama aşamasında verilen görevi yapabilmesi için gerekli olan çevre birimidir. Dış ortamlardan gelen veri ve görüntüleri alıp gerçek dünyayla birleştirilme işleminde bazı donanımlara ihtiyaç duyulmaktadır. Artırılmış gerçeklik teknolojisi, donanımsal anlamda bu işlemleri gerçekleştirilebilmesi için algılayıcılar, görüntüleyiciler ve hesaplama ve işlem birimi olarak üç bileşene ihtiyaç duymaktadır. Bu bileşenlere şu örnekler verilebilir (İçten, Bal 2017: 113);

**Algılayıcılar:** GPS, kamera,

**Görüntüleyiciler:** Bilgisayar, tablet veya mobil cihaz ekranı,

**Hesaplama ve İşlem Birimi:** Bilgisayar, tablet veya mobil donanımlar.

### **2.8.4.2. Yazılım**

Artırılmış gerçeklik sanal ile gerçek ortamı bir araya getirecek bir unsura ihtiyaç duymaktadır. Bu unsur yazılım firmaları tarafından geliştirilmekte ve kendi tescilledikleri uygulamalar olarak kullanıma sunulmaktadır. Bu yazılımlar, artırılmış gerçeklik uygulamalarında kolaylık sağlayan araçlarla beraber tasarlanmaktadır. Yazılımlar, genelde modelleme aracı, işaretçi üretim aracı, performans artırıcı motor aracı ve mobil uygulama aracı isimleri altında gelmektedir (Çakal, Eymirli 2012).

### **2.8.4.3. İşaretleyici (Maker)**

İşaretleyici, gerçek dünya ile sanal dünya arasındaki konumsal ilişkiyi ve etkileşimi sağlamaya yarayan çevre birimidir. Artırılmış gerçeklik teknolojisi ile gerçek dünyada var olan bina, insan yüzü, duvardaki resim gibi nesnelere işaretçi olarak kullanılmaya imkân vermektedir (İçten, Bal 2017: 113; Çakal, Eymirli 2012).



**Şekil 20.** İşaretleyici Örneği

**Kaynak:** Çakal, M. A., & Eymirli, E. B. (2012). Artırılmış Gerçeklik Teknolojisi. Kuzey Anadolu Kalkınma Ajansı, TRAI.

#### 2.8.4.4. Artırılmış Gerçeklik Gözlükleri

Artırılmış gerçeklik gözlükleri, kullanıcının gerçek ile sanal dünya arasındaki bağlantıyı daha iyi anlayabilmesi ve sanal ile gerçeği aynı anda ve eşit seviyede algılamasına imkân veren çevre birimidir. Gözlükler, bilgisayarla bağlantılı olarak çalışmaktadır. Üzerindeki kamera yardımıyla gerçek dünyayı bilgisayara gönderirken bilgisayardan gelen görüntüleri de üzerinde bulunmuş olduğu led ekran sayesinde kullanıcıya aktarır. Bu durum kullanıcıya artırılmış gerçeklik teknoloji sayesinde gerçeğe yakın bir tecrübe yaşatmaktadır. Aşağıda bu duruma örnek bir artırılmış gerçeklik gözlüğü verilmiştir (Çakal, Eymirli 2012). Artırılmış gerçeklik gözlüklerine başka bir örnek ise Google şirketinin 2012 yılında teknolojiye kazandırdığı giyilebilir teknoloji olan Google Glass'tır (Erbaş, Demirer 2014).



**Şekil 21.** Artırılmış Gerçeklik Gözlükleri

**Kaynak:** Çakal, M. A., & Eymirli, E. B. (2012). Artırılmış Gerçeklik Teknolojisi. Kuzey Anadolu Kalkınma Ajansı, TRAI.

### **2.8.5. Artırılmış Gerçeklik Uygulamaları**

Somyürek (2014: 69)'a göre artırılmış gerçekliği ilişkin bazı uygulama örnekleri şu şekildedir;

- Eğitimde fizik, kimya, biyoloji gibi alanlarda kavramların üç boyutlu gösterimi ya da deneylerin gerçekleştirilmesinde teknolojiden yararlanılması,
- Müzelerde sanat eserlerinin üzerinde uygulanmakta olan artırılmış gerçeklik teknolojisi ile ziyaretçilerin deneyimlerinin artırılması,
- Sağlık eğitiminin verilmesi için yapılan uygulamalar ve bu alanda birçok var olan diğer uygulamalar,
- Askeri alanda eğitimin desteklenmesi için geliştirilen uygulamalardır.

Albayrak ve Altıntaş (2017) ise diğer bazı uygulamaları örnek olarak vermektedir;

- Otomobillerin, uçakların vb. araçların bakım ve onarımına destek verici uygulamalar,
- Mimari alanda çizimlerin daha iyi algılanması için yapılan çalışmalarda yapılan uygulamalar,
- Evlerdeki boyanın rengini seçmek amacıyla yapılan denemeleri kolaylaştırmak için yapılan uygulamalardır.

## **2.9. Siber Güvenlik**

### **2.9.1. Siber Güvenlik Tanımı**

ITU Tanımına göre siber güvenlik Siber güvenlik, siber ortamı, siber organizasyonu ve kullanıcı varlıklarını korumak için kullanılacak araçlar, politikalar, güvenlik kavramları, güvenlik önlemleri, kılavuzlar, risk yönetimi yaklaşımları, eylemler, eğitim, en iyi uygulamalar, güvence ve teknolojilerin toplamıdır.

Siber güvenlik diğer bir deyişle saldırı hasar veya yetkisiz erişime karşı korunmak amacıyla tasarlanmış teknolojiler, süreçler, uygulamalar ve müdahale azaltma yöntemi olarak da ifade edilmektedir (Craig vd. 2014).

## 2.9.2. Siber Güvenlik Gereksinimleri

Siber güvenlik gereksinimleri, siber güvenlik önlemlerinin alınması ve güvenliğin daha sağlıklı bir şekilde sağlanması amacıyla ortaya çıkmaktadır. Bu gereksinimler genel itibarıyla şu şekilde sıralanabilmektedir;

- **Gizlilik:** Çeşitli kurum ve kaynaklarla ilgili veriler (bilgiler) önemli olduğundan, verilerin yalnızca erişim yetkisi olanların erişimine açık olması gerekmektedir (Srinivas, Kumar 2019).
- **Bütünlük:** Çeşitli kuruluşların ve kaynakların bilgileri, bir ağdaki hiçbir koşul altında yetkisiz bir kuruluş (yani bir saldırgan) tarafından değiştirilmemelidir (Srinivas, Kumar 2019).
- **Doğrulama:** Bir kullanıcının kimliğinin doğrulandığı bir mekanizmadır. Böylece yalnızca yetkili hesap sahibi başarılı bir giriş yapmaktadır (Srinivas, Kumar 2019).
- **Kullanılabilirlik:** Veriler ve sistemler işlevseldir ve bileşenler tarafından erişilebilir durumdadır. Sistem kullanılabilirliği olumlu ve olumsuz bütün durumlara karşı devam etmek zorundadır (Sani vd. 2019).
- **Yetkilendirme:** Herhangi bir olay olmadan önce yetkili bileşenlere erişim verilmektedir. İlgili Endüstri 4.0 bileşenlerine de yetki verilmesi bir siber güvenlik gereksinimidir (Sani vd. 2019).
- **Reddedilmeme:** Sistemdeki iletişimde bulunan bir tarafın bir şeyi inkar edemeyeceği güvencesini ifade eder .Bu, bileşenlerin gerçekleştirdikleri olayları reddetmemesini sağlar (Srinivas, Kumar 2019). Ayrıca, yetkili bileşenlerden gelen tüm olayların ve yetkisiz bileşenlerin veya rakiplerin başarısız teşebbüslerinin yeterli güvenlik analizi ve tahmini için izlenmesini ve kaydedilmesini sağlayacaktır (Sani vd. 2019).
- **Özgünlük:** Tüm yetkili bileşenlerin orijinal olmasını ve kullanıcının kimliğe bürünmesini engellemesini sağlar. Endüstri 4.0 bileşenlerinin yaptığı işlemler özgün olduğundan dolayı kötü niyetli girişimlerle birbirinden ayrılmaktadır (Sani vd. 2019).

### 2.9.3. Siber Güvenlik Önlemleri

Endüstri 4.0 kapsamına girebilecek ve Endüstri 4.0 bileşenleri üzerinde etkili olabilecek çeşitli siber güvenlik önlemleri şu şekilde verilebilir genel anlamda inceleyecek olursak:

- **Güvenlik Duvarı:** Bir sistem tarafından belirlenen güvenlik kurallarına dayanarak ağ trafiğini izleyebilen ve kontrol edebilen bir donanım aygıtı veya yazılım sistemidir. Bileşenler tarafından toplanan ve iletilen verilerin erişim kontrolünü sağlamak ve iletişim güvenliğini desteklemek için bir güvenlik duvarı kullanılmaktadır (Sani vd. 2019).
- **Simülasyon Sunucusu:** Gerçek sistemlerin işlemlerini taklit eden sanal bir işlem sunucusudur. Güvenlik araştırması ve testi için gerekli sistemi simüle eder (Sani vd. 2019).
- **İzinsiz Giriş Tespit ve Önleme Sistemleri:** Bu sistemler ikiye ayrılmaktadır. **IDS (Intrusion Detection Systems - Saldırı Tespit Sistemi);** ağda veya sistemde meydana gelen şüpheli etkinlikleri tespit edebilen bir cihaz veya yazılım uygulamasıdır (Srinivas, Kumar 2019). **IPS (Intrusion Prevention Systems- Saldırı Önleme Sistemi);** bir ağdaki veya sistemdeki anormallikleri izler ve algılar. IPS'in amacı saldırıları algılayabilmek ve buna karşı saldırıları önleyebilmektir (Srinivas, Kumar 2019).
- **Farkındalık:** Kullanıcıları ve çalışanları çeşitli ilgili saldırılara karşı uyarılması ve bunlara karşı farkındalık oluşturulmasıdır (Srinivas, Kumar 2019).
- **Şifreleme:** Daha gelişmiş şifreleme yöntemleri kullanarak belirli bir sisteme yapılan saldırıların zorlaştırılması veya önlenmesi sağlanmaktadır (Srinivas, Kumar 2019).
- **Güncellik:** Güncel yazılım ve donanıma sahip bir sistem siber güvenlik anlamında daha başarılı olmaktadır.

### 2.9.4. Endüstri 4.0 ve Siber Güvenlik

Günümüzde sağladığı birçok faydaya bağlı olarak Endüstri 4.0'ın benimsenmesi ve uygulanması daha yaygın hale gelmektedir. Endüstri 4.0 bünyesinde sistem ağları, donanımlar, yazılımlar ve birçok teknolojik cihazlar barındırmaktadır. Bu unsurlar

endüstriyel, kişisel ve kurumsal anlamda kritik bilgiler üretmekte ve içermektedir. Bu gibi nedenlerden dolayı bu kadar kritik olan sistemin ve çeşitli altyapılarının kötü niyetli siber saldırılara karşı cazip hale gelmesi kaçınılmaz olmaktadır.

Endüstri 4.0'ın bileşenleri üzerinde siber güvenlik olgusunun genel itibariyle en çok ele alınan konuları; nesnelerin interneti güvenliği, bulut bilişim güvenliği, siber fiziksel sistemlerin güvenliği, büyük veri güvenliğidir.

#### **2.9.4.1. Nesnelerin İnterneti ve Güvenliği**

Nesnelerin interneti teknolojisi, cihazların kullanılabilirliğinin artması ve cihazların çoğalması nedeniyle hızla büyüme gerçekleştirmektedir. Bu nedenle nesnelerin interneti teknolojisinde yer alan unsurları çeşitli saldırılara karşı korumak önemli hale gelmektedir (Hassan 2019).

Nesnelerin interneti teknolojisinde yer alan cihazlar, gizlilik açısından çok miktarda veri üretmekte ve üretilen kritik verilerin bulunduğu sisteme karşı yapılan siber saldırılarda cazip hale gelmektedir. Bu nedenle nesnelerin interneti sistemlerinin doğru ve güvenli halde çalışmasını sağlamak için sistemdeki cihazların, yazılımların ve verilerin olası siber saldırılara karşı korunması gerekmektedir (Banger 2017: 138).

#### **2.9.4.2. Bulut Bilişim Güvenliği**

Bulut teknolojisi içinde sağlanan veri gizliliği seviyesi çoğu zaman kişisel bilgisayar kullanıcılara göre daha düşük olmaktadır. Çünkü bulut teknolojisinde geleneksel güvenlik metotları kullanıcıların fazla işe yaramamaktadır. Ayrıca servis sağlayıcıları tarafından bulutta kendi güvenlik ayarlamalarını uygulamaya izin vermemektedirler. İzin verilmesi halinde kullanıcıların yasa dışı olarak kendi lehine güvenlik ayarlarını değiştirebileceği gibi diğer kullanıcılarında kendi güvenlik ayarlamalarını kendi lehlerine kötü niyetli olarak değiştirmeleri mümkün olabilmektedir. Servis sağlayıcılarını kullanmak isteyen işletmeler, üçüncü şahıslarla bilgi paylaşılan ortamlarda kurum verilerinin bulundurulması istedikleri bir durum değildir. Aynı zamanda bu şekilde ortamda bilgilere yetkisi olmayan kişiler tarafından ulaşılması olası bir tehdit olarak algılanmaktadır. Servis sağlayıcıları, söz edilen saldırılara karşı siber güvenliği sağlamak için kullanıcılar açısından zarar oluşturabilecek güvenlik tedbirlerini almak zorundadırlar (Günebakan 2016).

### **2.9.4.3. Siber Fiziksel Sistemlerin Güvenliği**

Siber fiziksel sistemler, ölçeklenebilirlik, karmaşıklık ve dinamik doğası nedeniyle hem fiziksel hem de siber taraftaki arızalara ve saldırılara karşı savunmasızdır. Kötü amaçlı saldırılar (gizli dinleme, ortadaki adam, hizmet reddi, sahte sensör ölçümleri veya harekete geçirme istekleri enjekte etme vb.) sistemin çalışmasını bozmak ya da hassas bilgileri çalmak amacıyla siber altyapıya (veri yönetimi katmanı, iletişim altyapısı, karar verme mekanizmaları vb.) veya fiziksel bileşenlere yönlenebilir. Büyük ölçekli bir ağdan (internet gibi) yararlanma, güvenli iletişim protokollerini kullanma, eski sistemlerin ağır kullanımı veya ticari kullanıma hazır teknolojilerin hızlı bir şekilde benimsenmesi, siber fiziksel sistemleri güvenlik tehdidinde kolayca maruz kalmasını sağlayan diğer faktörlerdir (Güneş vd. 2014).

### **2.9.4.4. Büyük Veri Güvenliği**

Büyük veri toplanması ve analizi ile ilgili kilit güvenlik sorunlarından biri, kuruluşların müşteriler ve çalışanlar ile fikri mülkiyet, ticari sırlar ve finansal bilgiler ile ilgili çok sayıda hassas bilgiyi toplaması ve işlemesidir. Verilerin tek bir yerde merkezi olarak toplanması sonucu ortaya çıkan büyük miktardaki bilgi ciddi saldırıların hedefi olabilecektir. Bu durum örgütün güvenini zedeleyebilecek ve itibarına zarar verebilecek saldırılara maruz kalabilecektir. Bu durum büyük veri güvenliğini zorunlu kılmaktadır (Tankard 2017).

Söz edilen unsurların yanı sıra büyük veri; tabanları, veri ambarları, günlük ve işlem dosyaları, e-postalar ve sosyal medya gönderileri gibi kaynaklardan ve kullanıcılar tarafından oluşturulan veriler gibi birçok kaynaktan gelen bilgileri kullanmaktadır. Birçok kaynaktan güvenilir olmayan biçimde toplanan veriler ve büyük verinin içerdiği kritik bilgilerden dolayı siber güvenlik bir kat daha önemli hale gelmektedir (Tankard 2017).

Büyük veri teknolojisinin güvenliği, çeşitli güvenlik önlemleriyle birlikte sağlanabilirken büyük veri analizi ve hizmetleri kullanılarak da güvenlik önlemleri alınabilmektedir. Örneğin toplanan verilerin zararlı verilerden oluştuğu büyük veri analizi sonucunda ayırt edilebilir ve gerekli tedbirler alınabilir (Stergiou vd. 2018).



# ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

## ENDÜSTRİ 4.0 OLGUNLUK MODELLERİ

Endüstri 4.0 kavramını tanımak, anlamak ve uygulamak için çeşitli yöntem ve teknikler aracılığıyla olgunluk modelleri oluşturulmuştur. Olgunluk modellerinin genel amacı, konuya ilişkin gerekliliklerin güçlü ve zayıf yönlerinin tespit edilmesi ve bu tespitlere göre ilerlemeler veya yenilikler yapılmasına yönelik farkındalığının oluşturulmasıdır. Bu sayede Endüstri 4.0 olgunluk modeli ile ilgili firmaların hazırlığının veya düzeyinin tespiti amaçlanmaktadır. Literatürde bu konuyla alakalı birçok araştırma bulunmaktadır. Bu bölümde literatürde yer alan genel anlamda ilgi görmekte olan ve çalışmalara esin kaynağı olmuş Endüstri 4.0'a yönelik olgunluk modelleri ele alınmıştır.

### 3.1. İlişkili Kurumsal Olgunluk Modeli (The Connected Enterprise Maturity Model)<sup>1</sup>

İlişkili olgunluk modeli 2013 yılında Rockwell Automation tarafından oluşturulmuştur. 5 Değerlendirme seviyesi ve 4 boyuttan meydana gelmektedir.

Model boyutları teknolojik hazırlık üzerinde durmaktadır fakat boyutların oluşturulma süreci ile ilgili detaylı bilgi verilmemektedir. İlişkili olgunluk modelinin amacı daha akıllı OT/BT (Operasyon Teknoloji/Bilgi teknolojisi) ağının oluşturulmasıdır. Diğer bir deyişle işletmeler üzerinde OT ve BT teknolojilerini bir araya getirerek benzeri görülmemiş bir iş birliğinin oluşturulması amaçlanmaktadır.

#### 3.1.1. İlişkili Kurumsal Olgunluk Modeli Aşamaları

##### 3.1.1.1. Seviye 1: Değerlendirme

İlişkili kurumsal olgunluk modelinin değerlendirme seviyesi bir kuruluşun mevcut OT/BT ağını tüm yönleriyle değerlendirmektedir. Bunlar;

---

<sup>1</sup> Olgunluk modelinin incelenmesinde büyük ölçüde Rockwell Automation'un olgunluk modeli tanıtımını içeren kaynaktan yararlanılmıştır.

**Kaynak:** [https://literature.rockwellautomation.com/idc/groups/literature/documents/wp/cie-wp002\\_-en-p.pdf](https://literature.rockwellautomation.com/idc/groups/literature/documents/wp/cie-wp002_-en-p.pdf) erişim tarihi: 3 Ocak 2020

- Bilgi alt yapısı (donanım ve yazılım),
- Veri alışverişi yapan kontroller ve cihazlar (sensörler, aktüatörler, vs.),
- Tüm bu bilgileri taşıyan ağlar,
- Güvenlik politikalarıdır (anlayış, organizasyon, yürütme).

Değerlendirme seviyesinde, mevcut OT/BT ağında ve işlemlerinde boşluklar ve zayıflıklar tespit edilmektedir. Şirketin doğru ve gerçek zamanlı bilgilerden yararlanmak için süreçlerini ve mimarisini nasıl değiştirmesi gerektiği üzerinde durulmaktadır. Bu seviyede teknolojileri süreçleri ve insanları güvenli bir şekilde entegre etmek için bir strateji oluşturmak hedeflenmektedir.

Değerlendirme seviyesinin diğer bir amacı; işlemleri kesintiye uğratmadan ve müşteri gecikmelerine neden olmadan daha akıllı bir OT/BT ağına geçişin nasıl yönetileceğinin belirlenmesidir. Böylece arzu edilen duruma göre mevcut ağın yükseltilmesi mi ya da değiştirilmesi mi gereken sorularına yanıt verilmektedir.

Değerlendirme aşamasında gelişmiş teknolojilere geçilme yeteneğinin anlaşılmasıyla birlikte ağ güvenliği sorunları da ortaya çıkmaktadır. Endüstriyel ağlar hızla çoğalmakta ve çeşitlenmektedir. Bu gelişmeler endüstriyel ağların çeşitli saldırılara açık olduğunu göstermektedir. Bir sonraki seviyeyle birlikte bu sorunlar çözülmekte ve iyileştirmeler gerçekleştirilmektedir.

### **3.1.1.2. Seviye 2: Güvenli ve İyileştirilmiş (Upgraded) Ağ ve Kontroller**

Mevcut OT/BT ağı ve operasyonlarında boşluklar ve zayıflıklar tespit edildikten sonra iyileştirmeler (upgrades), yeni teknolojileri ve tesis genişlemelerini öngören uzun vadeli bir bakış açısıyla başlar.

Bu seviyede örgüt, tesis içi operasyonlardan kurumsal iş sistemlerine kadar uygun ve güvenli bağlantı sağlayacak bir OT/BT omurgası geliştirmekte veya oluşturmayı amaçlamaktadır. Sonrasında planlama başlamaktadır. Yeni teknoloji seçenekleri değerlendirilir ve iyileştirme yol haritaları oluşturulur.

Entegre olmuş OT/BT ağı bu seviyede oluşturulmaktadır. Sağlanan bu entegrasyon sayesinde ekipman performansını gerçek zamanlı kontrol etmek için ilk fırsatlar oluşmaktadır. Ayrıca iyileştirilmiş iş süreçleri ve iş akışları çok daha fazla

maliyet tasarrufu sağlamaktadır. Daha güvenli ve üretken bir ağ, yapılan iyileştirmeler ve çalışmalar sonucunda 2. seviyede başlamaktadır.

### **3.1.1.3. Seviye 3: Tanımlı ve Organize Çalışma Sermayesi**

3. Seviyede iş süreçlerini iyileştirmek için gereken tüm veriler düzenlenir ve tanımlanır. Olgunluk seviyelerinin hiçbiri diğerlerinden tamamen ayrı değildir. 2. Seviyede yeni veri ve yetenekler ortaya çıkarken 3. Seviyede bu verilerin nasıl kullanılacağı ve nasıl yararlanılacağı belirlenmektedir.

Seviye 3'te tanımlı ve organize çalışma sermayesi oluşturmak için veriler yeni iş akışları, programları ve sorumlulukları kapsayacak şekilde dikkate alınarak ilişkilendirilmiştir. Sonrasında veriler sistemler arasında standartlaştırılmakta ve normalleştirilmektedir.

Doğru bilgiye olan erişim, uzun vadede düşük enerji maliyetleri, daha uzun ekipman ömrü, daha düşük bakım maliyetleri, yüksek verimlilik şeklinde faydalar sağlamaktadır.

### **3.1.1.4. Seviye 4: Analitik**

4. Seviyede çeşitli süreçlerden toplanan analitiklerle yapılan iyileştirmelere odaklanılmaktadır. Bu sayede OT/BT ağı yeteneklerinden en iyi yararlanmak için neler yapılmalı ve nasıl yararlanılması gerektiği belirlenmektedir. Artık kurum, OT/BT ağının fırsatları ve sorunları hakkında gerçek zamanlı bilgi edinme yeteneğine sahiptir. Bu sayede çeşitli düzeyde yapılmakta olan analitiklerden yararlanılarak istenen yeteneğe ulaşılmaya çalışılmaktadır.

Operasyonel düzeyde tanımlı ve organize çalışma sermayesini kullanan analitikler, gerçek zamanlı ihtiyaçların belirlenmesine yardımcı olmaktadır.

Yönetici düzeyinde analitikler, yöneticilerin faaliyetlerini değerlendirmelerine, faaliyetlerini optimize etmelerine ve sermayede tasarruf yoluyla uzun vadede tasarruflar elde etmelerine yardımcı olmaktadır.

Organize çalışma sermayesi ve analitik, örgütün sürekli iyileştirme projelerinin hızla tanımlanmasını sağlamaktadır. Devam eden operasyonel iyileştirmelerin ilerlemesi sayesinde üretkenlik, verimlilik ve kalite gelişimi sağlanır.

### 3.1.1.5. Seviye 5: İş Birliği

Olgunluk modelinin 5'inci seviyesi, işletme genelinde tedarik ve talep zinciri aracılığıyla olumsuz olaylardan kaynaklanan kayıpları en aza indirmek, yeni fırsatlardan yararlanmak ve en uzak tedarikçilerden son müşterilere kadar olan faaliyetlerin koordine edilmesi gibi faaliyetleri öngören bir ortam oluşturmayı amaçlamaktadır. 5'inci seviye boyunca gelişim halen devam etmektedir.

İş birliği seviyesinin hedefi, tedarikçi ve müşteri ilişkileri açısından iş birliği kurmak ve tedarikçi ve müşteri ilişkilerini geliştirme fırsatı oluşturmaktır.

Olgunluk modeli sonucunda her kurum kendi ihtiyaçları, alt yapısı, hazırlığı ve kaynakları tarafından belirlenen uygun hızda ilişkili kurumsal olgunluk modelinin aşamalarına geçecek ve Endüstri 4.0 olgunluğunu oluşturmaya çalışacaktır.

## 3.2. Impuls Endüstri 4.0 Hazırlık Modeli (Impuls Industrie 4.0 Readiness)<sup>2</sup>

Model Alman Mühendislik Federasyonu IMPULS Vakfı ve RWTH Aachen Teknik Üniversitesi Endüstriyel Yönetim Enstitüsü öğretim üyeleri tarafından oluşturulmuştur. Hazırlık modeline göre rekabet içerisinde olan şirketlerin dijital dönüşüm sürecinde hangi seviyede olduklarını ve Endüstri 4.0'ın potansiyelini tam anlamıyla kullanıp kullanılmadıklarını değerlendirmek zorundadırlar. Bu nedenle hazırlık modeli endüstriyel şirketlerin Endüstri 4.0 yolunda gelişmişlik derecesini ölçmeyi amaçlamaktadır. Model 6 boyuttan ve 6 olgunluk kriterinden oluşmaktadır.

Impuls Endüstri 4.0 hazırlık modelinde her şirketin kendi hazırlık düzeyini değerlendirmesi bazı kurallara dayanmaktadır. Şirket hazırlık seviyelerini değerlendirirken her boyutun en düşük seviyesinde olduğu varsayılarak değerlendirilmektedir. Daha sonra işletmelerin olağan hazırlık düzey puanı altı boyutun hazırlık puanlarının ağırlıklı ortalaması alınarak hesaplanmaktadır. Anket yardımıyla yapılan bu puanlama her boyutun öneminin puanlanması istenerek ağırlık faktörleri belirlenmektedir. Anketin sonucunda ortaya çıkan ağırlık faktörleri strateji ve organizasyon %25, akıllı fabrika

---

<sup>2</sup> Olgunluk modelinin incelenmesinde büyük ölçüde Lichtblau ve arkadaşlarının çalışmasından yararlanılmıştır.

**Kaynak:** Lichtblau, K., Stich, V., Bertenrath, R., Blum, M., Bleider, M., Millack, A., ... & Schröter, M. (2015). IMPULS-industrie 4.0-readiness. *Impuls-Stiftung des VDMA, Aachen-Köln*.

%14, akıllı ürünler %19, veri güdümlü hizmetler %14, akıllı işlemler %10, çalışanlar %18 gibi şeklindedir. Son olarak sonuçları özetlemek ve daha kolay anlamak için bu beş hazırlık düzeyi şirket türlerine göre gruplandırılmaktadır: Yeni gelenler (newcomers), öğrenenler (learners) ve liderler (leaders)



**Şekil 22.** İmpuls Endüstri 4.0 Hazırlık Modeli Seviye, Boyut ve Şirket Türleri

**Kaynak:** Lichtblau, K., Stich, V., Bertenrath, R., Blum, M., Bleider, M., Millack, A., ... & Schröter, M. (2015). IMPULS-industrie 4.0-readiness. Impuls-Stiftung des VDMA, Aachen-Köln.

### 3.2.2. İmpuls Endüstri 4.0 Hazırlık Modeli Olgunluk Seviyeleri

#### 3.2.2.1. Seviye 0: Dışarda Kalalar (Outsider)

Bu seviyede şirketler, Endüstri 4.0 gereksinimlerinden herhangi birini karşılayamayan durumdadır. Değerlendirmeye tabi tutulmazlar.

#### 3.2.2.2. Seviye 1: Başlangıç (Beginner)

Bu seviyedeki şirketler, pilot uygulamalar ile tek bir alanda yatırımlarıyla Endüstri 4.0 yolunda yer almaktadır. Üretim süreçlerinin yalnızca birkaçı BT sistemleri tarafından desteklenmektedir. Ayrıca mevcut ekipman yapısı gelecekteki iletişim ve entegrasyon gereksinimlerini kısmen karşılamaktadır. Sistem entegrasyonu ve şirket içi bilgi paylaşımı birkaç alanda sınırlıdır. BT güvenlik çözümleri, planlama ve uygulama aşamasındadır. BT tabanlı eklenti fonksiyonları ile ilk ürünler üretilmektedir. Endüstri 4.0'ı şirket dahilinde yürütebilmek için gerekli beceriler sadece birkaç alanda sınırlıdır.

### **3.2.2.3. Seviye 2: Orta Seviye (Intermediate)**

Orta seviyeli bir şirket, stratejik oryantasyonuna Endüstri 4.0'ı dahil etmektedir. Şirket Endüstri 4.0'ın uygulanma durumunu ölçmek ve gereklilikleri uygulamak için bir strateji geliştirmektedir. Endüstri 4.0 yatırımları birkaç alanda yapılmaktadır. Bazı üretim verileri, otomatik toplanmakta ve sınırlı şekilde kullanılmaktadır. Ekipman alt yapısı, gelecekteki şirket içinde Endüstri 4.0 genişlemeleri için tüm gereklilikleri karşılayamamaktadır. Şirket içi bilgi paylaşımı sisteme bir dereceye kadar entegre edilmiştir ve şirket bilgi paylaşımını iş ortaklarıyla entegre etmek için ilk adımlar atmaktadır. BT güvenlik çözümleri mevcuttur geliştirilmektedir. BT tabanlı eklenti fonksiyonları ile ürünler üretilmektedir. Bazı alanlarda çalışanlar Endüstri 4.0'ı yürütebilmek için gerekli becerilere sahiptir.

### **3.2.2.4. Seviye 3: Tecrübeli (Experienced)**

Bu seviyeye ulaşan şirket, kendisine bir Endüstri 4.0 stratejisi belirlemiştir. Endüstri 4.0 ile ilgili yatırımlar yapılmaktadır. Departman odaklı inovasyon yönetimi yoluyla Endüstri 4.0 farkındalığı oluşturulmuştur. Üretimdeki BT sistemleri ile ara yüzler üzerinden bağlantı sağlanmakta ve otomatik olarak toplanan kilit alanlardaki verilerle üretim süreçleri desteklenmektedir. Ekipman alt yapısı gelecekteki ilerlemeler için yükseltilebilme yeteneğine sahiptir. Şirket içi ve kurumlar arası bilgi paylaşımı kısmen entegre edilebilmektedir. Gerekli BT güvenlik çözümleri sağlanmaktadır. Bulut tabanlı çözümlerde daha fazla ilerleme sağlamak amacıyla planlanma yapılmaktadır. Şirket birbiriyle bağlantılı birkaç BT tabanlı eklenti fonksiyonları ile ürün üretilmektedir. Bu ürünler veri güdümlü hizmetlerin temelini oluşturmaktadır fakat müşterilerle entegre halinde değildir. Müşterilere yönelik veri güdümlü hizmetler gelirin küçük bir kısmını oluşturur. Veri güdümlü hizmetlerin gelirin büyük kısmını oluşturması için geniş çabalar sarf edilmektedir.

### **3.2.2.5. Seviye 4: Uzman (Expert)**

Bu seviyede şirketin Endüstri 4.0 stratejisi, bir uzman tarafından uygulanmakta ve uygun göstergelerle izlenmektedir. Neredeyse tüm alanlar için yatırımlar yapılmakta ve bu süreç departmanlar arasında inovasyon yönetimi yoluyla desteklenmektedir. BT sistemleri süreçlerin tümünü desteklemekte ve optimizasyon

süreçleri için veri toplamaktadır. Ekipman gelecekteki entegrasyon gereksinimlerini karşıladığından Endüstri 4.0 alanında daha fazla ilerleme mümkün olmaktadır. Hem işletme içinde hem de iş ortaklarıyla bilgi paylaşımı, büyük ölçüde sisteme entegre edilebilmektedir. BT güvenlik çözümleri her alanda kullanılabilir ve BT bulut tabanlı çözümler üzerinde ölçeklenebilmektedir. Özerk iş parçaları ve otonom süreçler işletme içinde farkındalık oluşturmaktadır. İş parçaları ve bitmiş ürünler kullanım aşamasında veri toplanmasına ve hedefe yönelik analiz yapılmasına izin veren BT tabanlı eklenti fonksiyonlarına sahiptir. Bu özellik veri güdümlü hizmetleri desteklemektedir. Veri güdümlü hizmetler desteklenmekte ve küçük bir gelir payı oluşturmaktadır. Veri güdümlü hizmetler, müşteri ile üretici arasında doğrudan entegrasyon sağlamaktadır. Şirket bu durumu muhafaza etmek ve Endüstri 4.0'ı daha da ilerletmek için şirket kendi içinde gerekli yeteneklere sahiptir.

#### **3.2.2.6. Seviye 5: En İyi Uygulama Örneği (Top Performer)**

Bu seviyedeki şirket, Endüstri 4.0 stratejisini çoktan uygulamış durumdadır ve diğer projelerin uygulama durumunu düzenli olarak izlemektedir. Bu durum şirket genelinde yapılan yatırımlarla desteklenmektedir. Şirket kurum çapında inavosyan yönetimini uygulamaktadır. Üretimde, kapsamlı BT sistemi desteği uygulanmakta ve tüm veriler otomatik olarak toplanmaktadır. Ekipman alt yapısı, entegrasyon ve entegre iletişim için tüm gereklilikleri karşılamaktadır. Bu durumda hem işletme içinde hem de iş ortaklarıyla sisteme entegre bilgi paylaşımı yapılabilmektedir. Kapsamlı BT güvenlik çözümleri, uygulanmakta ve bulut tabanlı çözümler esnek bir bulut mimarisi sunmaktadır.

Bazı üretim alanları, özerk yönlendirilen iş parçalarını ve özerk tepki veren süreçleri desteklemektedir. İş parçaları ve ürünler, geniş kapsamlı BT tabanlı ek fonksiyonlara sahiptir ve kullanım aşamasında bu şekilde toplanan veriler, ürün geliştirme, uzaktan bakım ve satış desteği gibi işlevler için kullanılabilir. Şirket için veri güdümlü hizmetler gelirin önemli bir bölümünü oluşturmaktadır. Üretici müşteri ile entegre haldedir. Şirket tüm kritik alanlarda ihtiyaç duyduğu kurum içi uzmanlığa ve Endüstri 4.0 ile birlikte ilerleyebilme yeteneğine sahiptir.

### **3.2.3. Impuls Endüstri 4.0 Hazırlık Modeli Olgunluk Modeli 4.0 Kriterleri**

#### **3.2.3.1. Strateji ve Organizasyon**

Endüstri 4.0 stratejik bir olgudur. Endüstri 4.0 dijital teknolojilerin kullanımıyla birlikte mevcut ürün veya süreçleri iyileştirmekten daha fazlasıdır. Yani yeni iş modelleri geliştirme fırsatı sunmaktadır. Bu nedenle uygulanması, büyük stratejik öneme sahiptir. Firmalar Endüstri 4.0 dönüşümünü gerçekleştirebilmek için uygun strateji ve organizasyon yapısına sahip olması gerekmektedir. Bu kapsamda gerçekleştirilecek yatırım faaliyetleri ile oluşturulacak veya dönüştürülecek teknoloji ve inavosyanlar hakkında alınması gereken kararları uygulamak amacıyla firmaların kendileri için bir Endüstri 4.0 stratejisi geliştirmesi gerekmektedir. Firmaların organizasyon yapıları da geliştirilmesi gereken bu strateji ile uyumlu olması gerekmektedir.

#### **3.2.3.2. Akıllı Fabrika**

Akıllı fabrikalar, Endüstri 4.0'ın başarılı bir şekilde uygulanması ve yüksek oranda otomatik üretim yapılmasını sağlar. Geleneksel üretimden farklı olarak akıllı iş parçaları, üretim süreçlerini izleyebilmekte, kontrol edebilmekte ve üretim süreçlerinde kendilerini özerk bir şekilde yönlendirebilmektedirler. Bu işlemler akıllı fabrika ortamında gerçekleşebilmektedir. Akıllı fabrikalar, üretim sistemlerinin ve lojistik sistemlerinin büyük ölçüde insan müdahalesi olmaksızın kendilerini özerk olarak organize ettiği yapılardır.

Akıllı fabrika, fiziksel ve sanal dünyaları nesnelerin interneti üzerinden iletişim kurarak bağlayan siber fiziksel sistemlere dayanmaktadır. Ayrıca Endüstri 4.0 kapsamında akıllı fabrikalar verilerin toplanması depolanması ve işlenmesi yoluyla dijital modellemeyi içermektedir. Bu üretim sistemleri insanlar ve bilgi sistemleri ile şirketler arasında gerçek zamanlı iş birliği yapmayı da gerektirmektedir.

#### **3.2.3.3. Akıllı Ürünler**

Akıllı ürünler otomatik, esnek ve verimli üretimi kolaylaştıran akıllı fabrika konseptinin hayati bir bileşenidir. Ürünlerin üretiminde sensörler, RFID ve haberleşme arayüzleri gibi bilgi ve iletişim araçlarının kullanımını içermektedir. Üretim süreçleri



özerk ve gerçek zamanlı olarak yönlendirilebilmektedir. Ürünlerin durumunu izlemek ve optimize etmek de mümkün hale gelebilmektedir. Akıllı ürünlerin kullanılması örneğin üreticiler ve müşteriler arasındaki iletişim yoluyla oluşan yeni hizmetleri mümkün kılabilir.

#### **3.2.3.4. Akıllı Operasyonlar**

Endüstri 4.0'ın en önemli özelliklerinden birisi fiziksel ve sanal dünyaların kurumsal çapta ve şirketler arası entegrasyonu sağlamasıdır. Kendini kontrol eden iş parçasını gerçekleştirmek için gerekli üretim ve üretim planlamasındaki teknik gereklilikler akıllı işlemler olarak bilinmektedir. Firmaların bilgi paylaşımı ve bulut kullanımı faaliyetleri, bilgi teknolojilerinin güvenliği ile kullandıkları kendi kendine karar verebilen özerk süreçler, akıllı işlemler kapsamında değerlendirilmektedir.

#### **3.2.3.5. Veri Güdümlü Hizmetler**

Veri güdümlü hizmetlerin amacı, gelecekteki iş modellerini müşteriye yönelik olarak ayarlamak ve müşteriye olan faydayı arttırmaktır. Veri güdümlü hizmetler, üretilen ürünler için satış sonrası da dahil olmak üzere geniş kapsamlı hizmetler sunulması düşüncesine dayanmaktadır. Bu amaçla akıllı ürünlerden ve çeşitli kaynaklardan elde edilecek veriler hem ürünlerin geliştirilmesine hem de bu ürünlere ilişkin ek hizmetler sunulmasına imkân tanımaktadır (Kiraz vd. 2019: 18).

#### **3.2.3.6. Çalışanlar**

Çalışanlar Endüstri 4.0 ile birlikte oluşan dijital dönüşümden dolayı etkilenmektedir. Çalışma ortamları ve şekli değiştiğinden yeni beceriler ve nitelikler kazanmaları gerekmektedir. İşletme genelinde çalışanlar açısından bu değişimlere ilişkin eğitim yoluyla entegre olmaları sağlanmaktadır. Eğitimler ışığında yüksek BT becerilerine sahip çalışanlar yetiştirilmesi amaçlanır.

### 3.3. İmalat İşletmelerinin Endüstri 4.0 Hazırlığını ve Olgunluğunu Değerlendirmek İçin Bir Olgunluk Modeli (Maturity Model for Assessing Industry 4.0 Readiness and Maturity of Manufacturing Enterprises)<sup>3</sup>

Bu model imalat işletmelerinin Endüstri 4.0 olgunluğunu değerlendirmek amacıyla oluşturulmuştur. Model hem bilimsel ve hem de pratik amaçları hedeflemektedir. Modelin bilimsel amacı, imalat işletmelerinin mevcut durumu ve potansiyel başarı faktörlerini ortaya çıkarmak için Endüstri 4.0 stratejileri hakkında güvenilir veri elde etmektir. Modelin pratik amacı ise, şirketin kendisini Endüstri 4.0 olgunluk düzeyini ve mevcut stratejilerinin uygunluğunu titizlikle değerlendirmesini sağlamaktır.

Değerlendirme olgunluk modeli, dijital entegrasyon, yatay dikey entegrasyon gibi Endüstri 4.0 temel kavramlarını desteklemektedir. Modeli oluştururken Becker'in olgunluk modellerinin geliştirilmesi için belirtilen adım adım (step-by-step) metodolojisinden yararlanılmıştır (Becker vd. 2009: 213-222). Mevcut olgunluk modellerinin karşılaştırılmasıyla birlikte bir boşluk analizi yapılmıştır ve işletmelerin hazırlığını ve olgunluğunu değerlendirmek için yeni bir model geliştirilmiştir.

Modelin olgunluk boyutları ve olgunluk kalemleri belirlenirken Alman hükümetinin Endüstri 4.0'ı uygulamak için oluşturduğu resmi önerilerinden yararlanılmıştır (Kagermann vd. 2013). Model 9 örgütsel boyut ve 62 olgunluk kaleminden oluşmaktadır. İlgili tabloda boyutlar ve olgunluk kalemleri hakkında bazı örneklerle yer verilmektedir (Tablo 1). Modeli ampirik olarak doğrulamak için kantitatif ve kalitatif yöntemler kullanılmıştır. Modelin uygulanması 9 boyuttan oluşan Likert ölçekli ankete dayanmaktadır (Tablo 2).

---

<sup>3</sup> Olgunluk modelinin incelenmesinde büyük ölçüde Schumacher ve arkadaşlarının çalışmasından yararlanılmıştır.

**Kaynak:** Schumacher, A., Erol, S., & Sihn, W. (2016). A maturity model for assessing Industry 4.0 readiness and maturity of manufacturing enterprises. *Procedia Cirp*, 52, 161-166.

**Tablo 1.** Olgunluk Boyutları ve Bazı Olgunluk Kalemleri Örnekleri

	Olgunluk Boyutları	Örnek Olgunluk Kalemleri
1	Strateji	<ul style="list-style-type: none"><li>Endüstri 4.0 yol haritasının uygulanması</li><li>Akıllı otomasyon ve dijitalleşme için mevcut kaynakları kavramak</li><li>İş modellerinin adaptasyonu</li></ul>
2	Liderlik	<ul style="list-style-type: none"><li>Endüstri 4.0 paradigmasını benimseme konusunda liderin istekliliği</li><li>Yeterlilik ve yöntemlerin yönetimi</li><li>Endüstri 4.0 stratejisi için merkezi bir koordinasyonun varlığı</li></ul>
3	Müşteriler	<ul style="list-style-type: none"><li>Müşteri verilerinin kullanılması (analitik gibi)</li><li>Satış ve servislerin dijitalleştirilmesi</li><li>Müşterinin dijital medya yeterliliği</li></ul>
4	Ürünler	<ul style="list-style-type: none"><li>Ürünlerin kişiselleştirilmesi</li><li>Ürünlerin dijitalleştirilmesi</li><li>Ürünlerin diğer sistemlere entegrasyonu (akıllı ürünler)</li></ul>
5	Operasyonlar	<ul style="list-style-type: none"><li>Süreçlerin yerinden yönetimi</li><li>Modelleme ve simülasyon</li><li>Disiplinler ve bölümler arası iş birliği</li></ul>
6	Kültür	<ul style="list-style-type: none"><li>Bilgi paylaşımı</li><li>Yenilik ve şirket içi iş birliği</li><li>Şirkette Bilgi ve İletişim Teknolojilerinin (ICT) değeri</li></ul>
7	İnsanlar	<ul style="list-style-type: none"><li>Çalışanların Bilgi ve İletişim Teknolojileri yeterlilikleri</li><li>Çalışanların yeni teknolojiye açık olmaları</li><li>Çalışanların özerkliği</li></ul>
8	Yönetim	<ul style="list-style-type: none"><li>Endüstri 4.0 için iş gücü düzenlemeleri</li><li>Teknolojik standartların uygunluğu</li><li>Fikri mülkiyetin korunması</li></ul>
9	Teknoloji	<ul style="list-style-type: none"><li>Modern Bilgi İletişim Teknoloji'lerinin varlığı</li><li>Mobil cihazların kullanımı</li><li>Makineden Makineye (M2M) kullanımı</li></ul>

**Kaynak:** Schumacher, A., Erol, S., & Sihm, W. (2016). A maturity model for assessing Industry 4.0 readiness and maturity of manufacturing enterprises. Procedia Cirp

Sorular	1	2	3	4	5
İşletmenizdeki Endüstri 4.0 faaliyetlerinin planlanması için bir yol haritası kullanıyor musunuz?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
1... Uygulanmadı, 5... Tamamen uygulandı					

**Şekil 23.** Örnek Anket Sorusu

**Kaynak:** Schumacher, A., Erol, S., & Sihm, W. (2016). A maturity model for assessing Industry 4.0 readiness and maturity of manufacturing enterprises. Procedia Cirp

### **3.4. Endüstri 4.0 Olgunlaşma Endeksi (Industrie 4.0 Maturity Index)<sup>4</sup>**

Endüstri 4.0 olgunlaşma endeksi, imalat işletmelerinin hangi seviyede olduklarını tespit etmelerine ve işletmelerin öğrenme açısından çevik bir şirket haline gelmelerine yardımcı olmayı amaçlamaktadır.

Olgunlaşma endeksi dört aşamadan oluşan bir metodoloji yardımıyla geliştirilmiştir. Metodolojinin ilk aşaması, endüstriyel ve akademik açıdan çeşitli projelerin tartışılmasını temel almaktadır. İkinci aşamada, projenin ilerlemesini gözden geçiren ve güncelleyen bir Yönlendirme Komitesi kurulmaktadır. Üçüncü aşamada, proje fizibilite açısından teknolojik tabanlı bir üretim işletmesi tarafından doğrulanmaktadır. Dördüncü aşamada ise diğer üç seviyeye paralel olarak çalışmakta ve her bir seviyede elde edilen bulguların doğrulanmasını içermektedir (Mittal vd. 2018).

“Dijitalleşme” olgusu üzerinde duran olgunlaşma endeksi 6 seviyeden oluşmaktadır ve her seviye birbiriyle bağlantılıdır. Ayrıca imalat işletmelerinin çevik organizasyona dönüşebilmeleri için 6 seviye ile birbirine bağlı 4 Ana boyutta sahip olunması gereken Endüstri 4.0 yetenekleri mevcuttur. 4 ana boyutun her biri 2 alt boyuta ayrılmaktadır ve firmaların Endüstri 4.0 konusunda kendi durumlarını tespit etmelerine yönelik 4 boyut altında incelenmesi gereken toplamda 27 ana başlık belirtilmiştir.

#### **3.4.1. Olgunlaşma Endeksi Seviyeleri**

##### **3.4.1.1. Seviye 1: Bilgisayarlaşma (Computerisation)**

Bilgisayarlaşma seviyesi dijitalleşmenin temelini oluşturmaktadır. Bu seviyede bilgisayara bağlı olmayan üretim ekipmanlarını bilgisayara bağlı hale getirerek faaliyetleri azaltmak ve verimli hale getirmek amaçlanmaktadır. Bilgisayarlaşma seviyesine bir örnek; iş sistemlerinin ERP sistemine bağlı olarak çalışmasıdır. Böylece

---

<sup>4</sup> Olgunluk modelinin incelenmesinde büyük ölçüde Schuh ve arkadaşlarının çalışmasından yararlanılmıştır.

**Kaynak:** Schuh, G., Anderl, R., Gausemeier, J., ten Hompel, M., & Wahlster, W. (2017). Industrie 4.0 Maturity Index. *Managing the Digital Transformation of Companies*. Munich: Herbert Utz.

sistemler arasında kaydedilen verilerin ilgili iş sistemleriyle ilişkili olması sağlanmaktadır. Diğer bir örnekle CNC makinesinde üretilecek olan ürünün CAD verilerinin, makineye manuel olarak aktarılması bağlantılı olmamasından dolayıdır.

#### **3.4.1.2. Seviye 2: Bağlanılabilirlik (Connectivity)**

Bu seviyede bilgi teknolojisinin yalıtılmış dağıtımı, bağlı bileşenlerle değiştirilir. Yaygın olarak kullanılan iş uygulamalarının tümü birbiri ile bağlıdır ve şirketin temel iş süreçlerini yansıtmaktadır. Operasyonel Teknoloji (OT) sistemlerinin bazı kısımları bağlantılı ve birlikte çalışılabilir durumdadır. Ancak BT ve OT katmanlarının tam entegrasyonu henüz gerçekleşmemiştir.

İnternet Protokolü (IP), işletmede yaygın olarak kullanılmaktadır. İPv6 teknolojisiyle birlikte bileşenler ağ adres çevirisine gerek kalmadan bağlanabilmekte ve bu teknoloji Nesnelerin interneti teknolojisi için gereklilik oluşturmaktadır. Bağlanılabilirlik seviyesine örnek; üretim aşaması tamamlandıktan sonra onay sürecinin bir Üretim Yürütme Sistemi (Manufacturing Execution System- MES) aracılığıyla otomatik ve gerçek zamanlı olarak sağlanabilmesidir.

Mevcut fabrikalarda üretim kalitesi iyi olan eski üretim varlıkları, üretim aşamasında çalışmaya devam etmektedir. İnternet Protokolü üretim alanında standartlaştırılmış iletişim sağladığından yeni sensör teknolojisi, verimli olan üretim varlıklarının üretim verilerini elde etmek için kolayca bağlantı sağlayacağı anlamına gelmektedir.

#### **3.4.1.3. Seviye 3: Görülebilirlik (Visibility)**

Sensörler, birçok veri noktasıyla birlikte işlemlerin baştan sona toplanmasını sağlar. Sensor teknolojisiyle birlikte olaylar ve durumlar, tüm şirket dahilinde gerçek zamanlı olarak kaydedilebileceği anlamına gelmektedir. Böylece işletmenin her zaman dijital bir modelinin güncel tutulması sağlanmış olmaktadır. Bu model şirketin “dijital gölgesi” olarak adlandırılmaktadır. Dijital gölge herhangi bir anda şirkette neler olduğu hakkında bilgi vermeye yardımcı olabilir ve yönetim kararları gerçek verilere dayanabilir. Dijital gölge sayesinde bir sorunun neden kaynaklandığı hızlı bir şekilde tespit edilebilmektedir. Örneğin üretim bölümünde olan bir sorun hızlı bir şekilde

üretim yöneticisi tarafından tespit edilebilir, üretim planı yönetici tarafından ayarlanabilir ayrıca müşterilere ve tedarikçilere gerekli bilgilendirilme yapılabilir.

#### **3.4.1.4. Seviye 4: Şeffaflık (Transparency)**

3'üncü seviyede şirketin mevcut durumunun öğrenilmesi için dijital gölgenin oluşturulmasını içermektedir. Bir sonraki seviyede ise neden olan sorunların kaynağının anlaşılması ve bu bilgilerin analizler sonucunda bilgi üretimi için kullanılması amaçlamaktadır.

Dijital gölgedeki etkileşimleri tanımlamak ve yorumlamak için elde edilen verilerin mühendislik açısından yorumlanması gerekmektedir. Büyük hacimli verilerin analizini destekleyen yeni teknolojiler bu konuda son derece önemlidir. Büyük veri bu konuda sıkça bahsedilen bir terimdir. Büyük veri geleneksel iş analitiği süreçleri kullanılarak işlenemeyen ve analiz edilemeyen toplu verileri tanımlamak için kullanılmaktadır.

Şeffaflık sayesinde gerçek zamanlı durumlar ve veri analitiği ile birlikte yönetim kararı desteklenmektedir. ERP ve MES gibi kurumsal bilgi sistemleri ile şeffaflık sağlanabilmektedir. Makine ve ekipmanın durumunun izlenebilmesi ve daha sonra elde edilen analizlerle makine ve ekipmanın durumuyla ilgi oluşan karmaşıklıkların çözülebilmesi şeffaflık boyutuna örnek olarak verilebilir. Ayrıca şeffaflık makine ve ekipman planlaması amacıyla yapılan öngörücü bakım (predictive maintenance) için gereklilik oluşturmaktadır.

#### **3.4.1.5. Seviye 5: Öngörülen Kapasite (Predictive Capacity)**

Şeffaflık seviyesine dayanarak oluşturulan bir sonraki gelişim seviyesi öngörülen kapasite seviyesidir. Bu seviyede olan şirket gelecekteki farklı senaryoları simüle edebilmekte ve en muhtemel olan senaryoları belirleyebilmektedir. Sonuç olarak şirketler gelecekteki gelişmeleri tahmin ederek zamanında uygun önlemler ve kararlar alabilmektedir. Öngörülen kapasite ile beklenmedik olayların sayıları azalabilmektedir. Örneğin taşıyıcıdan oluşan sorunların önceden tahmin edilmesiyle oluşabilecek lojistik sorunları, taşıyıcının değiştirilmesiyle giderilebilmektedir.

### **3.4.1.6. Seviye 6: Uyarlanabilirlik (Adaptability)**

Ön görülen kapasite, otomatik eylemler ve otomatik karar almak için temel bir gereksinimdir. Uyarlanabilirlik seviyesi ise şirketin belirli kararları BT sistemlerine devretmesine izin vermektedir. Böylece şirket değişen iş ortamına mümkün olan en hızlı şekilde uyum sağlayabilmektedir.

Uyarlanabilirlik derecesi, kararların karmaşıklığı ve maliyet fayda oranı ile bağlantılıdır. Aynı ayrı süreçleri otomatikleştirmek şirket için fayda göstermektedir. Tekrarlanan işlemlerin özerk bir biçimde uyarlanabilirlik dahilinde gerçekleştirilmesi gerekmektedir. Bir şirket en iyi sonuçlara neden olan kararları özerk bir şekilde mümkün olan en kısa sürede ve otomatik olarak uygulamak için dijital gölgedeki verileri kullandığı zaman uyarlanabilirlik hedefine ulaşmış olmaktadır.

### **3.4.2. İşletmeler İçin Endüstri 4.0 Yetenekleri**

Yetenekler 4 ana boyuttan oluşmaktadır ve bu boyutlara ait alt boyutlar ve araçlardan oluşmaktadır. Boyutlar; kaynaklar, bilgi sistemleri, organizasyon yapısı ve kültürdür.

#### **3.4.2.1. Kaynaklar**

Olgunluk endeksinde kaynaklar, somut yani fiziksel kaynakları ifade etmektedir. Bunlar işgücü, makine- ekipman, alet- teçhizat, malzemeler ve nihai ürünlerdir. Kaynaklar boyutu 2 alt boyut ve 5 araçtan oluşmaktadır.

##### **3.4.2.1.1. Dijital Yetenek**

Dijital yetenek, kaynaklar boyutunun ilk alt boyutunu oluşturmaktadır. Bu alt boyut 3 araçtan oluşmaktadır;

- Dijital yeterlilik,
- Sensörler ve aküatörler aracılığıyla veri toplama,
- Toplanan verilerin otonom analizidir.

##### **3.4.2.1.2. Yapısal İletişim**

Yapısal iletişim, kaynaklar boyutunun diğer bir alt boyutudur. Bu alt boyut 2 araçtan oluşmaktadır;

- Etkili iletişim,
- Görev tabanlı arayüz tasarımıdır.

### **3.4.2.2. Bilgi Sistemleri**

Bilgi sistemleri; veri ve bilgileri hazırlar, işler, depolar ve aktarırlar. Bilgi sistemleri Boyutu 2 alt boyut ve 8 araçtan oluşmaktadır.

#### **3.4.2.2.1. Kendi Kendine Öğrenen Bilgi İşleme**

Kendi kendine öğrenen bilgi işleme, bilgi sistemleri boyutunun ilk alt boyutudur. Bu alt boyut 4 araçtan oluşmaktadır;

- Otomatik veri analizi,
- İlişkilendirilmiş veri girişi,
- Göreve dayalı kullanıcı arayüzü,
- Esnek BT alt yapısıdır.

#### **3.4.2.2.2. Bilgi Sistemi Entegrasyonu**

Bilgi sistemi entegrasyonu, bilgi sistemleri boyutunun diğer bir alt boyutudur. Bu alt boyut 4 araçtan oluşmaktadır;

- Bilgi sistemlerinin yatay ve dikey entegrasyonu,
- Veri standardizasyonu,
- Veri yönetimi,
- BT güvenliğidir.

### **3.4.2.3. Organizasyon Yapısı**

Öğrenmeye dönüşen çevik işletme yapısı yukarıdaki açıklanan yetenekler tarafından sağlanırken bu işlemlerin uygulama boyutu doğru organizasyon yapısı gerektirmektedir. Bu organizasyon yapısı oluşurken şirket içi ve dışında olan kültür faktörü önemlidir. Organizasyon boyutu 2 alt boyut ve 6 araçtan oluşmaktadır.

#### **3.4.2.3.1. Organik İç Organizasyon**

Organik iç organizasyon, organizasyon boyutunun ilk alt boyutudur. Bu alt boyut 4 araçtan oluşmaktadır;

- Esnek topluluklar,
- Karar alma yönetimi,
- Motivasyon sistemi,
- Çevik yönetimdir.



### **3.4.2.3.2. Değer Ağı İçinde Dinamik İş Birliği**

Değer ağı içinde dinamik iş birliği, organizasyon yapısı boyutunun diğer bir alt boyutudur. Bu alt boyut 2 araçtan oluşmaktadır;

- Müşteri avantajlarına odaklanma,
- Değer zinciri ağında iş birliğidir.

### **3.4.2.4 Kültür**

Bir şirketin çevik yapıya ulaşması büyük ölçüde çalışanların davranışlarına bağlıdır. Şirketler dijital kültürü tanıtmadan şirket kültürüne hitap etmeden çevik şirket yapısına tam anlamıyla ulaşamayacaklardır. Kültür boyutu 2 alt boyut ve 8 araçtan oluşmaktadır.

#### **3.4.2.4.1. Değişime İsteklilik**

Değişime isteklilik, kültür boyutunun ilk alt boyutudur. Bu alt boyut 5 araçtan oluşmaktadır;

- Hataların değerinin tanımlanması,
- İnovasyona açıklık,
- Veri temelinde öğrenme ve karar verme,
- Sürekli mesleki gelişim,
- Değişimi şekillendirmedi.

#### **3.4.2.4.2. Sosyal İş Birliği**

Sosyal iş birliği, kültür boyutunun diğer bir alt boyutudur. Bu alt boyut 3 araçtan oluşmaktadır;

- Bilgi sistemleri ve süreçlerine güven,
- Demokratik liderlik tarzı,
- Açık iletişimidir.

### **3.5. Endüstri 4.0 İçin Bir Değerlendirme Modelinin Geliştirilmesi: Endüstri 4.0 Olgunluk Modeli (Development of an Assessment Model for Industry 4.0: Industry 4.0-MM)<sup>5</sup>**

Çalışmanın amacı Endüstri 4.0'ı benimseme olgunluğuna ilişkin öngörülerini sağlayan için mevcut Endüstri 4.0 olgunluk modellerinin yeterliliğini belirlemek ve mevcut modellerin güçlü ve zayıf yönlerini tespit etmektir. Çalışmada literatürdeki olgunluk modelleri gözlemlenmiş ve modellerin özelliklerini önceden belirlenmiş kriterlere göre karşılaştırarak analiz edilmiştir. Daha sonrasında yeni bir olgunluk modeli önerilmiştir.

Önerilen bu model; kuruluşların sorunlu alanlarını, zayıflıklarını ve aynı zamanda Endüstri 4.0'a olan dönüşümün tutarlı bir şekilde gerçekleştirilebilmesi için kurum içinde uygulamaların gözlemlenmesini sağlamak üzere eksiksiz ve kapsamlı bir kılavuz oluşturmayı amaçlamaktadır. Olgunluk modeli 5 yön boyutu ve 6 seviyeden oluşmaktadır. Ayrıca her seviyenin altında yön özellikleri bulunmaktadır.

#### **3.5.1. Olgunluk Modeli Boyutları**

##### **3.5.1.1. Varlık Yönetimi**

Varlık yönetimi boyutu, bir kuruluşun Endüstri 4.0 için teknolojik hazırlığını, BT sistemlerini, yeni iş teknolojilerinin kullanımını (bulut tabanlı çözümler gibi) ve akıllı teknolojilerin güvenlik sorunlarını kapsamaktadır. Bu boyut Servis Odaklı Mimari (Service-oriented Architecture) içeren bulut bilişim, nesnelerin interneti, endüstriyel kablosuz ağlar, bilgi teknolojileri güvenliği gibi son teknoloji alanlarının destek seviyesini ölçmektedir. Kurum içi altyapı ve BT kaynakları (örneğin, ağ ekipmanı, temel donanım ve diğer ikincil uygulamalar) yeni teknolojilerin uygulanması için önemli faktörler olarak kabul edilmektedir.

---

<sup>5</sup> Olgunluk modelinin incelenmesinde büyük ölçüde Gökalp ve arkadaşlarının (2017) çalışmasından yararlanılmıştır.

**Kaynak:** Gökalp, E., Şener, U., & Eren, P. E. (2017, October). Development of an assessment model for industry 4.0: industry 4.0-MM. In *International Conference on Software Process Improvement and Capability Determination* (pp. 128-142). Springer, Cham.

### **3.5.1.2. Veri Yönetimi**

Veri yönetimi boyutu; verilerin toplanması, verilerin kullanımı, büyük veri araçları ve veri analizi ve veri güdümlü hizmetlerinin yetenek seviyesini incelemektedir. Üretim altyapısı, sistemler ve bilgi sistemleri dahil olmak üzere çeşitli kaynaklardan verilerin toplanması ve tamamlanması, kuruluşların mevcut veya gelecekteki operasyonlarla ilgili gerçek zamanlı kararlar almalarını sağlamaktadır. Bu nedenle veri akışının entegre ve otomatik halde olması, işletmenin içinde ve dışındaki faktörler için hayati öneme sahiptir.

### **3.5.1.3. Uygulama Yönetimi**

Endüstri 4.0 ile uygulamaların imalat ve otomasyon teknolojileriyle birleştirilmesi sonucunda devrim niteliğinde uygulamaların ortaya çıkması beklenmektedir. Bu boyutta işletme ve kullanıcılar açısından en iyi şekilde performans gösteren bilgi sistemlerinin optimum ve güvenli bir şekilde tasarlanması ve oluşturulması amaçlanmaktadır. Uygulama yetenekleri, işi desteklemek için gereken işlevsel davranışa soyut bir bakış açısı sağlamaktadır. Uygulamaların arayüzleri ve bilgi akışı, yapılandırılmalı, bağlanmalı, standartlaştırılmalı, kontrol edilmeli ve birlikte çalışabilir olmalıdır.

### **3.5.1.4. Organizasyonel Uyum**

Organizasyonel uyum, işletmelerin kurumsal yapısı ve iş stratejisi açısından Kurumsal Mimari aracılığıyla işletmelerin yönetimini ifade etmektedir. Yönetimsel açıdan akıllı üretim kavramının avantajları hakkında bilgi edinilmesi BT yatırımları ve uygulamaları kararlarını önemli ölçüde etkilemektedir. BT dönüşümü için gerekli insan kaynakları gereksinimleri işletmelerin örgütsel yönetimi ile ilgili olduğundan dolayı bu boyut kapasitenin değerlendirilmesi için önemli bir faktör olarak kabul edilmektedir.

### **3.5.1.5. Süreç Dönüşümü**

Süreç dönüşümü boyutu, kurumların temel süreçlerinin (satış ve dağıtım, planlama, satın alma ve üretim) dönüşümünü kapsamaktadır. Kurumda Endüstri 4.0' a olan dönüşüm başladıktan sonra kurumların iş yapısına göre kurumsal sisteminin her

süreci dijital dünya ile eşleştirilmesi gerekmektedir. Ayrıca, farklı katma değerli süreçler kurumsal mimariye standart bir şekilde entegre edilmesi gerekmektedir.

### **3.5.2. Olgunluk Modeli Seviyeleri**

#### **3.5.2.1. Seviye 0: Tamamlanmamış (Incomplete)**

Seviye 0'da temel yön özellikleri uygulamalarına kısmen ulaşılmıştır veya henüz yön özellik uygulaması yoktur. Örgüt sadece ihtiyaç analizi, satın alma, üretim ve satış gibi temel işlemlere odaklanmaktadır.

#### **3.5.2.2. Seviye 1: Gerçekleştirildi (Performed)**

Bu seviyede Endüstri 4.0 için dönüşüm başlamış bulunmaktadır. Kurumun teknolojik alt yapısı Endüstri 4.0'a geçiş için uygundur ve kurum nesnelerin interneti gibi akıllı teknolojileri kullanmaya yatkındır. İlgili kurumun Endüstri 4.0'a geçiş için bir yol haritası ve Endüstri 4.0 vizyonu bulunmaktadır. Fakat bu gereklilikler kurumda tam olarak uygulanmamıştır. Yön Özelliklerinin uygulanması bu seviyede değerlendirilmektedir.

#### **3.5.2.3. Seviye 2: Yönetilen (Managed)**

Yönetilen seviyesinde, her operasyonla ilgili veri kümeleri (data set) tanımlanmaya ve veriler toplanmaya başlanmıştır. Fakat bu veriler entegre halde değildir. Fiziksel ögeler sanal bir dünya tarafından temsil edilebilmektedir. Dijitalleşme Yön Özelliği bu seviyede değerlendirilmektedir.

#### **3.5.2.4. Seviye 3: Kurulan (Established)**

Kurulan seviyesinde işletmenin kilit faaliyetleri ve katma değerli işlemler iyi bir şekilde tanımlanmıştır. Süreçlerin ve işlemlerin nitelikleri ilgili standardizasyon ile tutarlıdır. Veriler bütün işlemler ile entegre haldedir. Dikey entegrasyon sağlanmıştır. Standardizasyon ve Dikey Entegrasyon Yön Özellikleri bu seviyede değerlendirilmektedir.

#### 3.5.2.5. Seviye 4: Öngörülebilir (Predictable)

Öngörülebilir seviyesinde, tedarik zinciri entegrasyonu ile birlikte yatay entegrasyon sağlanmaktadır. İmalat organizasyonlarının verimliliğini arttırmak için veri analizi araçları kullanılmaktadır. Tedarik Zinciri Yönetimi ve Müşteri İlişkileri Yönetimi uygulamalarının entegrasyonu sağlanarak operasyonların verimliliğini arttırmak amaçlanmaktadır. Veriler, süreci ve işlemleri gerçek zamanlı olarak kontrol etmek için kullanılmaktadır. Yatay entegrasyon ve Kontrol Yön Özellikleri bu seviyede değerlendirilmektedir.

#### 3.5.2.6. Seviye: Optimizasyon (Optimizing)

Optimizasyon seviyesinde, tüm değer zinciri boyunca mühendisliğin uçtan-uca dijital entegrasyonu sağlanmaktadır. Organizasyon toplanan verilerden öğrenmeye başlamakta ve işleri sürekli geliştirmeye çalışmaktadır. Bu süreçler doğrultusunda iş modeli yenilikçi bir yapıya dönüşmektedir. Üretim yaşam döngüsüne entegrasyonu, İnavasyon ve Kendi Kendine Optimizasyon Yön Özellikleri bu seviyede değerlendirilmektedir.

### 3.6. TÜBİTAK Dijital Olgunluk Modeli<sup>6</sup>

Dijital olgunluk modeli TÜBİTAK- BİLGEM Yazılım Teknolojileri Araştırma Enstitüsü (YTE) tarafından 2017 yılında getirilmiştir. Olgunluk modelinin amacı kamu kurumları ve sundukları hizmetlerde dijital dönüşüm kapasitesi ve etkinliğinin belirlenmesidir. Dijital dönüşüm amacıyla oluşturulan akademik çalışmalar ve olgunluk modelleri incelenmiş BT danışmanları, araştırma şirketleri ve ülke politikaları göz önünde bulundurularak olgunluk modeli meydana getirilmiştir.

TÜBİTAK dijital olgunluk modeli 7 yetkinlik, 4 kabiliyet grubu, kabiliyet grubuna bağlı kabiliyetler ve 4 seviyeden oluşmaktadır. Kabiliyet gruplarının altında yer alan kabiliyetlerin durumunun ölçülmesi Likert ölçekli 5 seviyeden oluşan ankete

---

<sup>6</sup> Olgunluk modelinin incelenmesinde büyük ölçüde TÜBİTAK'ın olgunluk modeli tanıtımını içeren kaynaktan yararlanılmıştır. **Kaynak:** <https://www.dijitalakademi.gov.tr/dijital-olgunluk>, erişim tarihi: 2 Haziran 2019

dayanmaktadır. Anket soruları, seviyelerin ve kabiliyetlerin tespiti için detaylı bilgi TÜBİTAK tarafından paylaşılmamaktadır.



Şekil 24. Dijital Olgunluk Modeli

**Kaynak:** <https://www.dijitalakademi.gov.tr/dijital-olgunluk> erişim tarihi: 2 Haziran 2019

### 3.6.1. Dijital Olgunluk Modeli Yetkinlikleri

#### 3.6.1.1. Stratejik Yönetişim

Dijital dönüşümün sağlanması için oluşturulan strateji ve politika gerekliliklerini kapsamaktadır. 5 alt yetkinlik grubunu içermektedir. Bunlar;

- Dijital strateji yönetimi,
- Politika,
- Kurumsal mimari,
- İhtiyaç tanımlama ve çözüm planlama,
- Bütçedir.

#### 3.6.1.2. Organizasyon

Dijital dönüşüm çalışmalarının yönetim mekanizmasından doğan organizasyonu kapsamaktadır. 3 alt yetkinlik grubunu içermektedir. Bunlar;

- Organizasyon,
- Dijital kültür,
- Yetkinliktir.

#### **3.6.1.3. Yazılım Hizmetleri**

Kurum ihtiyaçlarına dayanan yazılım hizmetleri ve süreçlerini kapsamaktadır.

7 alt yetkinlik grubunu içermektedir. Bunlar;

- Yazılım fizibilite,
- Yazılım geliştirilme,
- Yazılım modernizasyonu,
- Yazılım tedarik,
- Yazılım bakım,
- Veri üretimi,
- Sayısallaştırma.

#### **3.6.1.4. Yazılım Yaşam Döngüsü**

Yazılım projesinin planlanmasından teslimata kadar olan bütün aşamalardan oluşan döngüyü kapsamaktadır. 6 alt yetkinlik grubunu içermektedir. Bunlar;

- Proje yönetimi,
- Gereksinim mühendisliği,
- Teknik çözüm,
- Doğrulama ve geçiş,
- Konfigürasyon yönetimi,
- Kalite güvencesi.

#### **3.6.1.5. Bilgi Teknolojileri Hizmetleri**

Kurumun sahip olduğu teknolojiler ile mevcut donanım ve altyapıların yönetilmesini kapsamaktadır. 6 alt yetkinlik grubunu içermektedir. Bunlar;

- Teknoloji sahipliği,
- Donanım/BT altyapı fizibilitesi,
- Donanım/BT altyapı tedariki,

- Yapım işi,
- Hizmet alımı,
- Donanım/BT altyapısı bakımı/modernizasyonudur.

#### **3.6.1.6. İşletim ve Bakım**

BT hizmetlerinin yönetimi, sunumu ve desteği ile BT Hizmet kalitesinin sürekli iyileştirilmesi için gerekli kabiliyetleri kapsamaktadır.4 alt yetkinlik grubunu içermektedir. Bunlar;

- Planlama ve yönetişim,
- Geçiş ve kontrol,
- Sunum,
- İzleme ve değerlendirmedir.

#### **3.6.1.7. Dijital Hizmetler**

7 alt yetkinlik grubunu içermektedir. Bunlar;

- Kurumsal uygulamaların kullanımı,
- Kurumsal bilgi yönetimi,
- d-Hizmet yönetişimi,
- d-Hizmet tasarımı,
- d-Hizmet sunumu,
- d-Hizmet iyileştirme,
- d-Hizmet inovasyonudur.

#### **3.6.2. Dijital Olgunluk Modeli Kabiliyetler**

Dijital olgunluk modelinde 4 kabiliyet grubu ve kabiliyet grubuna bağlı kabiliyetler yer almaktadır.

##### **3.6.2.1. Planlama ve Yönetişim**

BT hizmetlerinin planlanması ve yönetişiminin sağlanması için gerekli kabiliyet grubudur. 9 kabiliyet içermektedir. Bunlar;



- Hizmet katalog yönetimi,
- Kapasite yönetimi,
- Tedarikçi yönetimi,
- Bilgi güvenliği yönetimi,
- Yeni / değişen hizmetlerin tasarımı,
- İş ilişkileri yönetimi,
- Bütçeleme ve muhasebe yönetimi,
- Hizmet seviyesi yönetimi,
- Hizmet erişilebilirlik yönetimidir.

### **3.6.2.2. Geçiş ve Kontrol**

Yeni planlanan veya değişen BT hizmetlerinin devreye alınması ve kontrolünün sağlanması için gerekli kabiliyet grubudur. 4 kabiliyet içermektedir. Bunlar;

- Varlık yönetimi,
- Değişiklik yönetimi,
- Konfigürasyon yönetimi,
- Sürüm ve yaygınlaştırma yönetimidir.

### **3.6.2.3. Sunum**

BT hizmetlerinin yönetimi, sunulması ve desteğinin sağlanması için gerekli kabiliyet grubudur. 6 kabiliyet içermektedir. Bunlar;

- Operasyon yönetimi,
- Arıza/kesinti ve istek yönetimi,
- Hizmet sürekliliği yönetimi,
- Altyapı yönetimi,
- Problem yönetimi,
- Kimlik ve erişim yönetimidir.

### 3.6.2.4. İzleme ve Değerlendirme

BT Hizmet kalitesinin sürekli iyileştirilmesinin sağlanması için gerekli kabiliyet grubudur. 2 kabiliyet içermektedir. Bunlar;

- Hizmet raporlama,
- Hizmet iyileştirme.

### 3.6.3. Olgunluk Modeli Seviyeleri

#### 3.6.3.1. Seviye 0: Eksik

Bu seviyede kabiliyet pratikleri uygulanmamaktadır.

#### 3.6.3.2. Seviye 1: Uygulanan

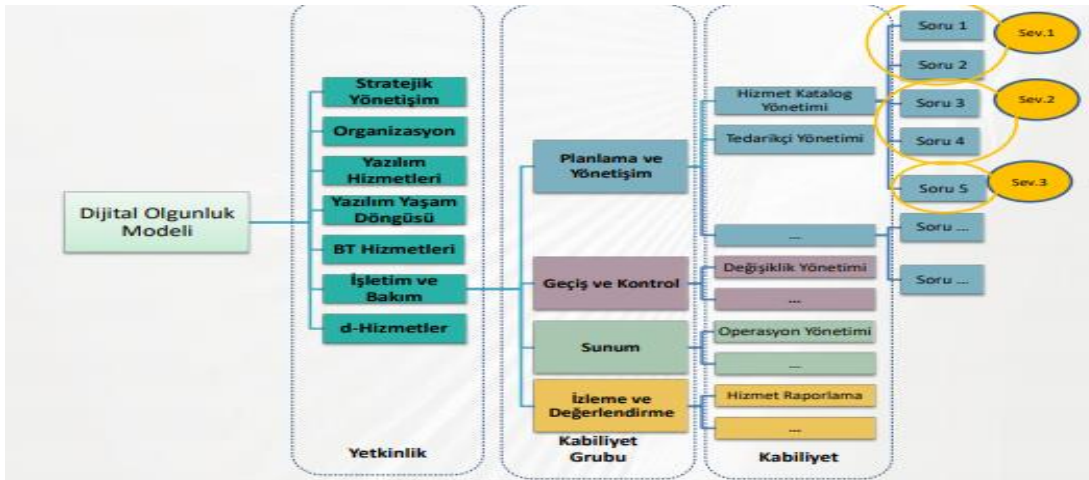
Bu seviyede Kabiliyet pratikleri uygulanmaktadır.

#### 3.6.3.3. Seviye 2: Kurumsallaşmış

Kurumsallaşmış seviyesinde kurumlarda kabiliyetler tanımlıdır ve kabiliyetler standart ve tutarlı bir şekilde uygulamaktadır.

#### 3.6.3.4. Seviye 3: Optimize Edilen

Optimize edilen seviyede kabiliyet seviyeleri ölçülmekte, gerçek potansiyel problemlerin kaynağı analiz edilmekte ve kabiliyetler sürekli iyileşmektedir.



Şekil 25. Dijital Olgunluk Modeli Yetkinlik, Kabiliyet Grubu ve Kabiliyetin Uygulanması

**Kaynak:** [https://www.dijitalakademi.gov.tr/wp-content/uploads/2017/01/DIJITAL-OMR-Etkinlik-DOMR\\_NuriyeUNLU\\_170119-1.pdf](https://www.dijitalakademi.gov.tr/wp-content/uploads/2017/01/DIJITAL-OMR-Etkinlik-DOMR_NuriyeUNLU_170119-1.pdf), erişim tarihi 2 Haziran 2019

### **3.7. Endüstri 4.0: Dijital Kuruluş Oluşturma (Industry 4.0: Building The Digital Enterprise)<sup>7</sup>**

Dijital kuruluş oluşturma modeli, PWC (Price Water-house Coopers) şirketi tarafından oluşturulan Endüstri 4.0'ı uygulamaya yönelik modeldir. Model Endüstri 4.0 yeteneklerinin anahtarı olarak “dijitalleşme” stratejilerine odaklanmaktadır. 4 seviye ve 7 boyuttan oluşmaktadır.

Modelde olgunluk düzeyleri için ölçüm online olarak yapılmaktadır. İlgili boyutlar için toplamda 33 soru sorulmaktadır. Bu sorular olgunluk düzeyini ölçmek için ve şirketleri sınıflandırmak için çeşitli sorulardan (faaliyet, bölge, ülke ve yıllık gelir) oluşmaktadır. Ankette her soru için beş puanlık Likert ölçeği kullanılmaktadır (Ustundag ve Cevikcan, 2017).

#### **3.7.1. Model Seviyeleri**

- A) Dijital Acemi (Digital Novice)
- B) Dikey İşbirlikçi (Vertical İntegrator)
- C) Yatay İşbirlikçi (Horizontal İntegrator)
- D) Dijital Şampiyon (Digital Champion)

#### **3.7.2. Model Boyutları**

1. İş Modelleri (ürün ve servis portföyü)
2. Pazar ve Müşteri Erişimi
3. Değer Zinciri, Süreçler
4. Veri ve Analitik
5. BT Mimarisi
6. Uygunluk, Yasal Risk, Güvenlik ve Vergi
7. Organizasyon ve Kültür

---

<sup>7</sup> Olgunluk modelinin incelenmesinde büyük ölçüde Geissbauer ve arkadaşlarının çalışmasından yararlanılmıştır.

**Kaynak:** Geissbauer, R., Vedso, J., & Schrauf, S. (2016). Industry 4.0: Building the digital enterprise. Retrieved from PwC Website: <https://www.pwc.com/gx/en/industries/industries-4.0/landing-page/industry-4.0-building-your-digital-enterprise-april-2016.pdf>.

Aşağıdaki tabloda modelin seviye ve boyutları ile birlikte bu seviye ve boyutlar dahilindeki gereklilikler belirtilmiştir.

**Tablo 3.** Endüstri 4.0: Dijital Kuruluş Oluşturma Modeli Seviye ve Boyutları

#	Dijital Acemi	Dikey İşbirlikçi	Yatay İşbirlikçi	Dijital Şampiyon
<b>İş modelleri, ürün ve servis portföyü</b>	İlk dijital çözümler ve izole uygulamalar	Yazılımlı <b>dijital ürün ve servis portföyü</b> , ağ (M2M) ve verinin farklı kılan etmen olması	Tedarik Zinciri sınırlarını aşan <b>entegre müşteri çözümleri</b> , dış ortaklar ile ortak çalışma	Yenilikçi ürünler ve servis portföyü ile <b>yeni sıradışı iş modellerinin</b> geliştirilmesi
<b>Pazar ve müşteri erişimi</b>	Çevirimdışı kanallardan ayrılmış bir çevrimiçi varlık, müşteri yerine ürün odaklı olma	<b>Çevrimiçi ve çevirimdışı kanalların entegre kullanımıyla</b> çoklu kanal dağıtım; kurulmuş veri analitiği örn. Kişiselleştirme	<b>Müşteriye bireysel yaklaşım</b> ve değer zinciri ortakları arasında etkileşim	Müşteriyle empati kurarak ve CRM araçlarıyla tüm dijital pazarlama ve satış kanallarında <b>entegre müşteri yolculuğu yönetimi</b>
<b>Değer zinciri, süreçler</b>	Dijitalleşmiş ve otomatik hale gelmiş alt süreçler	Dikey dijitalleşme ve <b>süreç içindeki süreç ve veri akışının birleştirilmesi</b>	<b>Süreçlerin ve veri akışlarının müşteriler ve dış ortaklar</b> ile yatay entegrasyon	Kendinden optimize <b>sanallaştırılmış süreçlerle</b> tamimiyle entegre ortak ekosistemi, merkezi olmayan otonomi
<b>Veri ve analitik</b>	Yarı manuel veri özetlerine dayanan analitik yetenekler. Veri işleme gibi	Merkezi <b>İş Zekâsı (BI) sistemi</b> tarafından desteklenen analitik yetenekler	İç ve dış kaynakları birleştiren BI sistemi ile <b>tahmine dayalı analitik</b>	Akıllı veritabanı ve kendi kendine öğrenme algoritması ile <b>gerçek zamanlı optimizasyon</b>
<b>BT mimarisi</b>	Parçalarına ayrılmış bir BT mimarisi	<b>Homojen BT mimarisi</b>	Ortaklar arasında <b>benzer BT mimarileri</b>	<b>Ortaklar arası servis yolları, güvenli veri değişimleri</b>
<b>Uygunluk, yasal risk, güvenlik ve vergi</b>	Dijitalleşmenin odakta olmadığı geleneksel yapılar	Henüz kapsamlı bir şekilde belirlenmemiş fakat <b>fark edilmiş dijital zorluklar</b>	İş birliği yapan ortaklar ile <b>yasal risklerin istikrarlı bir şekilde belirlenmesi</b>	Yasal, uyumluluk, güvenlik ve vergi için <b>optimize edilmiş değer zinciri ağı</b>
<b>Organizasyon ve kültür</b>	İşlevsel odağın silolarda olması	Henüz yapılandırılmamış ve uyumlu bir şekilde yürütülmeyen <b>fonksiyonlar arası iş birliği</b>	<b>Şirket sınırlarını aşan iş birlikleri</b> , paylaşımın cesaretlendirilmesi ve bir kültür haline getirilmesi	<b>Temel değer yaratan etkenin iş birliği olması</b>

**Kaynak:** Geissbauer, R., Vedso, J., & Schrauf, S. (2016). Industry 4.0: Building the digital enterprise. Retrieved from PwC; Baysal, İ. (2015). Endüstri 4.0. PWC Türkiye. Web: <https://www.okul.pwc.com.tr/images/uploadfile/content/635863141496551266.pdf> adresinden, 15(06), 2016.

### 3.8. Endüstri 4.0 Stratejisi İçin Olgunluk ve Hazırlık Modeli (Maturity and Readiness Model for Industry 4.0 Strategy)<sup>8</sup>

Bu olgunluk modeli oluşturulurken diğer Endüstri 4.0 hazırlık modelleri gözden geçirilerek yeni bir Endüstri 4.0 olgunluk modeli geliştirilmiştir. Model, faaliyetlerini Endüstri 4.0 kavramı çerçevesinde dönüştürmeyi planlayan işletmeler için uygundur. Firmaların ürünlerini, iş süreçlerini ve organizasyonlarını değerlendirmelerine ve olgunluk seviyelerini anlamalarına yardımcı olmayı amaçlamaktadır. Model 3 boyuttan ve 13 ilişkili alandan oluşmaktadır (Tablo 4). Ayrıca bu olgunluk modeli çalışması ilgili kurumun Endüstri 4.0 olgunluğuna erişilebilmesi için bir dizi Endüstri 4.0 ilkeleri ve ilgili teknolojilerine sahip olması gerektiğini savunmaktadır. (Tablo 5).

**Tablo 4.** Endüstri 4.0 Olgunluk ve Hazırlık Modeli Boyutları ve İlişkili Alanları

Endüstri 4.0 Olgunluk ve Hazırlık Modeli		
Boyutlar	Alt Boyutlar	İlişkili Alanlar
Akıllı Ürünler ve Hizmetler		Akıllı Ürünler ve Hizmetler
Akıllı İş Süreçleri	Akıllı Üretim ve İşlemler	Üretim Lojistik ve Tedarik
		Ar-GE Ürün Geliştirme
	Akıllı Pazarlama ve Satış İşlemleri	Satış Sonrası Servis
		Fiyatlandırma/Tanıtım
		Satış ve Dağıtım Kanalları
	Destekleyici İşlemler	İnsan Kaynakları
		Bilişim Teknolojileri
Strateji ve Organizasyon		Akıllı Finans
		İş Modelleri
		Stratejik Ortaklıklar
		Teknoloji Yatırımları
		Örgütsel Yapı ve Liderlik

**Kaynak:** Akdil, K. Y., Ustundag, A., & Cevikcan, E. (2018). Maturity and readiness model for industry 4.0 strategy. In *Industry 4.0: Managing The Digital Transformation* (pp. 61-94). Springer, Cham, S:63

<sup>8</sup> Olgunluk modelinin incelenmesinde büyük ölçüde Akdil ve arkadaşlarının çalışmasından yararlanılmıştır.

**Kaynak:** Akdil, K. Y., Ustundag, A., & Cevikcan, E. (2018). Maturity and readiness model for industry 4.0 strategy. In *Industry 4.0: Managing The Digital Transformation* (pp. 61-94). Springer, Cham.

**Tablo 5.** Endüstri 4.0 Prensipler ve Teknolojiler

Endüstri 4.0 Teknolojileri ve Prensipleri	
Prensipler	Teknolojiler
<ul style="list-style-type: none"><li>• Gerçek zamanlı veri yönetimi (Toplama / işleme / Analiz / Çıkarım)</li><li>• Birlikte çalışabilirlik</li><li>• Sanallaştırma</li><li>• Ademi Merkeziyetçilik</li><li>• Çevik Yapı</li><li>• Servis Odaklı</li><li>• Entegre Edilmiş İş Süreçleri</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Uyarlanabilir Robotik</li><li>• Veri Analizi ve Yapay Zekâ</li><li>• Simülasyon</li><li>• Gömülü sistemler</li><li>• İletişim ve Ağ</li><li>• Siber güvenlik</li><li>• Bulut</li><li>• Eklemeli Üretim</li><li>• Sanallaştırma Teknolojileri</li><li>• Sensörler ve Aktüatörler</li><li>• RFID ve RTLS teknolojileri</li><li>• Mobil teknolojiler</li></ul>

**Kaynak:** Akdil, K. Y., Ustundag, A., & Cevikcan, E. (2018). Maturity and readiness model for industry 4.0 strategy. In Industry 4.0: Managing The Digital Transformation (pp. 61-94). Springer, Cham, S:70

### 3.8.1. Endüstri 4.0 Stratejisi İçin Olgunluk ve Hazırlık Modeli Boyutları

#### 3.8.1.1. Akıllı Ürünler ve Hizmetler

Akıllı ürünler hesaplama yapabilmekte, veri depolayabilmekte ve çevreleriyle etkileşime girebilmektedir. Ayrıca kimlikleri, özellikleri, durumları ve geçmişi hakkında bilgi verebilmektedir. Bu özellikler ürünlerden veri alma ve yorumlama fırsatı oluşturmaktadır. Akıllı ürünler ve hizmetler boyutu, ürün verilerinin sunduğu hizmetleri ölçmek için oluşturulmuştur.

#### 3.8.1.2. Akıllı İş Süreçleri

Akıllı iş süreçleri, işletmelerin Endüstri 4.0 ilkelerine ve tetikleyici teknolojilerine (3B yazıcılar, bulut, mobil ve sanal teknolojiler gibi) göre olgunluk düzeylerini değerlendirmek üzere işlevsel operasyonları içeren bir boyut olarak oluşturulmuştur.

#### 3.8.1.3. Strateji ve Organizasyon

Endüstri 4.0 için gerekli olan strateji ve organizasyonu oluşturmaya yönelik bir boyuttur. Uygun iş modelleri oluşturmaya veya mevcut olanı dönüştürmeye,

teknolojileri tetiklemeye yönelik yatırımlara, hızlı ilerleme ve kurumsal yapı ve liderlik sağlayan stratejik ortaklarla, iş birliğine dayanmaktadır.

### **3.8.2. Endüstri 4.0 Stratejisi İçin Olgunluk ve Hazırlık Modeli Seviyeleri**

Bir kurumun Endüstri 4.0 olgunluk seviyesini belirlemek için dört seviye kullanılmaktadır. Olgunluk modelini oluşturan araştırmacılar, bir kurumun olgunluk seviyelerini ve boyutlarını belirlemek amacıyla bir anket oluşturmuş ve kurumun seviyeleri ve boyutlarının belirlenmesini bu ankete ve sonuçlarına dayandırmışlardır. Olgunluk seviyesini belirlemeye yönelik her ilişkili alanın soruları 0 ila 3 seviye arasındadır.

#### **3.8.2.1. Seviye 0: Devamsızlık (Absence)**

Şirket Endüstri konusunda 4.0 herhangi bir gereksinimlerini karşılamıyor veya bu gereksinimler düşük seviyededir.

#### **3.8.2.2. Seviye 1: Varlık (Existence)**

Şirketin fonksiyonel bölümlerinde bazı pilot girişimlere sahip olduğu bir olgunluk düzeyidir. Ürünler tamamen akıllı olma yeteneğine sahip değildir. Endüstri 4.0 dönüşümünü gerçekleştirmek için veri toplama ve kullanmayı gerektiren otomasyon ve entegrasyon seviyeleri düşüktür. Dijital teknolojiler ve bulut teknolojisi tüm işlemlerde uygulanmamaktadır. Lider ekip, birkaç iş alanında yatırımlar yaparak Endüstri 4.0 stratejisini şirket içinde uygulamayı düşünmektedir. İş modelini oluşturmak veya mevcut modeli dönüştürmek için pilot girişimler bulunmaktadır. Organizasyon yapısı Endüstri 4.0 olgunluğuna erişebilmek için yeterince uygun değildir.

#### **3.8.2.3. Seviye 2: Hayatta Kalma (Survival)**

Şirket ürünlerinde gerçek zamanlı veri yönetimi yapabileceği ve izlenebildiği bir olgunluk düzeyidir. Veri güdümlü hizmet, bu seviyede orta düzeydedir. Şirketin iş süreçleri entegrasyon, veri paylaşımı/toplanması/kullanılması ve çeviklik yönünden orta düzeydedir. Süreçler, ademi merkeziyetçilik için hazırdır ve dijital teknolojilerin desteğiyle birlikte çalışabilirlik ilkesi birkaç alanda uygulanmaktadır. Lider ekip Endüstri 4.0 için planlar geliştirmekte ve birkaç alanda yatırımlar yapmaktadır. Şirket

orta düzeyde yeni iş fırsatları düşünmekte ve diğer şirketler veya akademisyenler ile iş birliği yapabilmektedir. Kurumsal yapı, Endüstri 4.0 projeleri için elverişlidir ve yeni iş modeli geliştirilebilmektedir.

#### **3.8.2.4. Seviye 3: Olgunluk (Maturity)**

Şirket ürünlerinin akıllı olarak tanımlandığı ve veri güdümlü hizmetin yüksek düzeyde olduğu olgunluk seviyesidir. Şirketin iş süreçleri entegrasyon, veri paylaşımı/toplanması/kullanılması ve çeviklik yönünden üst düzeydedir. Neredeyse tüm süreçler ademi merkezîyetçi yeteneğine sahiptir ve birlikte çalışabilirlik ilkesi ileri dijital teknolojilerin sayesinde birçok alanda uygulanmaktadır. Lider ekip Endüstri 4.0 alanında destek sağlamak ve neredeyse tüm bölümler için yatırımlar yapmaktadır. Organizasyon yapısı, şirket genelinde dönüşümü yönetmek için uygundur. Şirket diğer şirketler, akademisyenler, tedarikçiler ve teknoloji sağlayıcılarıyla birçok konuda ortaklık kurabilmektedir. Bu seviyede dijital iş modelleri şirketin mevcut iş modelleriyle entegre haldedir.

### **3.9. Benimseme Olgunluk Modeli (Adoption Maturity Model)<sup>9</sup>**

Bu olgunluk modelinde Endüstri 4.0'a geçiş yapan imalat şirketleri için değerlendirme çerçevesi geliştirilmiştir. Modelin amacı Endüstri 4.0'ı uygulamaya başlamış olan bir kuruluşun olgunluk aşamalarını değerlendirmek ve Endüstri 4.0'ın benimsenmesine ilişkin sonuçları analiz etmektir. Olgunluk modeli Endüstri 4.0'a henüz adım atmamış kuruluşlar için değerlendirmede bulunamamaktadır. Model 3 eksen, 8 olgunluk göstergesi ve 30 olgunluk kaleminden ve oluşmaktadır. Ayrıca her bir olgunluk seviyeleri için bir dizi gereksinim olarak belirtilen 4 seviyeden oluşan Endüstri 4.0 yol haritası mevcuttur (Tablo 6). Olgunluk modeli değerlendirme, uygulama ve seviye aşamaları hakkında detaylı bilgi paylaşılmamaktadır.

---

<sup>9</sup> Olgunluk modelinin incelenmesinde büyük ölçüde Scremin ve arkadaşlarının çalışmasından yararlanılmıştır.

**Kaynak:** Scremin, L., Armellini, F., Brun, A., Solar-Pelletier, L., & Beaudry, C. (2018). Towards a framework for assessing the maturity of manufacturing companies in industry 4.0 adoption. In *Analyzing the Impacts of Industry 4.0 in Modern Business Environments*(pp. 224-254). IGI Global.



**Tablo 6.** Seviyelere Karşılık Gelen Endüstri 4.0 Yol Haritası

Seviye	Endüstri 4.0 Yol Haritası
0	Yol haritası geliştirilmedi. Endüstri 4.0 iş stratejisi sürecinin bir parçası değildir.
1	Yol haritası geliştirilmedi. Endüstri 4.0 teknoloji geliştirme odaklı olarak şirketin genel stratejisinin bir parçasıdır.
2	Yol haritası geliştirilebilir ancak eylem planı iyi tanımlanmamıştır. Endüstri 4.0 şirketin iş stratejisinin bir parçasıdır.
3	Yol haritası geliştirildi ancak uzun vadeli eylem planları hala net değildir. Endüstri 4.0 şirketin iş stratejisinin bir parçasıdır.
4	Yol haritası kısa vadeli ve uzun vadeli planlar ile geliştirilebilir. Endüstri 4.0 şirketin iş stratejisinin bir parçasıdır.

**Kaynak:** Scremin, L., Armellini, F., Brun, A., Solar-Pelletier, L., & Beaudry, C. (2018). Towards a framework for assessing the maturity of manufacturing companies in industry 4.0 adoption. In Analyzing the Impacts of Industry 4.0 in Modern Business Environments(pp. 224-254). IGI Global.

**Tablo 7.** Endüstri 4.0 Olgunluk Değerlendirme Çerçevesi

Endüstri 4.0	Strateji	İş Stratejisi	<ul style="list-style-type: none"><li>• Yatırım</li><li>• Endüstriyel İnternet Yol Haritası</li><li>• Endüstriyel İnternet Vasıtasıyla Ürünlerin Geliştirilmesi</li><li>• Endüstriyel İnternet Yoluyla Yeni Ürünlerin Geliştirilmesi</li></ul>
		Teknoloji Stratejisi	<ul style="list-style-type: none"><li>• Siber Güvenlik Sorunları</li><li>• Platform ve Standartların Seçimi</li></ul>
		Ağ ve Entegrasyon	<ul style="list-style-type: none"><li>• Dikey Entegrasyon Üretim-Karar</li><li>• Yatay Entegrasyon ve Veri Paylaşımı Üretim-Karar</li><li>• Örgüt İçinde Endüstriyel Sistemlerinin Kapsamı</li></ul>
	Olgunluk	Endüstriyel İnternet İçin Altyapı	<ul style="list-style-type: none"><li>• Ekipman Altyapısı</li><li>• BT Sistemleri</li><li>• Güvenlik Sistemleri</li><li>• Benimsenen Teknolojiler</li></ul>
		Analitik Beceriler	<ul style="list-style-type: none"><li>• Büyük Veri Analiz Yeteneği</li><li>• Büyük Veri Analizinin Öneminin Farkındalığı</li><li>• Büyük Veri Kullanma Nedenleri</li><li>• Öz Değerlendirme Sistemi</li><li>• Analitiklere Dayalı Gerçek Zamanlı Değişim Yeteneği</li><li>• Büyük Verilerin Rekabetçi Zekâ için Kullanımı</li></ul>
		Emici (Absorptive) Kapasite	<ul style="list-style-type: none"><li>• Çalışan Eğitim Sistemi</li><li>• Bilgi Yönetim Sistemleri</li><li>• Endüstriyel İnternet İçin Gerekli Becerilerin Farkındalığı</li></ul>
	Performans	Endüstri 4.0'ı Benimsemeyen Faydaları	<ul style="list-style-type: none"><li>• Ekonomik Faydalar</li><li>• Sosyal Faydalar</li><li>• Çevresel Faydalar</li></ul>
		Verimlilik Üzerindeki Etkiler	<ul style="list-style-type: none"><li>• Çalışan Verimliliği</li><li>• Envanter Gereksinimleri</li><li>• Maliyet, Teslimat Süresi, Enerji Tüketimi ve Kusur Oranının Azaltılması</li><li>• Karar Verme Zamanında Azalma</li><li>• Envanter Gereksinimlerinin Etkisi</li></ul>

**Kaynak:** Scremin, L., Armellini, F., Brun, A., Solar-Pelletier, L., & Beaudry, C. (2018). Towards a framework for assessing the maturity of manufacturing companies in industry 4.0 adoption. In Analyzing the Impacts of Industry 4.0 in Modern Business Environments(pp. 224-254). IGI Global.

### **3.10. Bir Endüstri 4.0 Değerlendirme Aracı (An Industry 4 Readiness Assessment Tool)<sup>10</sup>**

Bir değerlendirme aracı olarak karşımıza çıkan bu model tedarik zinciri sürecinde uzmanlığı bulunan Carimson&Co ve yasal hususlar konusunda hukuki danışmanlık hizmeti veren Pinsent Masons şirketlerinin iş birliği ile Warwick Üniversitesi (The University of Warwick) akademisyenleri tarafından firmaların Endüstri 4.0 hazırlığını ölçmek için oluşturulmuştur.

Modelin amacı Endüstri 4.0 hazırlığını değerlendirmek ve gelecekteki gerekliliklerin anlaşılmasını hedeflemektedir. Model 6 boyut, 37 alt boyut ve 4 değerlendirme seviyesinden oluşmaktadır.

#### **3.10.1. Bir Endüstri 4.0 Değerlendirme Aracı Olgunluk Modeli Boyutları**

##### **3.10.1.1. Ürün ve Hizmetler**

Endüstri 4.0'ın vizyonlarından birisi, seri üretim ile aynı birim maliyette ürünün “parti boyutu 1” olsa dahi üretilbilmesidir. Bu şekilde üretim, gelecekteki üretim sistemlerinde, sınırlı geç farklılaştırma (ürünün başlangıçta sınırlı özelliklerle standart olarak üretilmesi, ürüne isteğe göre sonradan farklı özellikler ilave edilebilmesi) ile ürünlerin kişiselleştirilmesine olanak sağlayacaktır. Bu hedefe ulaşmanın alternatif bir yolu ise fiziksel ürün tabanını standartlaştırarak yalnızca dijital ürün özellikleriyle ürünün özelleştirilmesini sağlamaktır. Dijital olarak etkinleştirilen ürünler veri güdümlü hizmetler kurmaya olanak sağlar. Daha sonra bu süreç, ürün verisi kullanımı ile katma değerli hizmetler sunmak için kullanıcı verisi toplanmasına da olanak tanır. Bu nedenler doğrultusunda fiziksel ürünün katkıda bulunulmamış ilk satın alma geliri ile katma değerli hizmetlerden yararlanılarak elde edilen gelir arasında paylaşılan bir iş modeli oluşturmak amaçlanmaktadır. Eğilim ise veri güdümlü hizmetlerden elde edilen gelirin artması yönündedir.

---

<sup>10</sup> Olgunluk modelinin incelenmesinde büyük ölçüde olgunluk modeli tanıtımını içeren web tabanlı kaynaktan yararlanılmıştır.

**Kaynak:** <https://www.crimsonandco.com/wp-content/uploads/2017/10/Industry-4-readiness-assessment-tool-report-Oct-2017.pdf>, erişim tarihi: 3 Ocak 2020

**Tablo 8. Ürün ve Hizmetler Seviyeleri ve Alt Boyutları**

Alt Boyutlar	Hazırlık Seviyeleri			
	Seviye 1 Başlangıç	Seviye 2 Orta Düzey	Seviye 3 Deneyimli	Seviye 4 Uzman
<b>Ürün Kişiselleştirme</b>	Üretim sisteminde kitle üretimi standardize edilmiştir ancak sistem ürünün kişiselleştirilmesine müsait değildir.	Üretim sisteminde ürünlerin büyük çoğunluğu sınırlı geç farklılaşma ile büyük partilerde üretilebilir.	Üretim sisteminde ürünler büyük ölçüde kişiselleştirilebilir niteliktedir ancak temelde standarttır.	Sipariş usulü çalışılan ürünlerin çoğunluğu için geç farklılaşma yapılabilmektedir (parti boyutu 1 olsa dahi).
<b>Ürünün Dijital Özellikleri</b>	Ürünler dijital özellik göstermemektedir.	Ürünler fiziksel değerlerinin yanında, yalnızca fikri mülkiyetler konusunda bir değere sahiptir.	Ürünler fikri mülkiyetler konusunda bir değere sahip olmasının ötesinde bazı dijital özellikler sergilemektedir.	Ürünler fikri mülkiyetler konusunda bir değere sahip olmasının ötesinde yüksek dijital özelliklere de sahiptir.
<b>Veri GÜdümlü Hizmetler</b>	Veri güdümlü hizmetler müşteri ile ilgili bilgiler dikkate alınmadan sunulmaktadır.	Veri güdümlü hizmetlerde müşteri ile ilgili bilgiler çok az dikkate alınmaktadır.	Veri güdümlü hizmetlerde müşteri ile ilgili bilgiler kısmen dikkate alınmaktadır.	Veri güdümlü hizmetler de tamamen müşteri ile ilgili bilgiler dikkate alınarak gerçekleştirilmektedir.
<b>Üründe Veri Kullanım Düzeyi</b>	Ürün verisi kullanılmamaktadır.	Toplanan ürün verilerin %0 ila %20'si kullanılmaktadır.	Toplanan ürün verilerinin %20 ila %50'si kullanılmaktadır.	Toplanan ürün verilerin %50'sinden fazlası kullanılmaktadır.
<b>Gelir Payı</b>	Veri güdümlü hizmetler, gelirin çok küçük bir kısmını oluşturmaktadır (<%2,5).	Veri güdümlü hizmetler, gelirin küçük bir kısmını oluşturmaktadır (<%2,5 ila %7,5).	Veri güdümlü hizmetler, gelirin bir kısmını oluşturmaktadır (<%7,5 ila %10).	Veri güdümlü hizmetler, gelirin önemli bir kısmını oluşturmaktadır (>%10).

**Kaynak:** <https://www.crimsonandco.com/wp-content/uploads/2017/10/Industry-4-readiness-assessment-tool-report-Oct-2017.pdf>, erişim tarihi: 3 Mayıs 2019

### 3.10.1.2. Üretim ve İşlemler

Özerk yönlendirilmiş iş ekipmanları ile kendi kendini optimize eden süreçler doğrultusunda yapılan üretim kişiselleştirilmiş ürünün bir vizyonu haline gelmektedir. Bu üretim sistemlerini siber fiziksel ortamlarda sağlanan fabrikalar gerçekleştirmektedir. Bu şekildeki fabrikalar; fiziksel çalışmalarını planlamak, optimize etmek ve kontrol edebilmek için veri toplanmasına izin verebilen nesnelerin interneti özellikli bir

fabrika ortamıdır. Ayrıca bu tür ortamlarda gerçek veriler ve dijital modelleme kullanılarak çeşitli optimizasyon işlemleri sağlanabilmektedir. Bu amaçlar, imalat yapan işletmeler için çok ciddi ve geniş kapsamlı hedeflerdir.

**Tablo 9.** Üretim ve İşlemler Seviyeleri ve Alt Boyutları

Alt Boyutlar	Hazırlık Seviyeleri			
	Seviye 1 Başlangıç	Seviye 2 Orta Düzey	Seviye 3 Deneyimli	Seviye 4 Uzman
<b>Otomasyon</b>	Birkaç makine otomasyonla kontrol edilebilmektedir.	Bazı makineler ve sistem altyapıları otomasyonla kontrol edilebilmektedir.	Çoğu makine ve sistem altyapısı otomasyonla kontrol edilebilmektedir.	Makineler ve sistemler otomasyonla tamamen kontrol edilebilmektedir.
<b>Makine ve İşletim Sistemi Entegrasyonu (M2M)</b>	Makine ve işletim sistemleri M2M kapasitesine sahip değildir. (Makineler ile işletim sistemi, makinelerin karşılıklı etkileşimine uygun değildir.)	Makineler ve işletim sistemleri bir dereceye kadar makinelerin karşılıklı etkileşimini gerçekleştirebilmektedir.	Makineler ve işletim sistemleri kısmen makinelerin karşılıklı etkileşimini gerçekleştirebilmektedir.	Makineler ve işletim sistemleri tamamen makinelerin karşılıklı etkileşimini gerçekleştirebilmektedir.
<b>Endüstri 4.0 İçin Ekipman Hazırlığı</b>	Makine ve ekipmanların, Endüstri 4.0 modelini karşılaması için büyük ölçüde revize edilmesi gerekmektedir.	Ancak bazı makineler ve sistemler, Endüstri 4.0 modelini karşılayabilmesi için geliştirilebilir özelliktedir.	Makineler ve sistemler, bazı gereksinimleri karşılamaktadır ve gerektiğinde revize edilebilir.	Makineler ve sistemler, gelecekteki tüm gereksinimleri karşılayabilecek özelliktedir.
<b>Özerk Yönlendirilmiş İş Ekipmanları</b>	Otonom olarak yönlendirilen iş ekipmanları mevcut değildir.	Otonom olarak yönlendirilen iş ekipmanları kullanılmamaktadır, fakat devam etmekte olan pilot alanlar bulunmaktadır.	Otonom olarak yönlendirilen iş ekipmanları seçilmiş bölgelerde kullanılmaktadır.	Otonom olarak yönlendirilen iş ekipmanları yaygın olarak benimsenmiştir.
<b>Kendi Kendine Optimizasyon Süreçleri</b>	Kendi kendini optimize eden süreçler kullanılmamaktadır.	Kendi kendini optimize eden süreçler kullanılmamaktadır ancak bu konuda pilot uygulamalar bulunmaktadır.	Kendi kendini optimize eden süreçler seçilen alanlarda kullanılmaktadır.	Kendi kendini optimize eden süreçler yaygın olarak kullanılmaktadır.
<b>Dijital Modelleme</b>	Dijital modelleme kullanılmamaktadır.	Bazı süreçlerde dijital modelleme kullanılmaktadır.	Birçok süreçte dijital modelleme kullanılmaktadır.	İlgili tüm işlemlerde dijital modelleme kullanılmaktadır.
<b>Veri Toplama Süreçleri</b>	Gerektiğinde veriler manuel olarak toplanmaktadır, örneğin kalite kontrol için örnekleme.	İstenilen veriler bazı alanlarda dijital olarak toplanmaktadır.	Birçok alanda kapsamlı dijital veri toplanabilmektedir.	Tüm süreç boyunca kapsamlı otomatik dijital veri toplama imkânı vardır.
<b>Veri Kullanım Süreçleri</b>	Veriler sadece kalite ve düzenleme amaçlı kullanılmaktadır.	Bazı veriler, süreçleri kontrol etmek için kullanılmaktadır.	Bazı veriler süreçleri kontrol etmek ve optimize etmek için kullanılmaktadır. Örneğin öngörücü bakım.	Tüm veriler sadece süreçleri optimize etmek için değil, karar vermek için de kullanılmaktadır.
<b>Bulut Teknolojileri (Çözümleri) Kullanımı</b>	Bulut teknolojileri kullanılmamaktadır.	Bulut tabanlı yazılım, veri depolama ve veri analizi için planlanan ilk çözümler mevcuttur.	Bazı iş alanlarında uygulanan bulut çözümleri mevcuttur.	Genelinde uygulanan birçok bulut çözümleri mevcuttur.
<b>Veri ve BT (Bilişim Teknolojileri) Güvenliği</b>	BT güvenlik çözümleri planlanmıştır.	BT güvenlik çözümleri kısmen uygulanmıştır.	Tüm güvenlik boşlukları kapatmak için geliştirilen planlar ile kapsamlı BT güvenlik çözümleri uygulanmıştır.	BT güvenlik çözümleri, ilgili tüm alanlar için uygulanmıştır ve uyumluluğun sağlanması için sık sık gözden geçirilmektedir.

**Kaynak:** <https://www.crimsonandco.com/wp-content/uploads/2017/10/Industry-4-readiness-assessment-tool-report-Oct-2017.pdf>, erişim tarihi: 3 Mayıs 2019

### 3.10.1.3. Strateji ve Organizasyon

Endüstri 4.0 işletmelerin çalışma şeklinde köklü değişiklikler oluşturduğu için lider ekibin önem verdiği konular arasında yer almaktadır. Lider ekibin bu konudaki muhtemel faydaları anlamaları ve yatırım için plan geliştirmeleri oldukça önemlidir. Endüstri 4.0'ın başarılı bir şekilde uygulanması, yeni teknolojiler satın alarak ve bunu uygulayan ekiplerden destek alarak yapılan yöntemlerden daha fazlasıdır. Bu konuda ilerlemek için stratejik ve organizasyonel düzeyde ilgili ölçümlerin yapılması ve iş birliğine dayalı çalışma yöntemlerinin benimsenmesiyle çapraz fonksiyonel destek gerektirmektedir. Departmanlar, iyileştirmeleri ilerletmek için şirketler arası iş birliğine açık olmalıdır.

İşletmeler Endüstri 4.0 stratejilerini eyleme dönüştürmek için doğru ve dijital bilgiye sahip çalışanlara ihtiyaç duymaktadır. Bunun yanı sıra kişisel gelişim planları dahilinde yetenekli çalışanlara yatırım yapmaları gerekmektedir. Bu nedenle işletmeler Endüstri 4.0'ın faydalarını görmek ister. Bu yatırımların geri dönüşünü izlemek için uygun ölçümler yapması gerekmektedir.

İşletmeler Endüstri 4.0 kavramını işletme fonksiyonlarına ve seviyelerine yerleştirmek zorundadır. Bu zorunluluğu yerine getiren işletmeler, anahtar performans göstergelerinin ve çapraz fonksiyonel iş birliklerinin daha iyi benimsenmesine ve finansal getiri sağlamak için tutarlı olunmasına olanak tanır.

**Tablo 10. Strateji ve Organizasyon Seviyeleri ve Alt Boyutları**

Alt Boyutlar	Hazırlık Seviyeleri			
	Seviye 1 Başlangıç	Seviye 2 Orta Düzey	Seviye 3 Deneyimli	Seviye 4 Uzman
<b>Endüstri 4.0 Stratejisinin Uygulanma Derecesi</b>	Endüstri 4.0 departmanlar düzeyinde kabul görmekte ancak işletmenin stratejisinde yer almamaktadır.	Endüstri 4.0 iş stratejisinde dikkate alınmıştır.	Endüstri 4.0 stratejisi işletmede dikkatlice değerlendirilmekte ve yaygın olarak anlaşılmaktadır.	Endüstri 4.0 stratejisi tüm kurumda uygulanmaktadır.
<b>Endüstri 4.0 Ölçütleri</b>	Anahtar Performans Göstergeleri Endüstri 4.0 çerçevesinde değerlendirilmemiştir.	Standartlaştırılmış İş ölçütleri ile birlikte Endüstri 4.0'ın bazı ölçütleri kullanılmaktadır.	Endüstri 4.0 ölçütleri işletmede geniş bir şekilde kabul edebilmekte ve aylık raporlamada kullanılmaktadır.	İş ölçütleri ve kişisel gelişim planları Endüstri 4.0 çerçevesi doğrultusunda yapılandırılmıştır.
<b>Endüstri 4.0 Uyumu Konusundaki Yatırımlar</b>	Sadece bir iş alanında Endüstri 4.0 yatırımları vardır.	Daha gelişmiş iş alanlarında Endüstri 4.0 yatırımları vardır.	Firmamızda çok sayıda iş alanında Endüstri 4.0 yatırımları vardır.	Firmamızda tüm iş alanlarında Endüstri 4.0 yatırımları vardır.
<b>Endüstri 4.0 İçin Çalışan Becerileri</b>	Çalışanların dijital teknolojilerle ilgili deneyimleri çok az veya hiç yoktur.	İşletmenin teknoloji odaklı alanlarında bazı dijital becerilere sahip çalışanları bulunmaktadır.	İş alanlarının çoğunda gelişmiş dijital ve veri analiz becerileri vardır. Örneğin üretim alanında.	İşletmenin iş alanlarında ki çalışanlar gerekli ve öncü dijital ve analitik becerilere sahiptir.
<b>İş Birliği</b>	İşletme, bağımsız fonksiyonel departmanlar halinde faaliyet göstermektedir.	Departmanlar, arasında sınırlı bir etkileşim vardır.	Departmanlar, çapraz fonksiyonel iş birliğine açıktır.	Departmanlar, gelişmeleri sürdürebilmek için şirketler arası iş birliği yapabilmektedir.
<b>Liderlik</b>	Lider ekip, Endüstri 4.0 yatırımlarının önemini anlayamamıştır.	Lider ekip, Endüstri 4.0'ın getirilerini araştırmaktadır.	Lider ekip, Endüstri 4.0 yoluyla elde edilecek finansal kazançları kavramıştır ve yatırım için planlar geliştirmektedir.	Hem liderlik ekibinde hem de işletmenin genelinde Endüstri 4.0'a yaygın destek mevcuttur.
<b>Finansman</b>	Dikkate değer Endüstri 4.0 yatırımı yoktur.	Hali hazırda Endüstri 4.0 yatırımlarının fayda ve maliyetleri konusunda bir analiz yoktur.	Endüstri 4.0 yatırımlarının yıllık maliyet / fayda analizi yapılmaktadır.	Endüstri 4.0 yatırımlarının çeyrek dönemler için maliyet / fayda analizleri yapılmaktadır.

**Kaynak:** <https://www.crimsonandco.com/wp-content/uploads/2017/10/Industry-4-readiness-assessment-tool-report-Oct-2017.pdf>, erişim tarihi: 3 Mayıs 2019

### 3.10.1.4. Tedarik Zinciri

Tedarik zinciri entegrasyonu Endüstri 4.0'ın gizli bir başarı faktörü olarak karşımıza çıkmaktadır. Endüstri 4.0'ın vizyonu gerçekleştirilecekse çoğu iş süreci ve sistemleri tamamen dijital hale gelmesi gerekmektedir. Bu konuda birçok lider endüstri şirketleri görünürlüğü artırmak ve farklı iş fonksiyonları arasındaki duvarları yıkmak için tedarik zinciri ile ileri teknoloji uygulamalarına adım atmaktadır. Önemli

olan şirketlerin bireysel iş fonksiyonlarında değil tedarikçiler ve müşterilerle entegre bir tedarik zinciri yaklaşımıdır.

Endüstri 4.0 yalnızca yatay ve dikey değer zincirlerinin dijitalleştirilmesini içermekle kalmaz, aynı zamanda müşterilerin ihtiyaçlarını daha iyi karşılayabilmek amacıyla maliyet etkin bir yöntemle şirketlerin ürün ve hizmet portföyünde devrim yapabilmektedir. Müşterilerin hizmetlerden daha iyi faydalanmasını sağlamak için işletmelerin piyasa ortamındaki ve bireysel müşteri gereksinimlerindeki değişikliklere anında yanıt verebilmesi gerekir. Tedarik zinciri boyunca yerleşke, kapasite, envanter ve operasyon bilgileri hakkında gerçek zamanlı bilgi sahibi olmak, müşterilerin ihtiyaçlarına daha iyi yanıt verilmesini sağlamaktadır. Bu bilgi paylaşımı, tedarik zinciri entegrasyonunu mümkün kılmakta ve böylece tedarikçilerinden lojistik sağlayıcılarına kadar daha hızlı bir yanıt verilmesini, tedarik verimliliğini ve tedarik zinciri boyunca daha iyi hizmet almayı kolaylaştırmaktadır.

**Tablo 11. Tedarik Zinciri ve Alt Boyutları**

Alt Boyutlar	Hazırlık Seviyeleri			
	Seviye 1 Başlangıç	Seviye 2 Orta Düzey	Seviye 3 Deneyimli	Seviye 4 Uzman
<b>Gerçek Zamanlı Veri Yönetimi Kullanarak Stok Kontrolü</b>	Yalnızca stok seviyeleri tespit edilmektedir.	Stok seviyelerinin tespitinde manuel olarak güncellenen bilgisayarlı veritabanı kullanılmaktadır.	Bilgisayarlı veritabanı, stok seviyelerini güncelleyen akıllı cihazlarla birlikte kullanılmaktadır.	Stok seviyelerinin tespitinde akıllı cihazlar tarafından güncellenen gerçek zamanlı veritabanı kullanılmaktadır.
<b>Tedarik Zinciri Entegrasyonu</b>	Tedarikçiler veya müşterilerle geçici reaktif iletişim vardır.	Tedarikçiler veya müşterilerle gerektiğinde temel iletişim ve veri paylaşımı yapılabilmektedir.	Kilit stratejik tedarikçiler / müşteriler arasında veri transferi (örneğin müşteri envanteri seviyeleri) gerçekleştirilebilmektedir.	Uygun süreçler için tedarikçiler / müşteriler ile tam entegre sistemler mevcuttur (örneğin, gerçek zamanlı entegre planlama).
<b>Tedarik Zinciri Görünürlüğü</b>	Tedarikçilerle veya müşterilerle entegrasyon yoktur.	Yerleşke, kapasite, stok ve operasyon bilgileri, ilk kademe tedarikçiler ve müşteriler tarafından görülebilmektedir.	Yerleşke, kapasite, envanter ve operasyon bilgileri tedarik zinciri boyunca görülebilmektedir.	Yerleşke, kapasite, envanter ve operasyon bilgileri, tedarik zinciri boyunca gerçek zamanlı olarak görülebilmekte ve izleme ve optimizasyon için kullanılmaktadır.
<b>Tedarik Zinciri Esnekliği</b>	Tedarik zinciri, pazar değişikliklerine yavaş tepki verebilmektedir.	İşletme genel müşteri ihtiyaçlarındaki değişikliğe ve pazardaki değişikliklere orta düzeyde cevap verebilmektedir.	İşletme bireysel müşteri ihtiyaçlarına ve pazar çerçevesindeki değişimlere orta düzeyde cevap verebilmektedir.	İşletme bireysel müşteri ihtiyaçlarına ve pazar çerçevesindeki değişimlere hemen cevap verebilmektedir.
<b>Tedarik Süresi</b>	Malzeme tedarik süresinin uzun olması yüksek stok seviyelerine sebep olmaktadır.	Bazı malzemelerin tedarik sürelerini azaltmak için iyileştirmeler tespit edilebilmektedir.	Anahtar malzemelerin tedarik sürelerini kısaltmak için bazı iyileştirmeler uygulanmaktadır.	Farklılaştırılmış stoklama politikaları ve tedarik süreleri siparişleri etkin bir şekilde karşılayabilmektedir.

**Kaynak:** <https://www.crimsonandco.com/wp-content/uploads/2017/10/Industry-4-readiness-assessment-tool-report-Oct-2017.pdf>, erişim tarihi: 3 Mayıs 2019

### 3.10.1.5. İş Modeli

Endüstri 4.0'ın sunduğu en önemli fırsatlardan birisi iş yapma biçimini yeniden yapılandırmasıdır. Bu yapılandırma işletmelere mevcut iş modellerini geliştirme fırsatı vermektedir.

Ürün ve hizmetler arasındaki çizgilerin bulanıklaşması yani iş modelinde ürün ve hizmetler arasındaki ayırımın zayıflaması ve bunların birbirine yaklaştığı bir konseptte dönüşmesi ile “hizmet olarak iş” modellerinin çoğaldığı görülmüştür. Artık bir ürünün fiziksel olarak satılmasının yanı sıra ürünün satıştan sonraki süreçlerinde de hizmet verildiği görülmektedir. Bu tür işlemler, ürünün tüm yaşam döngüsü



boyunca gerçek zamanlı izlenmesine, bakım faaliyetlerinin gerçek zamanlı ve otomatik olarak yapılmasını gerektirmektedir. Bakım faaliyetlerinin nasıl gerçekleştirileceğine dair kararların veri odaklı olarak alınması, bu süreçleri daha geliştirebilir hale getirmektedir. Bahsedilen bu iş modelleri daha entegre bir pazarlama kanalı gerektirmektedir. BT sistemlerinin tüm şirket süreçlerini desteklediği ve bütünleştiği BT destekli işletmeler, Endüstri 4.0'ın potansiyelinden tam anlamıyla yararlanma olanağına kavuşabilmektedir.

**Tablo 12. İş Modeli Seviyeleri ve Alt Boyutları**

Alt Boyutlar	Hazırlık Seviyeleri			
	Seviye 1 Başlangıç	Seviye 2 Orta düzey	Seviye 3 Deneyimli	Seviye 4 Uzman
<b>Ürün ve Hizmetlerin Bulanıklaşması (iş modelinde ürün ve hizmet arasındaki ayrımın zayıflatılması ve bunların birbirine yaklaştırılması)</b>	Ürün ve hizmet arasındaki ayrımın bulanıklaşması konusunda farkındalık yoktur.	Ürün ve hizmet arasındaki ayrımın bulanıklaşması konusundaki ilerlemeler için bazı başlangıç planları ile kavram farkındalığı bulunmaktadır.	Ürün ve hizmet arasındaki ayrımın bulanıklaşması konusunda yüksek farkındalık ve uygulama planları geliştirilmektedir.	Ürün ve hizmet arasındaki ayrımın bulanıklaşması konusunda planlamalar uygulanmakta ve müşteriye sunulmaktadır.
<b>Veri Güdümlü Kararlar</b>	Veriler yaygın olarak analiz edilmemektedir.	Bazı veriler analiz edilmekte ve performansın gözden geçirilmesi için anahtar iş raporlarında kullanılmaktadır.	Verilerin çoğunluğu analiz edilmekte ve iş kararlarının verilmesinde belirleyici olmaktadır.	İlgili tüm veriler analiz edilmekte ve iş kararlarında etkili olmaktadır.
<b>Gerçek Zamanlı İzleme</b>	Sınırlı ürün takibi yapılmaktadır.	Ürün, üretim ve iç dağıtım alanları arasında hareket ederken takip edilebilmektedir.	Ürün, müşteri dağıtım merkezine ulaşana kadar takip edilebilmektedir.	Ürün, yaşam döngüsü boyunca izlenebilmektedir.
<b>Gerçek Zamanlı ve Otomatik Bakım</b>	Ekipmanlar, bakım programına uygun halde manuel olarak bakımı gerçekleştirilmektedir.	Bazı makineler, performans konularıyla ilgili bir bakım görevini manuel olarak planlamaları konusunda operatörleri uyarabilmektedir.	Bazı makineler kendi kendine teşhis koymakta ve bilgileri otomatik olarak bakım planlama sistemine geçirebilmektedir.	Makineler genellikle kendi kendine teşhis koyabilmektedir ve bakım programı, makineden gelen gerçek zamanlı veriyi temel alarak kendi kendini ayarlayabilmektedir.
<b>Entegre Pazarlama Kanalları</b>	Çevrimiçi ve çevirim dışı pazarlama kanalları arasında bir entegrasyon yoktur.	Çevrimiçi ve çevirim dışı kanalların kendi içlerinde entegrasyonu vardır ancak çevrimiçi ve çevirim dışı kanallar arasında entegrasyon yoktur.	Kanallar entegre edilmiştir ve kişiye özel müşteri yaklaşımı mevcuttur.	Tüm kanallarda entegre müşteri bilgileri yönetimi mevcuttur.
<b>BT Destekli İş Süreçleri</b>	Sadece ana iş süreçleri BT sistemleri tarafından desteklenmektedir.	İşin bazı alanları BT sistemleri tarafından desteklenmekte ve birbirleri ile entegre haldedir.	Büyük ölçüde BT süreç desteği vardır fakat tam entegrasyon mevcut değildir.	BT sistemleri tüm şirket süreçlerini desteklemektedir ve tam entegrasyon mevcuttur.

**Kaynak:** <https://www.crimsonandco.com/wp-content/uploads/2017/10/Industry-4-readiness-assessment-tool-report-Oct-2017.pdf>, erişim tarihi: 3 Mayıs 2019

### 3.10.1.6. Yasal Hususlar

Endüstri 4.0 üretim operasyonlarında, tedarik zincirlerinde ve iş modellerinde geniş kapsamlı bir değişim sürecidir. Şirketlerin Endüstri 4.0'ın tüm potansiyelinden faydalanabilmesi ve iş uygulamalarını başarılı bir şekilde geliştirebilmeleri için yasal hususları göz önünde bulundurmaları gerekmektedir. Değerlendirme açısından 4 yasal boyut belirlenmiştir:

**Sözleşme Modelleri:** Endüstri 4.0 modellerinin uygulanması sonucunda geleneksel (doğrusal) modeller daha çok zorlanmaktadır. Bu yüzden genellikle ikiden fazla taraflar arasında daha işbirlikçi düzenlemelere geçmek için hem kültürel hem de yasal değişikliklere ihtiyaç duyulmaktadır.

**Riskler (Yasal Riskler):** Bu alanda dikkate alınması gereken birden fazla risk bulunmaktadır. Hazırlık değerlendirilmesi sürecinde yasal risklerin göz önünde bulundurulmasına ve farkındalığın oluşmasını sağlamak için gereken eylemleri dikkate almaktadır.

**Veri Koruma Politikaları:** Veri üretimi ve akışı Endüstri 4.0'ın temel bir unsurudur. Bu şekilde verilerin uygun şekilde korunması ve kullanılması üçüncü şahıslar ve Endüstri 4.0'ın işleyişi açısından önemlidir.

**Fikri Mülkiyet Hakları:** Fikri mülkiyet haklarının tespiti, korunması ve kullanılması, şirketlerin ürünlerini ve hizmetlerini rakiplerinden ayırmak için her zaman büyük öneme sahiptir. Bu nedenlerden dolayı fikri mülkiyet haklarının koruma altında olması gerekmektedir.

**Tablo 13. Yasal Hususlar Seviyeleri ve Alt Boyutları**

Alt Boyutlar	Hazırlık Seviyeleri			
	Seviye 1 Başlangıç	Seviye 2 Orta düzey	Seviye 3 Deneyimli	Seviye 4 Uzman
<b>Sözleşme Modelleri</b>	Sözleşme süreci doğrusal ve değişmezdir.	Operasyonel değişiklikleri yansıtacak şekilde sözleşme süreçlerinde bazı değişiklikler yapılmıştır.	Bazı önemli ve hayati projeler yeni sözleşme modellerini kullanmaktadır ancak bu, genel olarak bütün yönetimde standart değildir.	Tüm sözleşmeler davranışsaldır ve en iyi sonucu almaları için tüm tarafları teşvik eder niteliktedir.
<b>Riskler</b>	Endüstri 4.0 ile ilgili yeni yasal riskler tanımlanmamış ve değerlendirilmemiştir.	Yeni riskler tanımlanmıştır ve / veya değerlendirilmiştir, ancak riski hafifletecek önlemler planlanmamıştır.	Yeni riskler tanımlanmıştır ve değerlendirilmiştir. Hafifletici önlemler devreye alınmıştır.	Çalışma grubu değişen risk profilini değerlendirilmiştir ve bunları azaltmak için yürürlükte olan prosedürlere sahiptir.
<b>Veri Koruma Politikaları</b>	Veri koruma politikaları veya prosedürleri yoktur.	Veri koruma konusunda iç politikalar mevcuttur fakat bu politikalar tedarikçiler / müşterilerle etkileşimde uyumu sağlayabilecek düzeyde değildir.	Veri koruma konusunda sağlam politika ve prosedürler mevcuttur, ancak Genel Veri Koruma Yönetmeliği henüz oluşturulmamıştır.	Veri koruma konusunda bir Genel Veri Koruma Yönetmeliği oluşturulmuş ve Endüstri 4.0'a uyum sağlayabilecek düzeydedir.
<b>Fikri Mülkiyet Hakları</b>	Yeni ürün ve hizmetlerdeki fikri mülkiyet hakları tanımlanmamış veya korunma altında değildir.	Yeni ürün ve hizmetlerde fikri mülkiyet farkındalığı mevcuttur fakat yasal koruma tanımlanmamış veya uygulanmamıştır.	Ürün ve hizmetlerdeki fikri mülkiyetler tanımlanmış ve tescil ettirmenin gerekli olup olmadığı ve gerekliyse uygun adımların atılıp atılmadığına ilişkin kısmi değerlendirmeler yapılmıştır.	Ürün ve hizmetlerdeki fikri mülkiyetler tanımlanmış ve tescil ettirmenin gerekli olup olmadığı ve gerekliyse uygun adımların atılıp atılmadığına ilişkin tam değerlendirmeler yapılmıştır.

**Kaynak:** <https://www.crimsonandco.com/wp-content/uploads/2017/10/Industry-4-readiness-assessment-tool-report-Oct-2017.pdf>, erişim tarihi: 3 Mayıs 2019



## DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

### SİVAS İLİ ORGANİZE SANAYİ BÖLGESİNDE ÜRETİM YAPAN FİRMALARIN ENDÜSTRİ 4.0 OLGUNLUK DÜZEYLERİNİN TESPİTİ

Bu bölümde “Bir Endüstri 4.0 Hazırlık Değerlendirme Aracı” olgunluk modelinin Sivas ili organize sanayi bölgesindeki üretim yapan firmaların Endüstri 4.0 olgunluk düzeyinin tespiti için bir çalışma yapılmış, araştırmanın bulgularına değinilmiş ve bulgulara ilişkin değerlendirmeler sunulmuştur. Aşağıda başlıklar halinde araştırmanın amacı ve önemi, yöntemi, evren ve örneklemeleri hakkında bilgi verilmiştir. Son olarak yapılan tespitler sonucu araştırmanın sonuçlarına yer verilmiş ve sonuçlar yorumlanmıştır.

#### 4.1. Araştırmanın Amacı ve Önemi

Endüstri 4.0 kavramı pek çok geçici dijital bir trend olarak görülmesinin yanı sıra bir zorunluluk ve ülke politikası haline gelmektedir. Türkiye sanayisinin bu konuda ileri sıralarda yer alması ve Endüstri 4.0 dönüşümünde farkındalık oluşturması gerekmektedir. Bu konuda gerçekleştirilebilecek ilk çalışma firmaların Endüstri 4.0 hazırlık düzeylerinin tespitidir. Bu nedenle çok sayıda üniversite, firmalar, sivil toplum kuruluşları ve devlet kurumları uygun bir olgunluk modelini kullanarak, firmalarının Endüstri 4.0 hazırlık seviyelerini ölçmeleri ve bunları diğer ülke firmalarının seviyeleri ile karşılaştırmalıdır. Bunun yanında mutlaka bölge ve il düzeyinde hazırlık seviyelerinin tespit edilmesi gerekmektedir. Türkiye’de bu konuda çok sınırlı çalışmalar yapılmış olup, daha çok genel değerlendirmeleri içermektedir. Buradan hareketle araştırmanın amacı, Sivas ili organize sanayi bölgesinde faaliyet gösteren üretim firmalarının Endüstri 4.0 hazırlığının hangi düzeyde olduğunu tespit etmektir. Böylelikle ülke gelişmişlik sıralamasında dördüncü bölgede yer alan bir ilde faaliyet gösteren üretim firmalarının hazırlık düzeyinin tespiti mümkün olabilecek hem de bölge ve ülke şirketleri için fikir verecektir.

## 4.2. Araştırmanın Evren ve Örneklemi

Araştırma için Sivas ili organize sanayi bölgesinde çeşitli sektörlerde üretim yapan işletmeler seçilmiştir. Sivas ili organize sanayi bölgesi müdürlüğünden elde edilen verilere göre; gıda, tekstil, mobilya, kimyasal ürünler (boya, deterjan), plastik ürünler (poşet, boru), metal ve diğer üretim ürünleri (mermer, soğutma, savunma sanayi, endüstriyel soğutma, inşaat vb.) alanlarında aktif 157, pasif 74 olmak üzere toplamda 231 adet firma bulunmaktadır. Kâğıt üzerinde aktif olarak belirtilen firmaların bir kısmının uygulamada fabrikalarında bir üretim gerçekleştirmedikleri ancak fabrika alanlarının depo, büro vb. amaçlarla kullandıkları tespit edilmiştir. Endüstri 4.0 ile yapılan çalışmalarda genel olarak üretim işletmeleri ele alınmış olup, bu çalışmada da üretim işletmeleri çalışmaya dahil edilmiştir. Bu doğrultuda üretim yapan işletmelerin tamamına ulaşılmaya çalışılmış, ancak 60 kadarına ulaşılmış ve 50 kadarıyla çalışma yapılabilmektedir. Çalışmada Warwick Üniversitesi'nin Endüstri 4.0 olgunluğunu ölçmek için geliştirilen "Endüstri 4.0 hazırlık değerlendirme aracı" olgunluk modeli kullanılmıştır.

## 4.3. Araştırmanın Yöntemi

Çalışmada nicel araştırma yöntemleri kullanılmıştır. Nicel araştırmalarda kullanılan veri toplama tekniklerinden olan anket tekniğinden yararlanılmıştır. Anket tekniği aracılığıyla işletmelerin Endüstri 4.0 olgunluk düzeylerinin taranması amaçlanmıştır.

Çalışma, Sivas ili organize sanayi bölgesinde üretim yapan işletmeler üzerinde, 30 Mayıs – 25 Haziran 2019 tarihleri arasında gerçekleştirilmiştir. Anket çalışması işletmelerin yöneticileri fabrika müdürleri ya da bunların yönlendirdiği mühendisler ile yüz yüze görüşme şeklinde yapılmıştır. Gerekli ve sağlıklı bilgilerin alınması amacıyla çalışmanın amacı ve kapsamı katılımcılara belirtilmiş, anlaşılmayan sorular tek tek açıklanmış ve her bir anket tek tek doldurulmuştur. Anket çalışmamızın uygulanması esnasında, elde edilen verilerin sadece yapılacak çalışmada kullanılacağı ve hiçbir surette şahsi ve kişisel bilgilerinin paylaşılmayacağı katılımcılara bildirilmiştir. Ayrıca katılımcılara ilgili anketin başarı değerlendirilmesinde uygulanan bir araştırma çalışması olmadığı da beyan edilmiştir.

Anket çalışması iki bölümden oluşmaktadır. Anketin ilk bölümünde demografik sorular yer almaktadır. Özgün olarak oluşturulan demografik soruların yanı sıra Antalya Ticaret Sanayi Odası'nın gerçekleştirdiği "Antalya Firmalarının Endüstri 4.0 Durum Tespiti, Ölçeğin geliştirilmesi ve Pilot Analizi" projesinin alan araştırmasında bulunan demografik sorulardan da yararlanılmıştır. Anket çalışmasının ikinci bölümünde ise Warwick Üniversitesi'nin Endüstri 4.0 olgunluğunu ölçmek amacıyla oluşturduğu "Endüstri 4.0 hazırlık değerlendirme aracı" olgunluk modelinden yararlanılmıştır. Sorular aslına uygun olarak homojen bir yapıya getirilerek düzenlenmiştir.

Araştırmaya ait bulgulara yönelik değerlendirmeler ise sütun ve radar grafiğinden yararlanılarak yorumlanmıştır. Ayrıca katılımcıların verdikleri cevaplar tablo halinde gösterilmiştir.

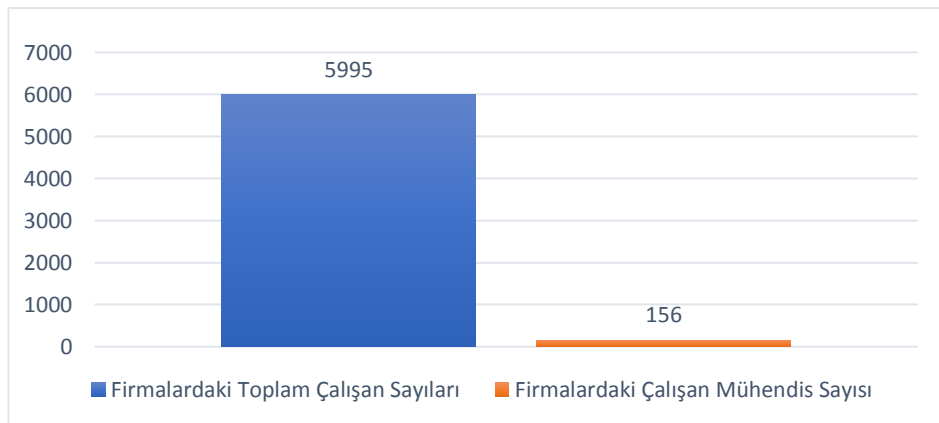
#### 4.4. Araştırma Bulguları

50 Firmanın genellikle Üretim ve AR-Ge Departmanlarına ulaşılmaya çalışılmış bu departmanlara ulaşılamadığı takdirde İnsan Kaynakları Departmanı ile gerçekleştirilen araştırmanın sonucunda aşağıdaki bulgular elde edilmiştir.

##### 4.4.1. Demografik Sorulara İlişkin Bulgular

Araştırmaya katılan 50 firmada toplamda 5995 kişi çalışmakta ve bunlardan ancak 156'sı mühendis olarak görev yapmaktadır.

##### 4.4.1.1. Firmalardaki Toplam Çalışan Mühendis Sayısına Ait Bulgular

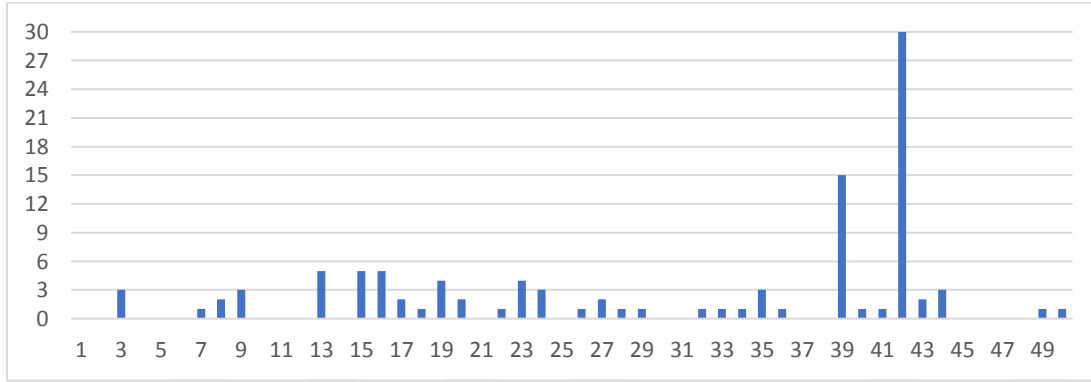


Şekil 26. Firmalardaki Toplam Çalışanlar ve Mühendis Sayılarına Yönelik Genel Görünüm

Araştırmanın evrenine yönelik yapılan Sivas ili organize sanayi bölgesinde bulunan firmaların toplam çalışanların mühendis olarak çalışanlara oranı %3 olarak karşımıza çıkmaktadır.

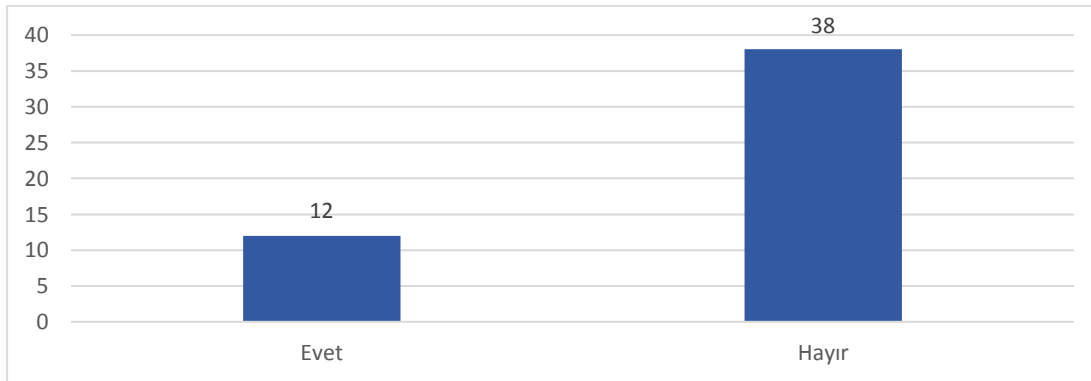
#### 4.4.1.2. Firmalardaki Ar-Ge Departmanı Durumlarına Ait Bulgular

Firmalarda Ar-Ge Departmanı durumuna göre bu departmanda çalışan sayısı ortalama 2 olarak karşımıza çıkmaktadır. Ayrıca firmaların 21'inde Ar-Ge Departmanı bulunurken 19'unda Ar-Ge departmanı bulunmamakta olduğu gözlemlenmektedir. Ayrıca firmalarda toplam çalışan sayısının Ar-Ge çalışanlarına oranı %2 olarak karşımıza çıkmaktadır.



Şekil 27. Firmalardaki Ar-Ge Departmanlarına Yönelik Genel Görünüm

#### 4.4.1.3. Firmaların Endüstri 4.0 Alanında Çalışabilecek Personel Mevcudiyetine Ait Bulgular



Şekil 28. Firmaların Endüstri 4.0 Alanında Çalışabilecek Personel Mevcudiyetine Yönelik Oransal Görünümü

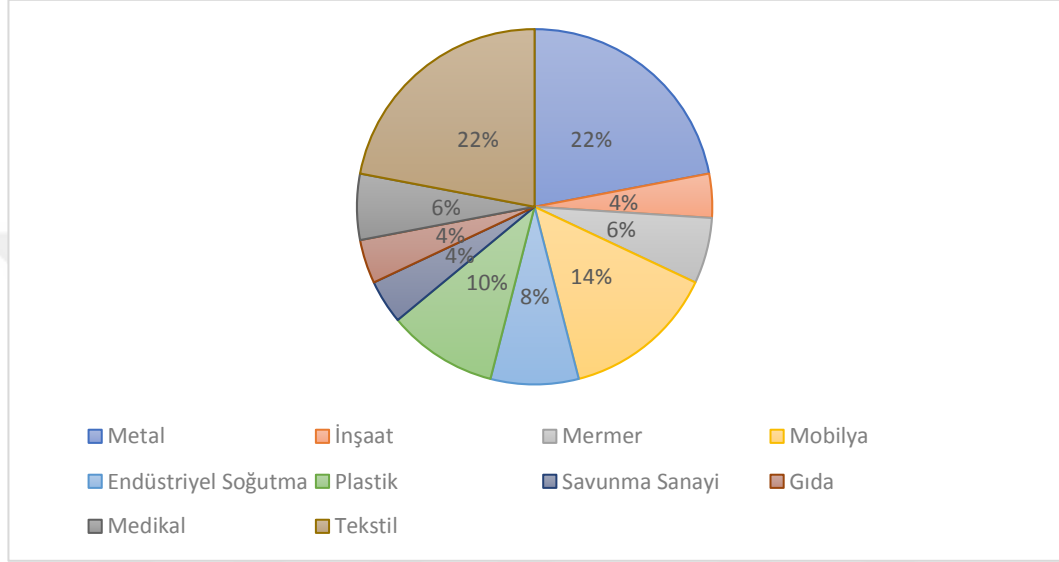
Firmalarda Endüstri 4.0 alanında çalışan veya çalışabilecek personel sayısı düşük olduğu gözlemlenmiştir. Endüstri 4.0 alanında çalışan veya çalışabilecek



personellerin ise yazılım ve mekatronik alanında olduğu demografik sorulara ilişkin bulgularda gözlemlenmektedir.

#### 4.4.1.4. Firmaların Sektörel Dağılımına Ait Bulgular

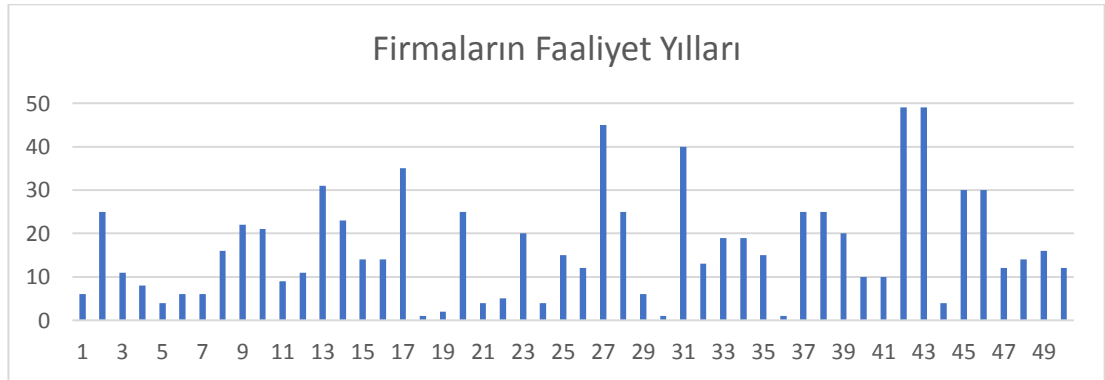
Firmaların sektörel dağılımı incelendiğinde genel olarak tekstil ve metal endüstrileri ön plana çıktığı gözlemlenmiştir.



Şekil 29. Firmaların Sektörel Dağılımına İlişkin Oransal Görünümü

#### 4.4.1.5. Firmaların Faaliyet Yıllarına Ait Bulgular

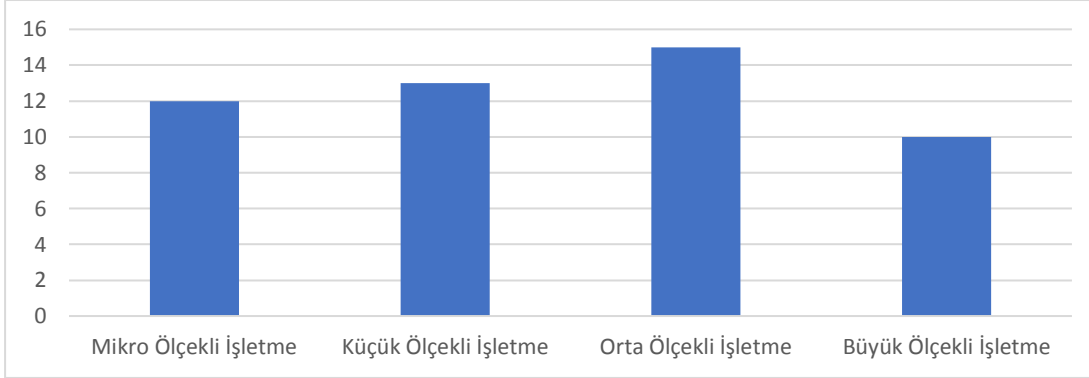
Firmaların faaliyet yıllarına ilişkin bulgularda, firmaların ortalama 16 yıldır faaliyet gösterdikleri gözlemlenmektedir.



Şekil 30. Firmaların Faaliyet Yıllarına İlişkin Genel Görünüm

#### 4.4.1.6. Firmaların Son Bir Yıldaki Cirolarına Göre İşletme Ölçeğine Ait Bulgular

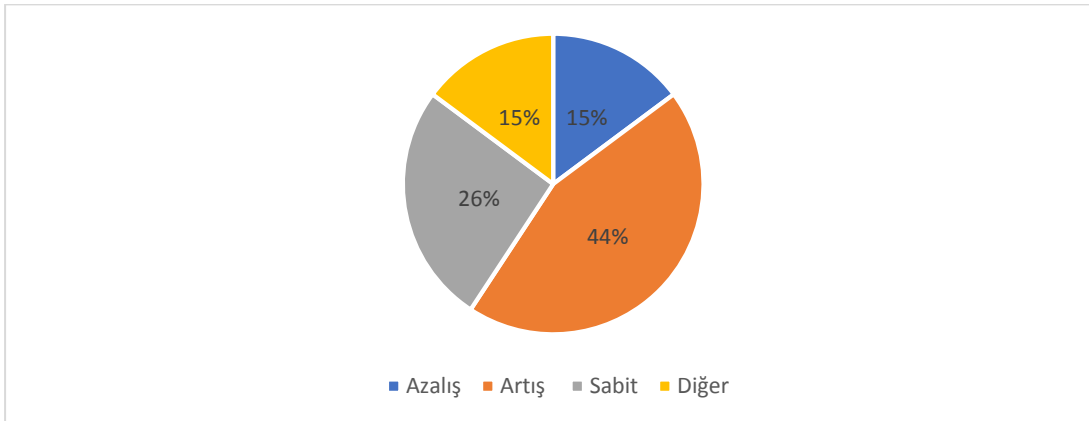
Araştırmaya ilişkin bulguda; firmaların %26'sı küçük ölçekli, %24'ü mikro ölçekli, %30'u orta ölçekli ve %20'si büyük ölçekli işletme olarak karşımıza çıkmaktadır. Ayrıca firmalar ağırlıklı olarak orta ölçekli işletmeye sahip oldukları görülmektedir.



Şekil 31. Firmaların İşletme Ölçeğine Göre Genel Görünümü

#### 4.4.1.7. Firmaların Son Beş Yıldaki Kârlılık Trendine Ait Bulgular

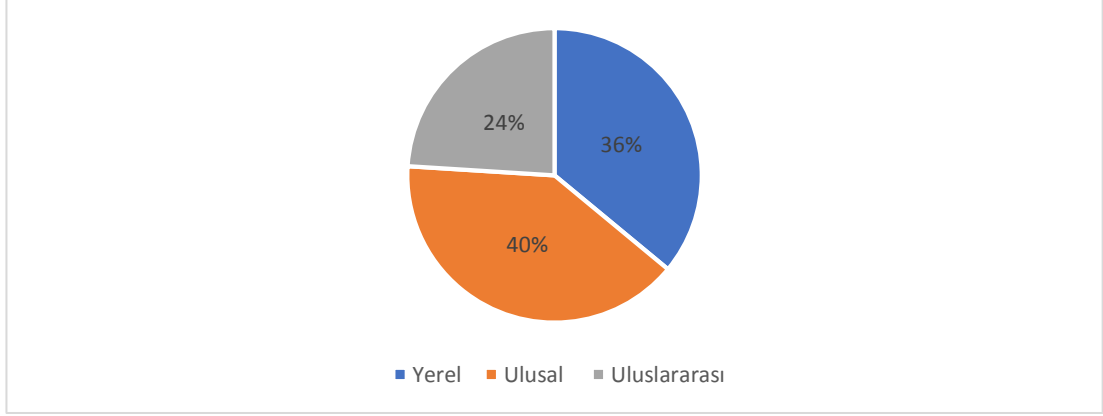
Firmaların son beş yıldaki kârlılık trendleri genel olarak artışta olduğu gözlemlenmiştir.



Şekil 32. Firmaların Son Beş Yıldaki Kârlılık Trendinin Oransal Görünümü

#### 4.4.1.8. Firmaların Faaliyet Kapsamına Ait Bulgular

Firmalar faaliyet kapsamına göre genel olarak ulusal düzeyde çalıştıklarını beyan etmektedirler.

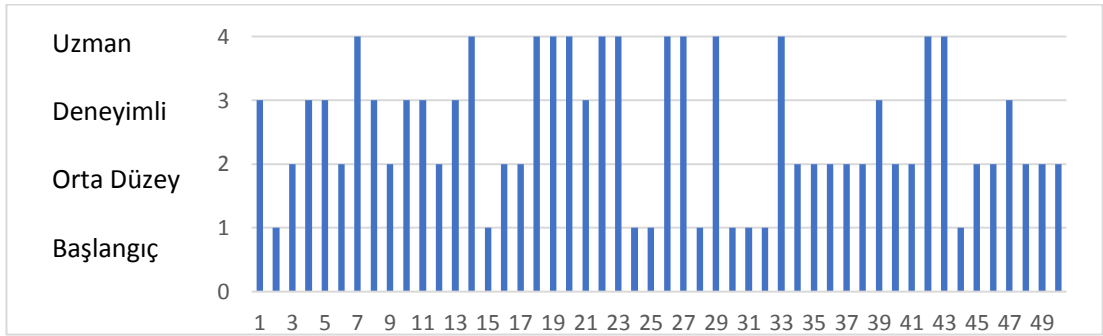


**Şekil 33.** Firmaların Faaliyet Kapsamına Göre Oransal Görünümü

#### 4.4.2. Olgunluk Modeli Seviyeleri ve Boyutlarına Ait Bulgular

##### 4.4.2.1. Ürün ve Hizmetler Boyutuna Ait Bulgular

**Ürün kişiselleştirilmesi** alt boyutu dikkate alındığında çalışmaya katılan firmaların %18'inde ürün kişiselleştirilmesinin olmadığı, %36'sının üretim sisteminde ürünlerin sınırlı geç farklılaşma ile üretilebildiği görülmektedir. Bu firmaların %20'sinde ürünler büyük ölçüde kişiselleştirilebilir özelliktedir ancak temelde standart üretime sahiptir ve firmaların %26'sında sipariş usulü çalışılan ürünlerin büyük çoğunluğu parti boyutu 1 dahi olsa geç farklılaştırma yapılarak üretilebilmektedir.

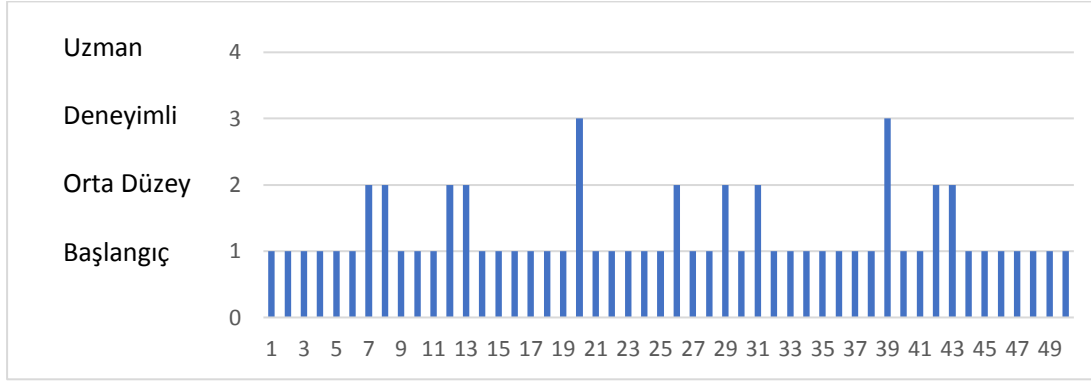


**Şekil 34.** Ürün Kişiselleştirilmesi Alt Boyutuna Yönelik Genel Görünüm

Firmaların ürünlerini kişiselleştirebilmeleri açısından olgunluk modeline göre orta ve deneyimli düzeyi arasında bulunduğu söylenebilir.

**Ürünlerin dijital özellikleri** alt boyutu dikkate alındığında çalışmaya katılan firmaların; %78'sinde ürünler dijital özellik göstermemekte ve firmaların %18'inde ürünlerin fiziksel değerlerinin yanında yalnızca fikri mülkiyetler konusunda bir değere

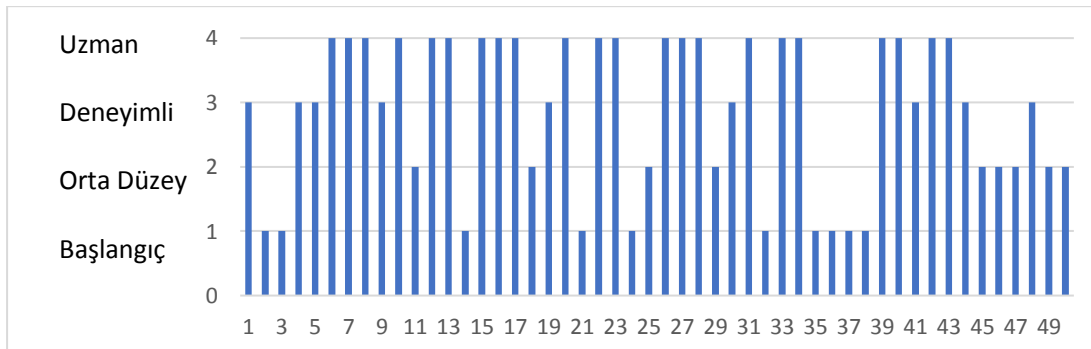
sahip olduğu görülmektedir. Bu firmaların yalnızca %4'ünde ürünler fikri mülkiyetler konusunda bir değere sahip olmasının ötesinde bazı dijital özellikler sergilemekte olduğu görülmekte ve deneyimli seviyesine ulaşan firma bulunmamaktadır.



**Şekil 35.** Ürünlerin Dijital Özellikleri Alt Boyutuna Yönelik Genel Görünüm

Çalışmaya katılan firmaların ürünlerin dijital özellikleri açısından iyi bir seviyede olmadığı söylenebilir. Bu konuda kendilerini geliştirmeleri ürünlerinin fiziksel özelliklerinin yanında dijital özelliklerini de artırmaları ve Endüstri 4.0 konusunda hazırlıklarını tamamlamaya çalışmalarını gerekmektedir.

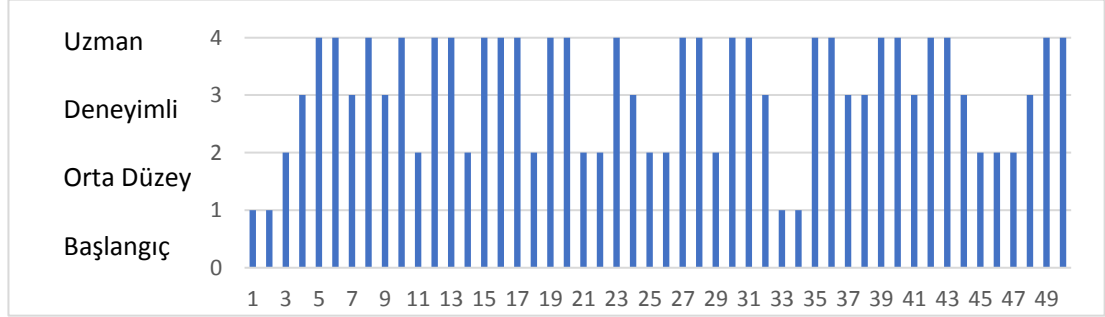
**Veri güdümlü hizmetler** alt boyutu dikkate alındığında çalışmaya katılan firmaların; %20'si veri güdümlü hizmetlerden yararlanırken müşteri ile bilgileri dikkate almakta, %18'i veri güdümlü hizmetlerde müşteri ile bilgileri çok az dikkate almakta, %18'i ise veri güdümlü hizmetlerde müşteri ile ilgili bilgileri kısmen dikkate almaktadır. Bu firmaların %44'ü veri güdümlü hizmetlerde tamamen müşteri ile ilgili bilgileri dikkate aldığı görülmektedir.



**Şekil 36.** Veri Güdümlü Hizmetler Alt Boyutuna Yönelik Genel Görünüm

Firmaların veri güdümlü hizmetler açısından olgunluk modeline göre orta ve deneyimli düzeyi arasında bulunduğu söylenebilir.

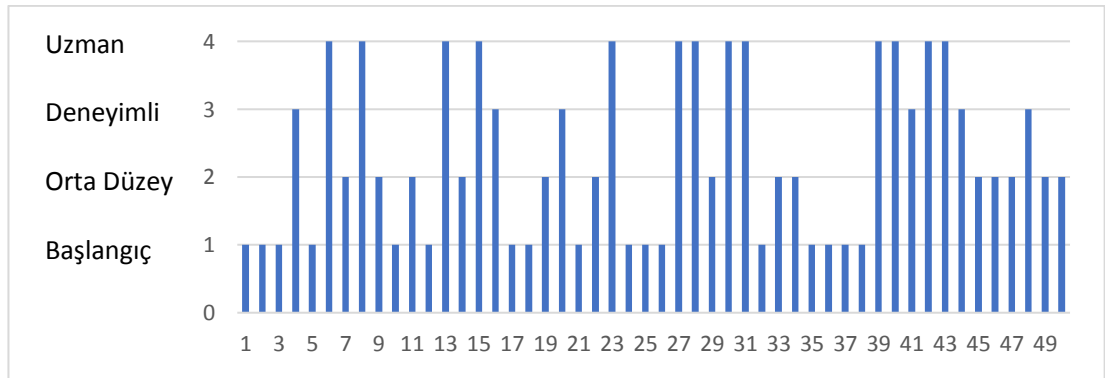
**Üründe veri kullanım düzeyi** alt boyutu dikkate alındığında çalışmaya katılan firmaların; %8'i ürün verisi kullanmadığı, %24'ü topladığı ürün verilerinin %0 ila %20'sini kullandığı, %20'sinin bu verilerin %20 ila %50'sini kullandığı ve %48'inin ise topladığı ürün verilerinin %50'sinden fazlasını kullandığı görülmektedir.



**Şekil 37.** Üründe Veri Kullanım Düzeyi Alt Boyutuna Yönelik Genel Görünüm

Firmaların üründe veri kullanım düzeyleri deneyimli seviyesini az da olsa geçtiği söylenebilir. Topladıkları ürün verilerini daha çok kullanmaya çalışmaları firmaların bu boyutta önemli bir seviyeye ulaşabileceklerini göstermektedir.

**Gelir payı** alt boyutu dikkate alındığında çalışmaya katılan firmaların; %26'ü veri güdümlü hizmetlerin gelir paylarının çok küçük bir kısmını (<%2,5) oluşturduğunu beyan etmekte iken, %28'i veri güdümlü hizmetlerin gelirlerinin küçük bir kısmını (<%2,5 ila %7,5) oluşturduğunu, %12'si ise gelirlerinin bir kısmının (<%7,5 ila %10) veri güdümlü hizmetlerden oluştuğu görülmektedir. Bu firmaların %32'si veri güdümlü hizmetlerin gelirlerinin önemli bir kısmını oluşturduğunu (>%10) ifade etmişlerdir.



**Şekil 38.** Gelir Payı Alt Boyutuna Yönelik Genel Görünüm

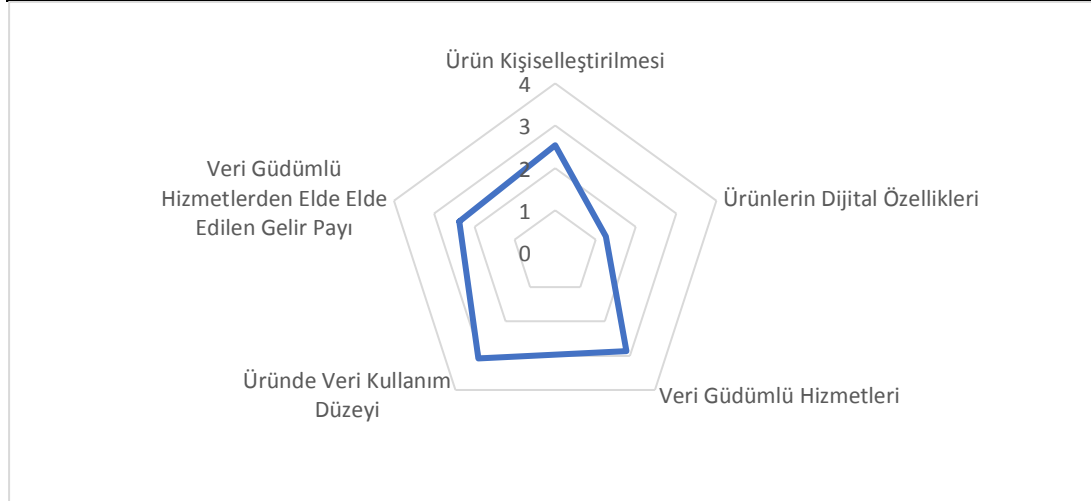
Bu firmaların veri güdümlü hizmetler açısından orta ve deneyimli düzey arasında olsalar da bu durumun elde edilen gelir payı üzerinde olumlu bir etkiye sahip olmadığı

görülmektedir. Firmaların veri güdümlü hizmetleri müşteri bilgileri daha çok dikkate alarak geliştirmesi ve elde ettiği gelirlerine veri güdümlü hizmetlerin payını da yükseltmeleri gerekmektedir.

Ürün ve hizmetler boyutuna yönelik çalışmaya katılan firmaların cevapları toplu olarak tablo 14’te ve hazırlık seviyeleri şekil 39’da görülebilir.

**Tablo 14.** Ürün ve Hizmetler Boyutuna Yönelik Bulgular

Ürün ve Hizmetler											
	Seviye 1 Başlangıç		Seviye 2 Orta Düzey		Seviye 3 Deneyimli		Seviye 4 Uzman		Bu konu firmamızla alakalı değildir.	Toplam	
	Cevap Sayısı	%	Cevap Sayısı	%	Cevap Sayısı	%	Cevap Sayısı	%		Cevap Sayısı	%
Ürün Kişiselleştirilmesi	9	18	18	36	10	20	13	26	-	50	100
Ürünlerin Dijital Özellikleri	39	78	9	18	2	4	0	0	-	50	100
Veri Güdümlü Hizmetler	10	20	9	18	9	18	22	44	-	50	100
Üründe Veri Kullanım Düzeyi	4	8	12	24	10	20	24	48	-	50	100
Gelir Payı	13	26	14	28	6	12	16	32	-	50	100



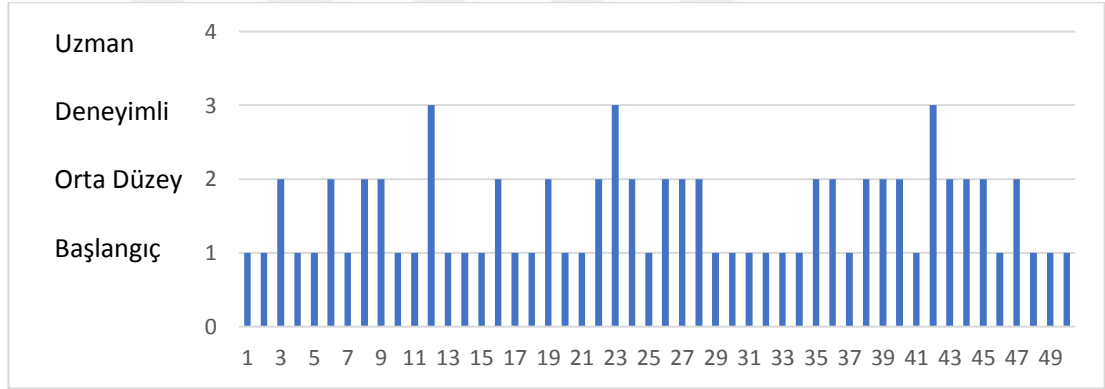
**Şekil 39.** Ürün ve Hizmetler Boyutuna Yönelik Genel Görünüm

Genel bir değerlendirme yapıldığında çalışmaya katılan firmaların ürün ve hizmetler başlığı altında veri güdümlü hizmetlerden elde edilen gelir payını ve ürünlerin dijital özellikleri konusunda kendilerini oldukça geliştirmesi gerektiği görülmektedir. Bu konuların firmalar üzerinde etkili olmamalarının sebeplerinden birisi firmaların bilişim teknolojilerine olan farkındalığının yeterince olmaması ve

firmaların gereken eğilimi göstermemeleri olabilir. Veri güdümlü hizmetlerin gelir payındaki etkisi, veri güdümlü hizmetlerden yararlanılma oranına kıyasla firmaların gerekli farkındalıklarının olmaması da diğer bir sebep olarak gösterilebilir. Değişen çevre şartları ve artan rekabet ortamında firmaların bu konuların önemini anlayarak eksikliklerini tamamlamaları kaçınılmaz hale gelecektir.

#### 4.4.2.2. Üretim ve İşlemler Boyutuna Yönelik Bulgular

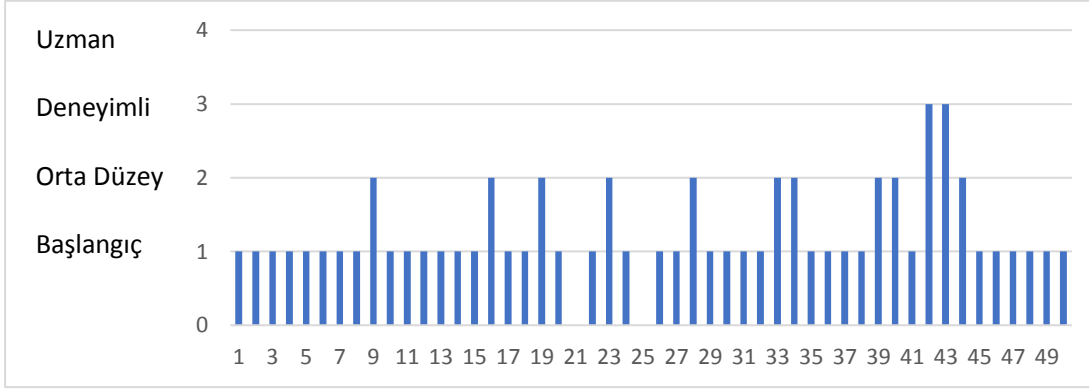
**Otomasyon** alt boyutu dikkate alındığında çalışmaya katılan firmaların; %54'ünde birkaç makine, otomasyonla kontrol edilebilmekte, %40'ında bazı makineler ve sistem altyapıları otomasyonla kontrol edilebilmektedir. Bu firmaların yalnızca %6'sında ise çoğu makine ve sistem altyapıları otomasyonla kontrol edilebilmektedir. Ancak uzman seviyesinde tamamen otomasyonla kontrol edilebilen makine ve sistemler bulunmamaktadır.



**Şekil 40.** Otomasyon Seviyesi Alt Boyutuna Yönelik Genel Görünüm

Bu tespite göre firmaların otomasyon seviyeleri başlangıç ve orta düzey arasında olduğu söylenebilir. Ne var ki bu durum Endüstri 4.0 teknoloji entegrasyonu açısından düşük bir seviyeyi işaret etmektedir.

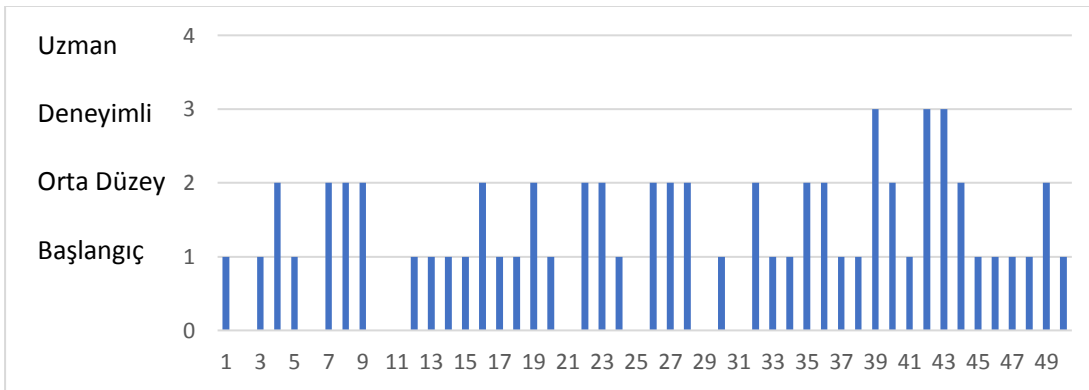
**Makine ve işletim sistemi entegrasyonu (M2M)** alt boyutu dikkate alındığında çalışmaya katılan firmaların; %72'sinin makine ve işletim sistemleri M2M kapasitesine sahip olmadığı ve %20'sinde ise makineler ve işletim sistemlerinin bir dereceye kadar makinelerin karşılıklı etkileşimi gerçekleştirilebilmektedir. Firmaların yalnızca %4'ünün makine ve işletim sistemleri kısmen makinelerin karşılıklı etkileşimini gerçekleştirilebilmektedir. Firmaların %4'ü de bu konunun kendileri ile ilgili olmadığını beyan etmişlerdir.



**Şekil 41.** Makine ve İşletim Sistemi Entegrasyonu Alt Boyutuna Yönelik Genel Görünüm

Firmalar Endüstri 4.0 için gerekli olan teknoloji odaklı alt boyutta yer alan makine ve işletim sistemi entegrasyonu konusunda iyi bir seviyede yer almazken bu konuda oldukça fazla bir çalışma ve yatırım içinde bulunmaları gerekmektedir. Aksi halde bu boyutta hazırlık seviyesini yakalayamayacaklardır.

**Endüstri 4.0 için ekipman hazırlığı** alt boyutu dikkate alındığında çalışmaya katılan firmaların; %44'ünde makine ve ekipmanların Endüstri 4.0 modelini karşılaması için büyük ölçüde revize edilmesi gerekmekte, %34'ünde ancak bazı makine ve sistemler, Endüstri 4.0 modelini karşılayabilmesi için geliştirilebilir özelliktedir. Firmaların, yalnızca %6'sında makineler ve sistemler, bazı gereksinimleri karşılamakta ve gerektiğinde revize edilebilme özelliğine sahiptir. Bu firmaların hiçbirinde makine ve işletim sistemleri tamamen makinelerin karşılıklı etkileşimini gerçekleştirememekte ve olgunluk modelinin uzman seviyesinde yer almamaktadır. Ayrıca firmaların %16'sı bu konunun kendileri ile ilgili olmadığını beyan etmişlerdir.

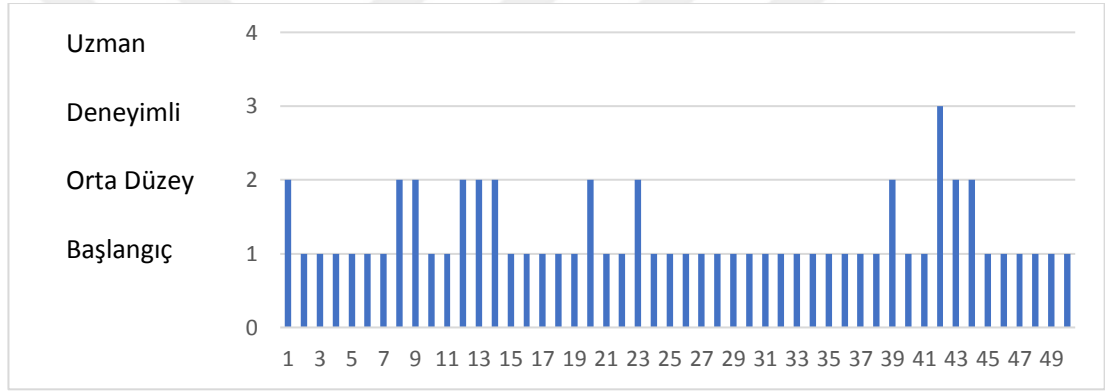


**Şekil 42.** Endüstri 4.0 İçin Ekipman Hazırlığı Alt Boyutuna Yönelik Genel Görünüm



Çalışmaya katılan firmaların Endüstri 4.0 anlamında ekipman hazırlıklarının olmadığı söylenebilir. Ekipmanlarını büyük ölçüde revize etmeleri bu konuda ciddi bir çalışma içine girmeleri gerekmektedir.

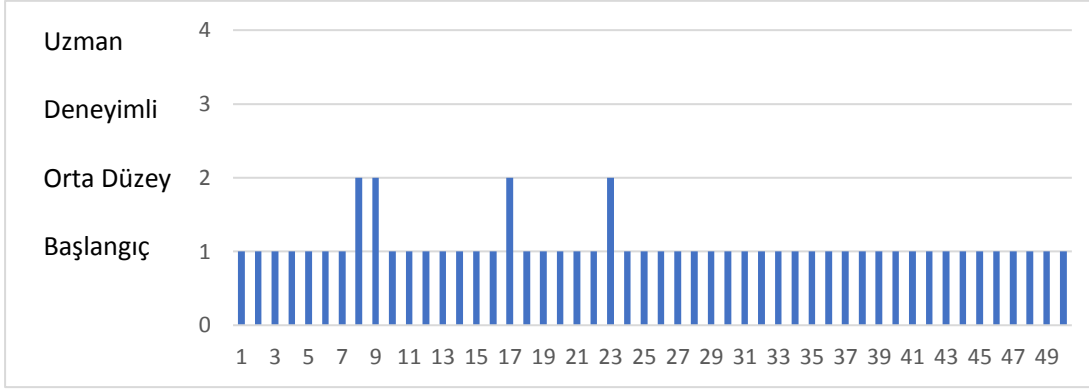
**Özerk yönlendirilmiş iş ekipmanları** alt boyutu dikkate alındığında çalışmaya katılan firmaların; %76'sında otonom olarak yönlendirilen iş ekipmanları mevcut değilken, %22'sinde otonom olarak yönlendirilen iş ekipmanları kullanılmamaktadır fakat devam etmekte olan pilot alanlar bulunmaktadır. Bu firmaların yalnızca %2'sinde otonom olarak yönlendirilen iş ekipmanları seçilmiş bölgelerde kullanılmaktadır. Hiçbir firma uzman seviyesinde yer almamış yani otonom olarak yönlendirilen iş ekipmanları yaygın olarak benimseyen firma bulunmamaktadır.



**Şekil 43.** Özerk Yönlendirilmiş İş Ekipmanları Alt Boyutuna Yönelik Genel Görünüm

Özerk yönlendirilmiş iş ekipmanları konusunda elde edilen sonuçlara göre firmaların oldukça geride kaldıkları söylenebilir. Endüstri 4.0 anlamında ekipman hazırlığı sürecinde önemli faktörlerden birisi özerk yönlendirilmiş iş parçalarıdır. Üretimde verimliliği artırmak ve inovasyon yapabilmek için firmaların bu konu üzerinde yoğunlaşmaları gerekmektedir.

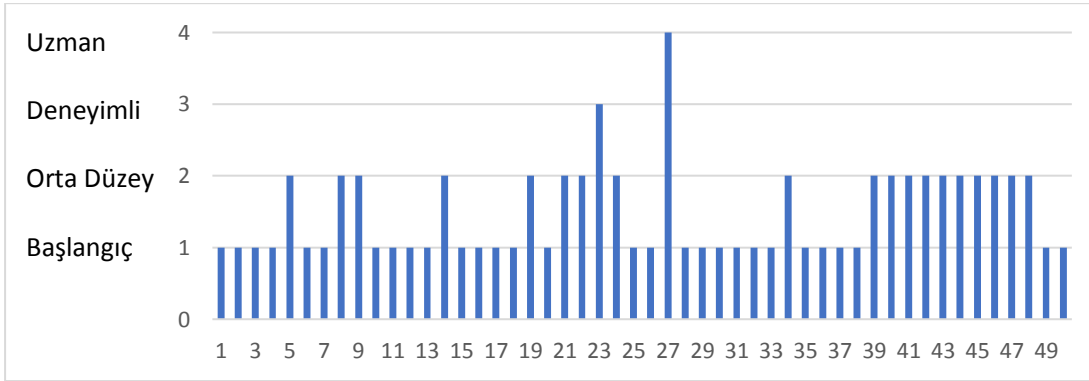
**Kendi kendine optimizasyon süreçleri** alt boyutu dikkate alındığında çalışmaya katılan firmaların; %92'sinde kendi kendini optimize eden süreçler kullanılmamaktadır ve %8'inde kendi kendini optimize eden süreçler pilot uygulamalar düzeyinde kullanılmaktadır. Hiçbir firma kendi kendini optimize eden süreçleri seçilen alanlarda veya yaygın olarak kullanmayarak deneyimli ve uzman seviyesinde yer almamaktadırlar.



**Şekil 44.** Kendi Kendine Optimizasyon Süreçleri Alt Boyutuna Yönelik Genel Görünüm

Çalışmaya katılan firmaların kendi kendine optimizasyon süreçlerinde de çok geride kalmış olduğu söylenebilir. Bu süreç özerk iş ekipmanları için önemli bir faktördür ancak özerk yönlendirilmiş iş ekipmanları seviyesinin düşük olması özerk optimizasyon süreçlerini de etkilemektedir.

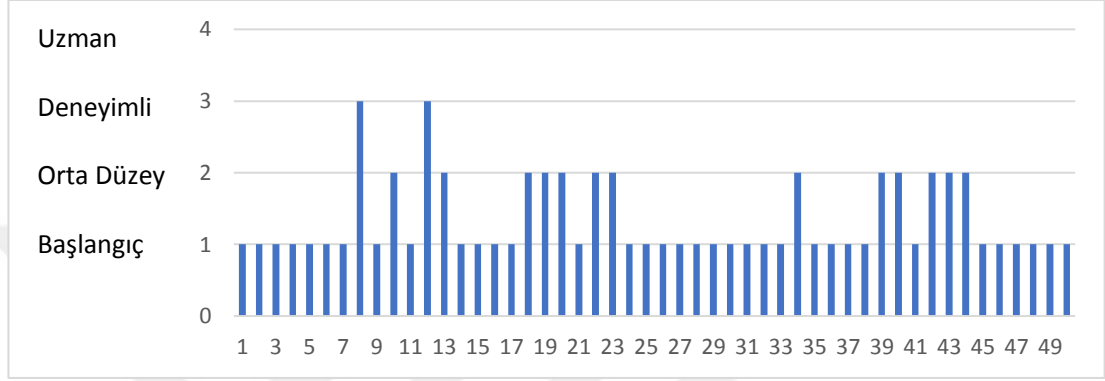
**Dijital modelleme** alt boyutu dikkate alındığında çalışmaya katılan firmaların; %58'i dijital modelleme kullanmadığı, %38'inin bazı süreçlerinde dijital modelleme kullandığı görülmüştür. %4'ü ise birçok süreçte dijital modelleme kullandığı görülmüştür. Ayrıca hiçbir firma ilgili tüm işlemlerinde dijital modelleme kullanılmayarak uzman seviyesinde yer almamışlardır.



**Şekil 45.** Dijital Modelleme Alt Boyutuna Yönelik Genel Görünüm

Dijital modelleme süreçlerini kullanmak firmalara kaynak verimliliği ve karlılığı sağlamaktadır fakat firmaların bilişim teknolojilerine olan farkındalıklarının düşük olduğu ve bu konuya yoğunlaşmak istemedikleri kendileri tarafından ifade edilmiştir. Ayrıca firmalar geleneksel üretim sistemlerini ısrarla terk etmek istememeleri dijital modelleme konusunda geri kalmalarına sebep olmuştur.

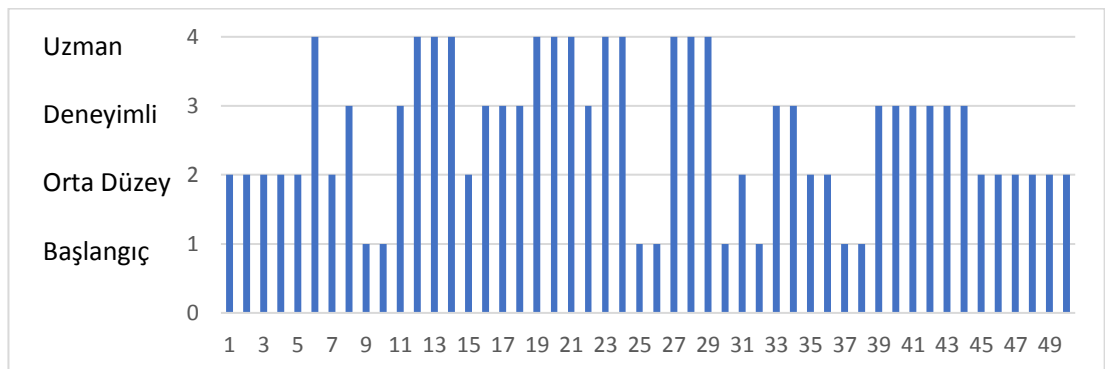
**Veri toplama süreçleri** alt boyutu dikkate alındığında çalışmaya katılan firmaların; %70'i gerektiğinde verileri manuel olarak toplamakta, %26'sı istenilen verileri bazı alanlarda dijital olarak toplamakta ve yalnızca %4'ü birçok alanda kapsamlı dijital veri toplamakta oldukları tespit edilmiştir. Ayrıca hiçbir firma tüm süreçlerinde kapsamlı otomatik dijital veri toplamayı gerçekleştirmediklerinden uzman seviyesinde yer almamışlardır.



**Şekil 46.** Veri Toplama Süreçleri Alt Boyutuna Yönelik Genel Görünüm

Katılımcı firmaların veri toplama süreçlerinde Endüstri 4.0'a yönelik gereken yeni teknolojik gelişmeleri yakalayamadıkları söylenebilir. Bu firmalar bu konudaki yeni teknolojileri zaman ve maliyetten ötürü kullanıma almadıkları ve uygulamak istemediklerini beyan etmişlerdir.

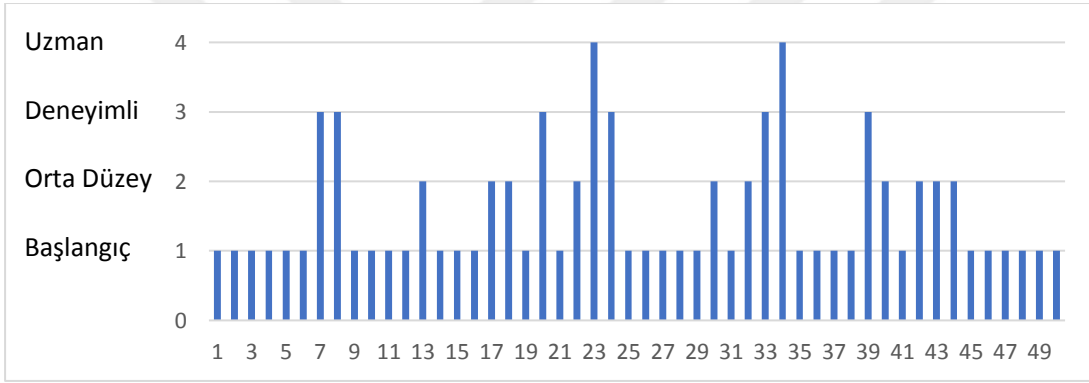
**Veri kullanım süreçleri** alt boyutu dikkate alındığında çalışmaya katılan firmaların; %16'sı verileri sadece kalite ve düzenleme amaçlı kullanmakta, %32'si bazı verileri süreçleri kontrol etmek için, %28'i bazı verileri süreçleri kontrol etmek ve optimize etmek için ve kalan %24'ü tüm verileri sadece süreçleri optimize etmek için değil, karar vermek için de kullanmakta oldukları tespit edilmiştir.



**Şekil 47.** Veri Kullanım Süreçleri Alt Boyutuna Yönelik Genel Görünüm

Veri kullanım süreçleri konusunda katılımcı firmalar genel olarak orta ve deneyimli düzeyleri arasında yer almış ve üretim ve işlemler boyutu başlığında en yüksek düzeye ulaşmışlardır. Bu konuda firmalar, her ne kadar diğer başlıklara kıyasla yüksek seviyede yer almış olsalar da Endüstri 4.0 hazırlıklarında ideal bir hazırlık seviyesine ulaşabilmeleri için gelişim göstermeleri gerekmektedir.

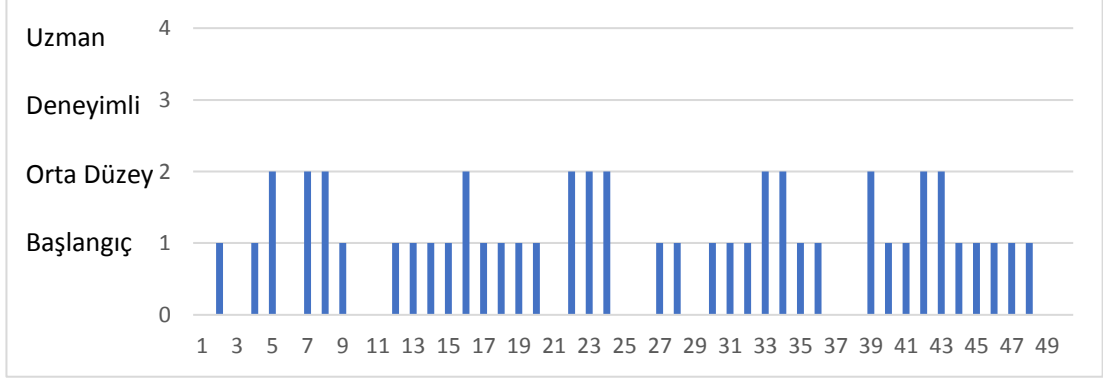
**Bulut teknolojileri (çözümleri) kullanımı** alt boyutu dikkate alındığında çalışmaya katılan firmaların; %64'ü bulut teknolojilerini kullanmış, %20'sinde bulut tabanlı yazılım, veri depolama ve veri analizi için planlanan ilk çözümlerin firmada mevcut olduğu, %12'sinin bazı iş alanlarında bulut teknolojilerini uyguladıkları tespit edilmiştir. Ayrıca katılımcı firmaların yalnızca %4'ünde işletme genelinde uygulanan birçok bulut çözümlerine sahip olduğu görülmüştür.



**Şekil 48.** Bulut Teknolojileri (Çözümleri) Kullanımı Alt Boyutuna Yönelik Genel Görünüm

Katılımcı firmaların bulut teknolojileri (çözümleri) kullanımını Endüstri 4.0'ın temel bileşenleri içerisinde yer almasına rağmen büyük oranda uygulamadıkları söylenebilir. Endüstri 4.0 hazırlığı için hayati öneme sahip bu konunun firmalar tarafından kısa sürede dikkate almaları ve maliyetler konusunda büyük avantajlar sağlayan bulut teknolojilerine yönelmeleri gerekmektedir.

**Veri ve BT (Bilişim Teknolojileri) güvenliği** alt boyutu dikkate alındığında çalışmaya katılan firmaların; %50'sinde BT güvenlik çözümleri planlanmışken, %24'ünde ise BT güvenlik çözümleri kısmen uygulanmıştır. Katılımcı hiçbir firma bu konuda uzman ve deneyimli seviyesine ulaşamamıştır. Ayrıca firmaların %26'sı bu konunun firmaları ile alakaları olmadığını beyan etmişlerdir.



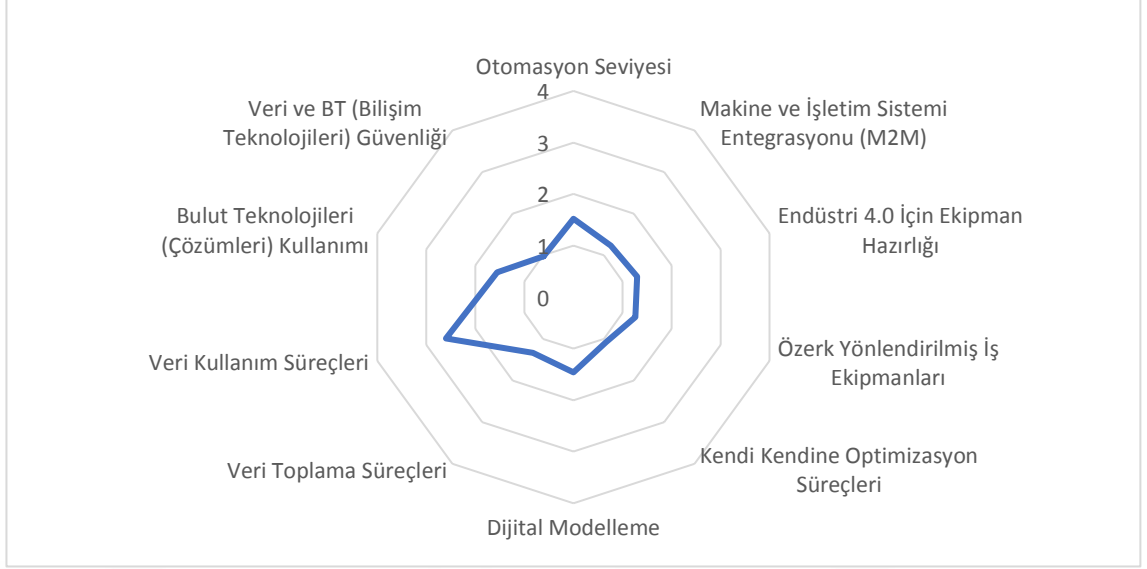
**Şekil 49.** Veri ve BT (Bilişim Teknolojileri) Güvenliği Alt Boyutuna Yönelik Genel Görünüm

Firmalar veri ve BT güvenliğinin kendileri açısından gerekli olmadığını ve bu konuda gerekli çalışmaların maliyetli olduğunu sözlü olarak ifade etmişlerdir. Bu düşüncelerin güvenlik seviyesinin çalışma sonucunda düşük çıkmasına sebep olduğu söylenebilir. Endüstri 4.0 ile gelen veri ve BT güvenliği sorunu gelecekte firmaların kendi yargılarının ötesinde değerlendirmeleri gereken bir konudur. Bu konuda güvenlik faaliyetleri ileride öngörülemez sorunlara ve giderilemeyecek hatalara yol açabilir.

Üretim ve işlemler boyutuna yönelik çalışmaya katılan firmaların cevapları toplu olarak tablo15’te ve hazırlık seviyeleri şekil 50’de görülebilir.

**Tablo 15. Üretim ve İşlemler Boyutuna Yönelik Bulgular**

Üretim ve İşlemler												
	Seviye 1		Seviye 2		Seviye 3		Seviye 4		Bu konu firmamızla alakalı değildir.		Toplam	
	Başlangıç		Orta Düzey		Deneyimli		Uzman					
	Cevap Sayısı	%	Cevap Sayısı	%	Cevap Sayısı	%	Cevap Sayısı	%	Cevap Sayısı	%	Cevap Sayısı	%
<b>Otomasyon</b>	27	54	20	40	3	6	0	0	-	-		
<b>Makine ve İşletim Sistemi Entegrasyonu (M2M)</b>	36	72	10	20	2	4	0	0	2	4	50	100
<b>Endüstri 4.0 İçin Ekipman Hazırlığı</b>	22	44	17	34	3	6	0	0	8	16	50	100
<b>Özerk Yönlendirilmiş İş Ekipmanları</b>	38	76	11	22	1	2	0	0	-	-	50	100
<b>Kendi Kendine Optimizasyon Süreçleri</b>	46	92	4	8	0	0	0	0	-	-	50	100
<b>Dijital Modelleme</b>	29	58	19	38	2	4	0	0	-	-	50	100
<b>Veri Toplama Süreçleri</b>	35	70	13	26	2	4	0	0	-	-	50	100
<b>Veri Kullanım Süreçleri</b>	8	16	16	32	14	28	12	24	-	-	50	100
<b>Bulut Teknolojileri (Çözümleri) Kullanımı</b>	32	64	10	20	6	12	2	4	-	-	50	100
<b>Veri ve BT (Bilişim Teknolojileri)</b>	25	50	12	24	0	0	0	0	13	26	50	100

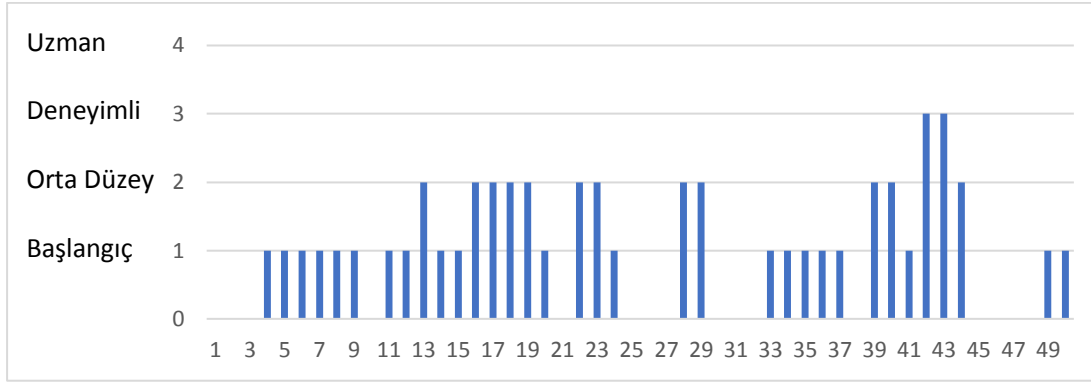


**Şekil 50.** Üretim ve İşlemler Boyutuna Yönelik Genel Görünüm

Üretim ve işlemler boyutu genel olarak değerlendirildiğinde bu firmaların Endüstri 4.0 için hayati öneme sahip olan bu boyutta olması gerekenden çok geride kalmış oldukları ve bu boyutta önemli bir seviyeye gelmeleri için çok çaba sarf etmeleri gerektiği söylenebilir. Bu durum firmaların gerek bilişim teknolojilerine gereken önemi verilmedikleri ve gerekse geleneksel üretim yöntemlerine olan bağlılığın devam ettirmelerinden dolayı bu konuda gereken ilerlemeyi gösterememektedirler.

#### 4.4.2.3. Strateji ve Organizasyon Boyutuna Yönelik Bulgular

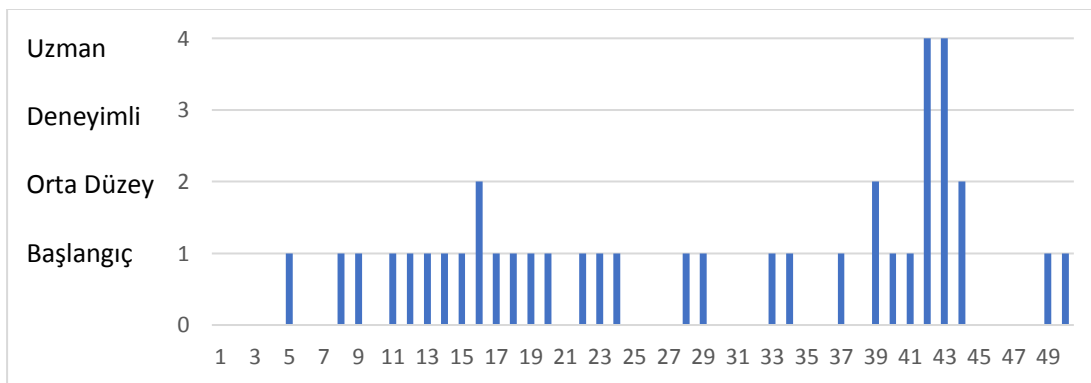
**Endüstri 4.0 stratejisini uygulama derecesi** alt boyutu dikkate alındığında çalışmaya katılan firmaların; %40'ında Endüstri 4.0 departmanlar düzeyinde kabul görmediği ancak işletmenin stratejisinde yer aldığı, %24'ünde Endüstri 4.0 iş stratejisinde dikkate alındığı, %2'sinde Endüstri 4.0 stratejisi işletmede dikkatlice değerlendirildiği ve yaygın olarak anlaşıldığı ve firmalar Endüstri 4.0 stratejisi tüm kurumda uygulayamayarak uzman seviyesine ulaşamadıkları söylenebilmektedir. Ayrıca firmaların %32'si bu konunun firmaları ile ilgili olmadığını beyan etmişlerdir.



**Şekil 51.** Endüstri 4.0 Stratejisini Uygulama Derecesi Alt Boyutuna Yönelik Genel Görünüm

Endüstri 4.0 stratejisi departmanlar düzeyinde kabul görerek işletmede yaygın olarak anlaşılır olması gerekirken bu seviye başlangıç ve orta düzey arasında yer aldığı görülmüştür. Endüstri 4.0 olgusunun oluşması için firmalar bu konuda departmanlar düzeyinde gerekli çalışmalar yaparak işletme genelinde yaygın olarak anlaşılabilir olmasını sağlamaları gerekmektedir.

**Endüstri 4.0 ölçütleri** alt boyutu dikkate alındığında çalışmaya katılan firmaların; %48'i Anahtar Performans Göstergeleri Endüstri 4.0 çerçevesinde değerlendirilmemekte, %6'sında standartlaştırılmış iş ölçütleri ile birlikte Endüstri 4.0'ın bazı ölçütleri kullanılmakta, firmalardan herhangi birinde Endüstri 4.0 ölçütleri işletmede geniş bir şekilde kabul edilmemekte ve aylık raporlamada kullanılmamaktadır. Firmaların yalnızca %4'ünde iş ölçütleri ve kişisel gelişim planları Endüstri 4.0 çerçevesi doğrultusunda yapılandırılmıştır. Ayrıca firmaların %42'si bu konunun firmaları ile ilgili olmadığını belirtmişlerdir.

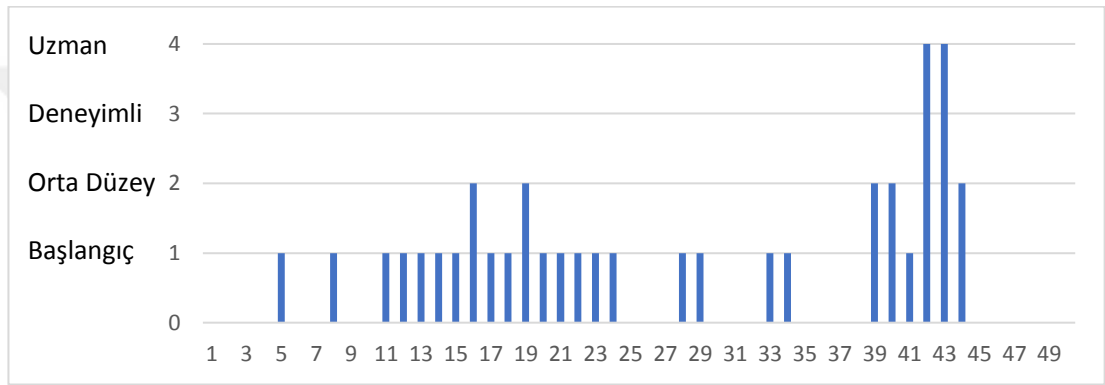


**Şekil 52.** Endüstri 4.0 Ölçütleri Alt Boyutuna Yönelik Genel Görünüm



Çalışmaya katılan firmaların Endüstri 4.0 ölçütlerini genel anlamda kullanmamaktadırlar ve bunun sebebinin ise Endüstri 4.0 konusunda tam bir çalışmalarının olmadığı veya Endüstri 4.0'ı uygulamadıkları olduğunu beyan etmişlerdir.

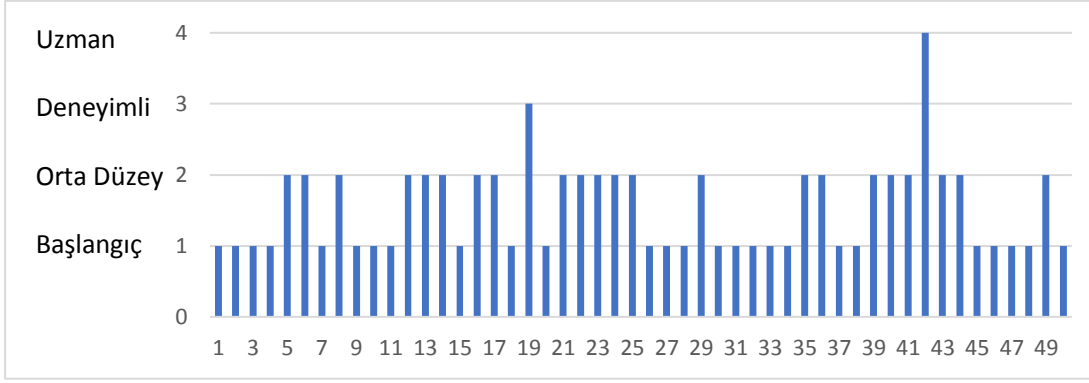
**Endüstri 4.0 uyumu konusundaki yatırımlar** alt boyutu dikkate alındığında çalışmaya katılan firmaların; %38'inin sadece bir iş alanında Endüstri 4.0 yatırımları bulunduğu, %10'unun daha gelişmiş iş alanlarında Endüstri 4.0 yatırımları bulunduğu, hiçbir firmanın çok sayıda iş alanında Endüstri 4.0 yatırımları bulunmadığı ve yalnızca %4'ünün tüm iş alanlarında Endüstri 4.0 yatırımlarının bulunmadığı tespit edilmiştir. Ayrıca firmaların %48'i bu konunun firmaları ile ilgili olmadığını beyan etmişlerdir.



**Şekil 53.** Endüstri 4.0 Uyumu Konusundaki Yatırımlar Alt Boyutuna Yönelik Genel Görünüm

Katılımcı firmaların genel olarak Endüstri 4.0'ı uyumu için iş alanlarında yatırımları bulunmayıp ve olgunluk modeli seviyesine göre çok düşük bir aralıkta yer almışlardır. Bu firmalar, Endüstri 4.0 için iş alanlarında yatırım yapmalarının henüz erken olduğunu, bu konuya yönelik çalışmaları ve yatırımları ilerleyen süreçlerde dikkate alacaklarını beyan etmişlerdir. Bunun sebebi ise Endüstri 4.0 yatırımlarının maliyetli bir süreç olduğunu ve kısa sürede bu konudan verimlilik alamayacaklarını düşünmeleri ve Endüstri 4.0 yatırımları konusundaki önemi göz ardı etmelerini olabilir.

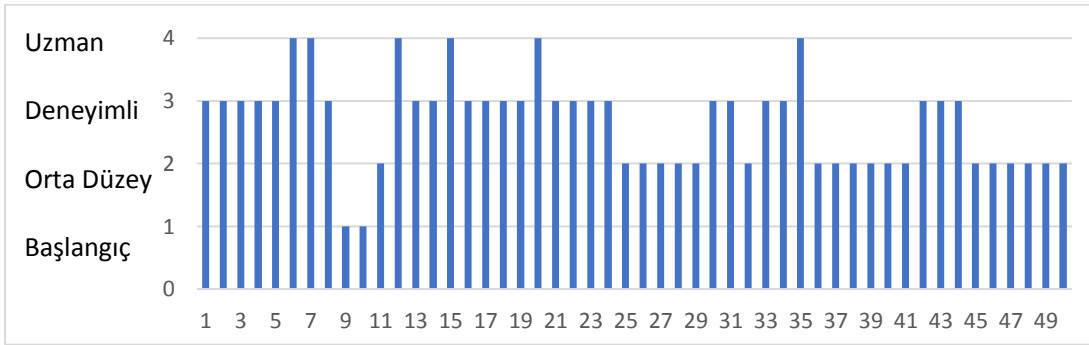
**Endüstri 4.0 için çalışan becerileri** alt boyutu dikkate alındığında çalışmaya katılan firmaların; %52'sinde çalışanların dijital teknolojilerle ilgili deneyimlerinin çok az veya hiç olmadığı, %44'ünde işletmenin teknoloji odaklı alanlarında bazı dijital becerilere sahip çalışanlar bulunduğu, %2'sinin çalışanlarının iş alanlarının çoğunda gelişmiş dijital ve veri analiz becerilerinin bulunduğu ve %2'sinin iş alanlarında çalışanların gerekli ve öncü dijital ve analitik becerilere sahip olduğu tespit edilmiştir.



**Şekil 54.** Endüstri 4.0 İçin Çalışan Becerileri Alt Boyutuna Yönelik Genel Görünüm

Elde edilen verilere göre katılımcı firma çalışanlarının dijital teknolojilerle olan deneyimlerinin düşük olduğu görülmüştür. Katılımcı firmalar, olgunluk seviyesine göre bu konuda başlangıç ve orta düzey arasında yer almaktadır. Firmalar Endüstri 4.0 için dijital anlamda çalışan istihdamını artırarak veya çalışanların dijital beceri seviyelerini artırarak bu konuda yüksek seviyelere ulaşabilme imkânı bulabilirler.

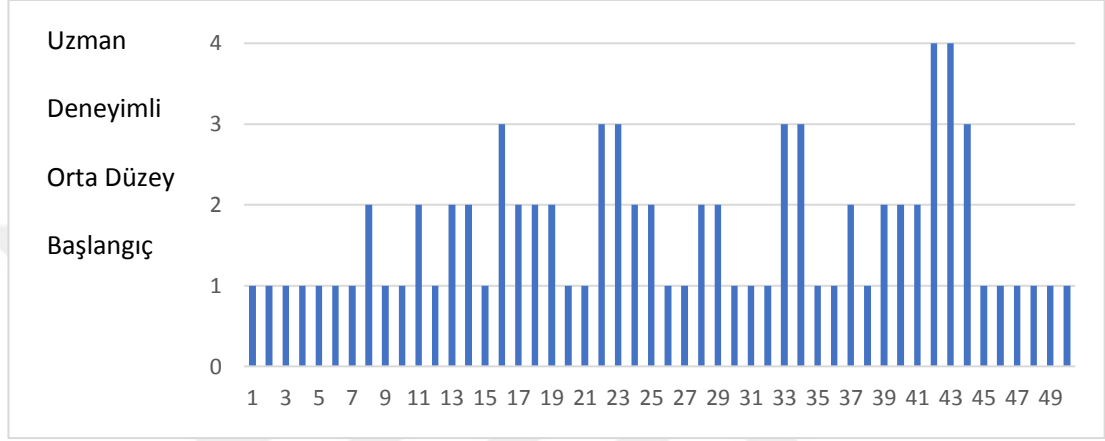
**İş birliği** alt boyutu dikkate alındığında çalışmaya katılan firmaların; %4'ünde işletme, bağımsız fonksiyonel departmanlar halinde faaliyet gösterdiği, %38'inde departmanlar, arasında sınırlı bir etkileşim bulunduğu, %46'sında departmanlar, çapraz fonksiyonel iş birliğine açık olduğu ve %12'sinde departmanların gelişmeleri sürdürülebilmek için şirketler arası iş birliği yapabildiği tespit edilmiştir.



**Şekil 55.** İş Birliği Alt Boyutuna Yönelik Genel Görünüm

Elde edilen verilere göre katılımcı firmalar, iş birliği konusunda orta ve deneyimli düzeyi arasında bir seviyede yer almaktadırlar. Bunun yanında firmalar, strateji ve organizasyon boyutu altında diğer başlıklara göre daha yüksek seviyede yer almaktadırlar bu durum yine de firmaların geliştirmesi gereken bir başlığa işaret etmektedir.

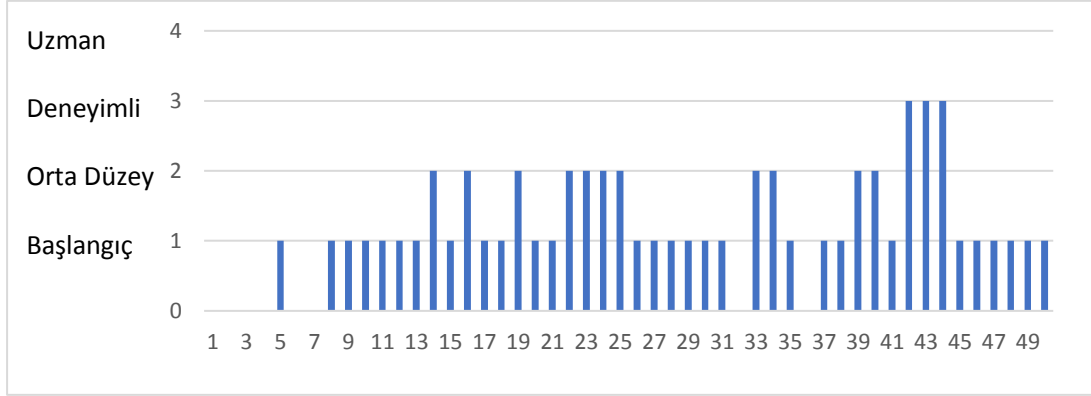
**Liderlik** alt boyutu dikkate alındığında çalışmaya katılan firmaların; %54'ünde lider ekibin Endüstri 4.0 yatırımlarının önemini anlayamadığı, %30'unda lider ekibin Endüstri 4.0'ın getirilerini araştırmakta olduğu tespit edilmiştir. Firmaların %12'sinde lider ekip Endüstri 4.0 yoluyla elde edilecek finansal kazançları kavramıştır ve yatırım için planlar geliştirmektedir ve %4'ünde hem liderlik ekibinde hem de işletmenin genelinde Endüstri 4.0'a yaygın destek mevcuttur.



**Şekil 56.** Liderlik Alt Boyutuna Yönelik Genel Görünüm

Firmalardaki lider ekibin Endüstri 4.0 konusunda farkındalıklarının yeterli olmaması bu boyutun düşük çıkmasına sebebiyet vermiştir. Ayrıca bir kısım lider ekip Endüstri 4.0'ı moda veya geçici bir trend olarak gördüklerini ve genelde işletmelerinin bu duruma adapte olamayacaklarını düşündüklerini belirtmişlerdir.

**Finansman** alt boyutu dikkate alındığında çalışmaya katılan firmaların; %56'sının dikkate değer Endüstri 4.0 yatırımı yoktur, %22'sinde hali hazırda Endüstri 4.0 yatırımlarının fayda ve maliyetleri konusundaki bir analizi yoktur ancak %6'sında Endüstri 4.0 yatırımlarının yıllık maliyet / fayda analizi yapılmaktadır. Firmaların hiç birisi Endüstri 4.0 yatırımlarının çeyrek dönemler için maliyet / fayda analizlerini yapmamaktadırlar. Ayrıca firmaların %16'sı bu konunun firmaları ile ilgili olmadığını beyan etmişlerdir.



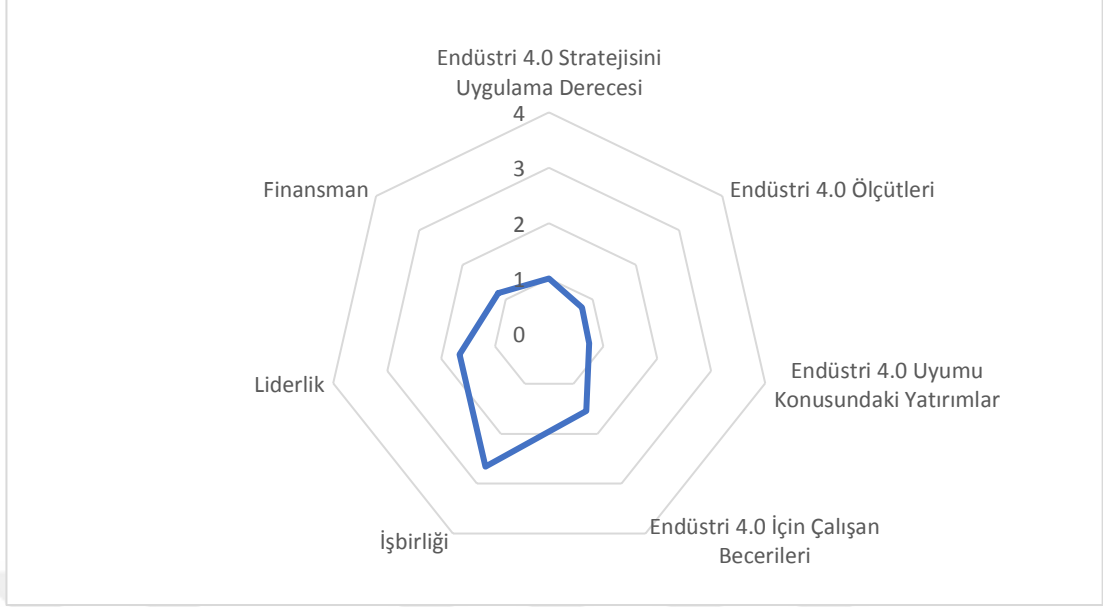
**Şekil 57.** Finansman Alt Boyutuna Yönelik Genel Görünüm

Firmalar finans yönünden Endüstri 4.0 için bir yatırımları olmadığından bu konuya yönelik bir değerlendirmede bulunmamışlardır. Ayrıca gelecekte Endüstri 4.0 yatırımları düşünen firmalar ise yılda sadece bir defa finansal analiz yapabileceklerini belirtmişlerdir.

Çalışmaya katılan firmaların strateji ve organizasyon boyutuna ait cevapları tablo 16’da ve bu boyuta yönelik genel görünümleri şekil 58’de görülebilir.

**Tablo 16.** Strateji ve Organizasyon Boyutuna Yönelik Genel Görünüm

Strateji ve Organizasyon												
	Seviye 1 Başlangıç		Seviye 2 Orta Düzey		Seviye 3 Deneyimli		Seviye 4 Uzman		Bu konu firmamızla alakalı değildir.		Toplam	
	Cevap Sayısı	%	Cevap Sayısı	%	Cevap Sayısı	%	Cevap Sayısı	%	Cevap Sayısı	%	Cevap Sayısı	%
<b>Endüstri 4.0 Stratejisini Uygulama Derecesi</b>	20	40	12	24	2	4	0	0	16	32	50	100
<b>Endüstri 4.0 Ölçütleri</b>	24	48	3	6	0	0	2	4	21	42	50	100
<b>Endüstri 4.0 Uyumu Konusundaki Yatırımlar</b>	19	38	5	10	0	0	2	4	24	48	50	100
<b>Endüstri 4.0 İçin Çalışan Becerileri</b>	26	52	22	44	1	2	1	2	-	-	50	100
<b>İş Birliği</b>	2	4	19	38	23	46	6	12	-	-	50	100
<b>Liderlik</b>	27	54	15	30	6	12	2	4	-	-	50	100
<b>Finans</b>	28	56	11	22	3	6	0	0	8	16	50	100

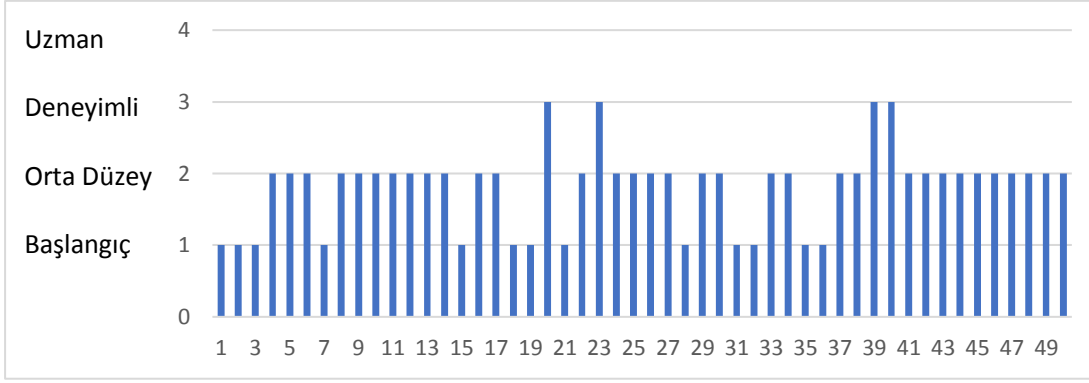


**Şekil 58.** Strateji ve Organizasyon Boyutuna Yönelik Genel Görünüm

Genel itibariyle bu boyutta düşük seviyede yer alan firmaların Endüstri 4.0 benimsemeleri ve sürdürülebilir hale gelebilmeleri için bu konudaki çalışmalarını iş stratejisine dahil etmeleri ve güçlü bir dijital kültür ve beceri temeli oluşturmaları gerekir. Firmalardaki lider ekibin Endüstri 4.0 farkındalığı yeterli olmaması veya Endüstri 4.0'ın faydalarını kabul etse dahi bunu uygulamaya geçirmemesi firmaların strateji ve organizasyon boyutunda düşük seviyede yer almasına sebebiyet vermiş olabilir. Lider ekibin Endüstri 4.0'a duyarlılıklarının artması, yatırımlar yapması, departmanlar arası iş birliğine önem vermesi halinde bu boyutta üst seviyelere çıkmak mümkün olabilir.

#### 4.4.2.4. Tedarik Zinciri Boyutuna Yönelik Bulgular

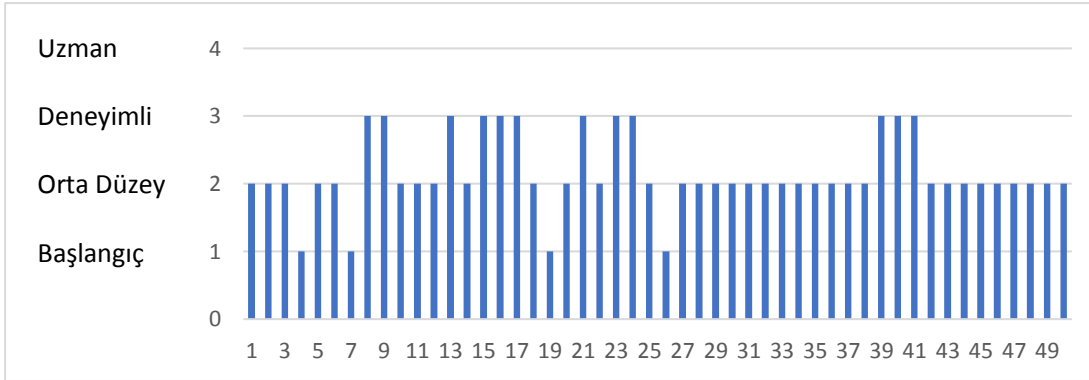
**Gerçek zamanlı veri yönetimi kullanarak stok kontrolü** alt boyutu alındığında çalışmaya katılan firmaların; %26'sında yalnızca stok seviyelerinin tespit edildiği, %66'sında stok seviyelerinin tespitinde manuel olarak güncellenen bilgisayarlı veritabanı kullanıldığı ve %8'inde Bilgisayarlı veritabanı, stok seviyelerini güncelleyen akıllı cihazlarla birlikte kullanıldığı tespit edilmiştir. Ayrıca firmaların hiç birisi uzman seviyesinde stok seviyelerinin tespitinde akıllı cihazlar tarafından güncellenen gerçek zamanlı veritabanı kullanılmadığını beyan etmişlerdir.



**Şekil 59.** Gerçek Zamanlı Veri Yönetimi Kullanarak Stok Kontrolü Alt Boyutuna Yönelik Genel Görünüm

Firmalar stok kontrollerini yaparlarken akıllı cihazlar gibi yeni gelişen teknolojileri kullanmamaktadırlar. Bunun nedenini, ürünlerinin bu teknolojilere yatkın olmaması şeklinde ifade etmişlerdir.

**Tedarik zinciri entegrasyonu** alt boyutu dikkate alındığında çalışmaya katılan firmaların; %8'inde tedarikçiler veya müşterilerle geçici reaktif iletişim bulunmakta, %68'inde tedarikçiler veya müşterilerle gerektiğinde temel iletişim ve veri paylaşımı yapılabilmekte ve %24'ünde kilit stratejik tedarikçiler / müşteriler arasında veri transferi (örneğin müşteri envanteri seviyeleri) gerçekleştirilebilmektedir. Hiçbir firmada uygun süreçler için tedarikçiler / müşteriler ile tam entegre sistemler mevcut değildir.

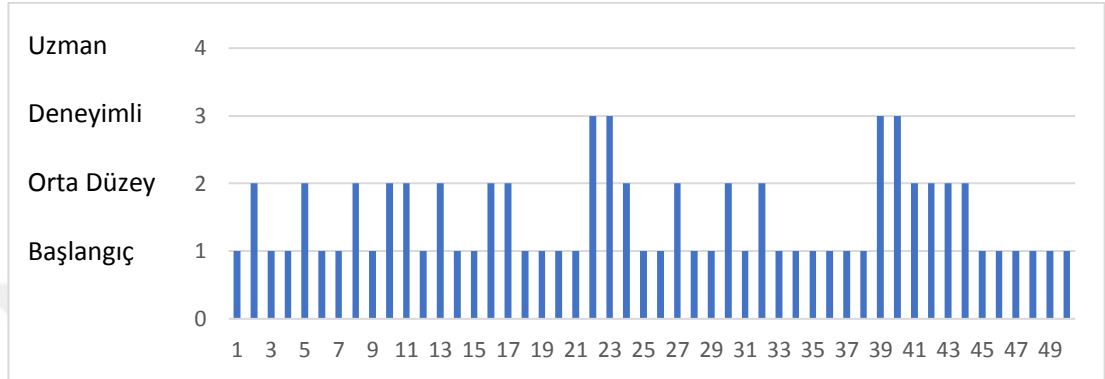


**Şekil 60.** Tedarik Zinciri Alt Boyutuna Yönelik Genel Görünüm

Elde edilen verilere göre tedarik zinciri entegrasyonu alt boyutunda firmalar orta ve deneyimli düzeyi arasında yer aldığı tespit edilmiştir. Firmalar müşteri veya tedarikçileri ile veri transfer seviyelerini artırarak bu konudaki hazırlık seviyelerini daha yüksek seviyelere taşıyabilirler.

**Tedarik zinciri görünürlüğü** alt boyutu dikkate alındığında çalışmaya katılan firmaların; %60'ında tedarikçilerle veya müşterilerle entegrasyon bulunmamakta,

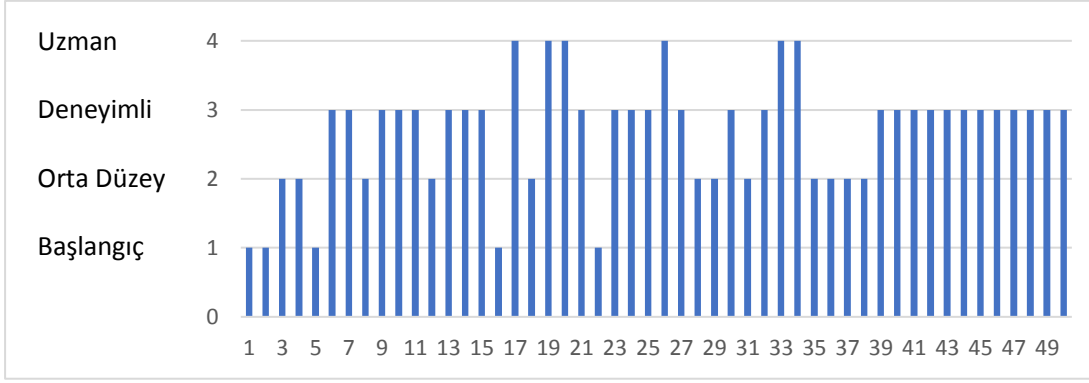
%32'sinde yerleşke, kapasite, stok ve operasyon bilgileri, ilk kademe tedarikçiler ve müşteriler tarafından görülebilmekte ve %8'inde yerleşke, kapasite, envanter ve operasyon bilgileri tedarik zinciri boyunca görülebilmektedir. Hiçbir firmanın yerleşke, kapasite, envanter ve operasyon bilgileri tedarik zinciri boyunca gerçek zamanlı olarak görülür değildir ve izleme ve optimizasyon için kullanılmamıştır.



**Şekil 61.** Tedarik Zinciri Görünürlüğü Alt Boyutuna Yönelik Genel Görünüm

Çalışmaya katılan firmaların tedarik zinciri görünürlüğü, başlangıç ve orta düzeyde yer almaktadır. Firmaların tedarik zinciri görünürlüğünün kendileri için önemli bir faktör olmadığını ve bu konunun getirisinin kendilerine çok bir katkısı olmayacağını ifade etmişlerdir. Bu boyutta firmaların düşük seviyede yer almasının sebebi bu düşünceler olabilir.

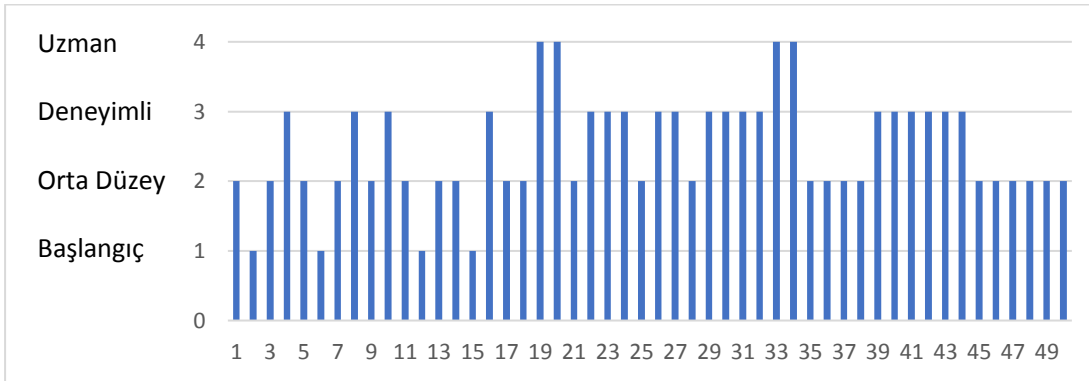
**Tedarik zinciri esnekliği** alt boyutu dikkate alındığında çalışmaya katılan firmaların; %10'unda tedarik zinciri, pazar değişikliklerine yavaş tepki verebilmekte, %24'ü genel müşteri ihtiyaçlarındaki değişikliğe ve pazardaki değişikliklere orta düzeyde cevap verebilmekte, %54'ü bireysel müşteri ihtiyaçlarına ve pazar çerçevesindeki değişimlere orta düzeyde cevap verebilmekte ve %12'si ise bireysel müşteri ihtiyaçlarına ve pazar çerçevesindeki değişimlere hemen cevap verdiği tespit edilmiştir.



**Şekil 62.** Tedarik Zinciri Esnekliği Alt Boyutuna Yönelik Genel Görünüm

Çalışmaya katılan firmaların tedarik zinciri esnekliğinde orta ve deneyimli seviyesi arasında yer almaktadırlar. Pazar değişikliklerine olan adaptasyonlarını geliştirerek ve bireysel müşteri tercihlerini daha çok önemseyerek uzman seviyesine kadar ulaşabilirler.

**Tedarik süresi** alt boyutu dikkate alındığında çalışmaya katılan firmaların; %8’inde malzeme tedarik süresinin uzun olması yüksek stok seviyelerine sebep olduğu, %46’sında bazı malzemelerin tedarik sürelerini azaltmak için iyileştirmeler yapabildiği, %38’inde anahtar malzemelerin tedarik sürelerini kısaltmak için bazı iyileştirmelerin uygulandığı ve %8’inde farklılaştırılmış stoklama politikaları ve tedarik sürelerinin siparişleri etkin bir şekilde karşıladığı tespit edilmiştir.



**Şekil 63.** Tedarik Süresi Alt Boyutuna Yönelik Genel Görünüm

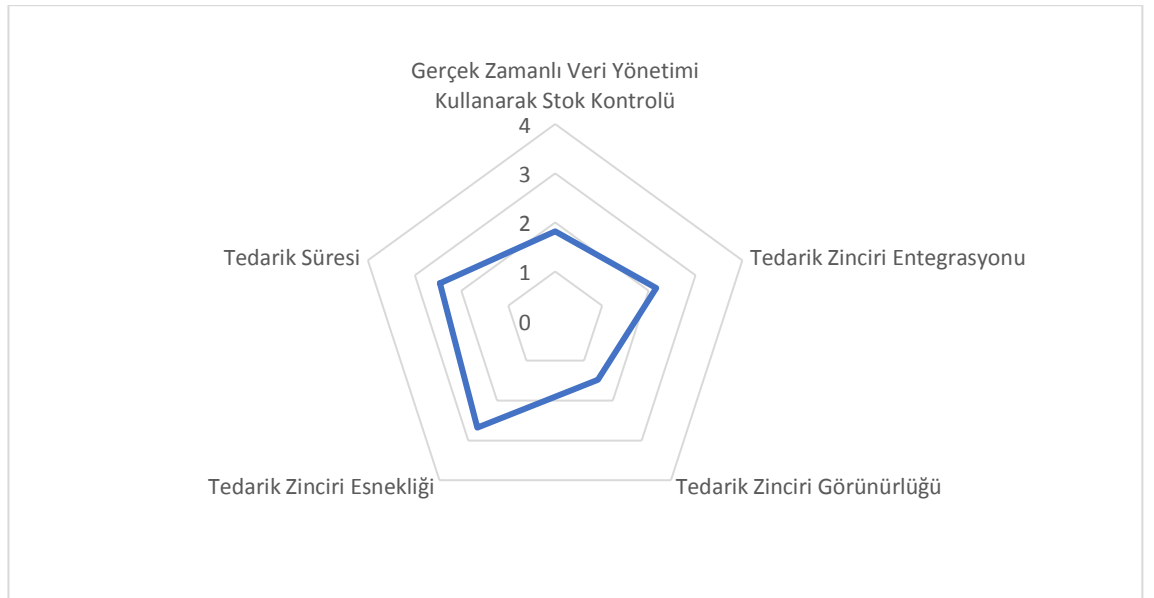
Çalışmaya katılan firmaların tedarik süresine göre orta ve deneyimli düzeyi arasında yer aldığı söylenebilir. Firmalar tedarik sürelerinde iyileştirmeler yaparak ve farklılaştırılmış politikalar oluşturarak süreleri ve bu yolla siparişleri etkin bir şekilde karşılayarak uzman seviyesine ulaşabilirler.



Çalışmaya katılan firmaların tedarik zinciri boyutuna ait cevapları tablo 17’de ve bu boyuta yönelik genel şematik görünümü şekil 64’de görülebilir.

**Tablo 17.** Tedarik Zinciri Boyutuna Yönelik Bulgular

Tedarik Zinciri												
	Seviye 1 Başlangıç		Seviye 2 Orta Düzey		Seviye 3 Deneyimli		Seviye 4 Uzman		Bu konu firmamızla alakalı değildir.		Toplam	
	Cevap Sayısı	%	Cevap Sayısı	%	Cevap Sayısı	%	Cevap Sayısı	%	Cevap Sayısı	%	Cevap Sayısı	%
Gerçek Zamanlı Veri Yönetimi Kullanarak Stok Kontrolü	13	26	33	66	4	8	0	0	-	-	50	100
Tedarik Zinciri Entegrasyonu	4	8	34	68	12	24	0	0	-	-	50	100
Tedarik Zinciri Görünürlüğü	30	60	16	32	4	8	0	0	-	-	50	100
Tedarik Zinciri Esnekliği	5	10	12	24	27	54	6	12	-	-	50	100
Tedarik Süresi	4	8	23	46	19	38	4	8	-	-	50	100

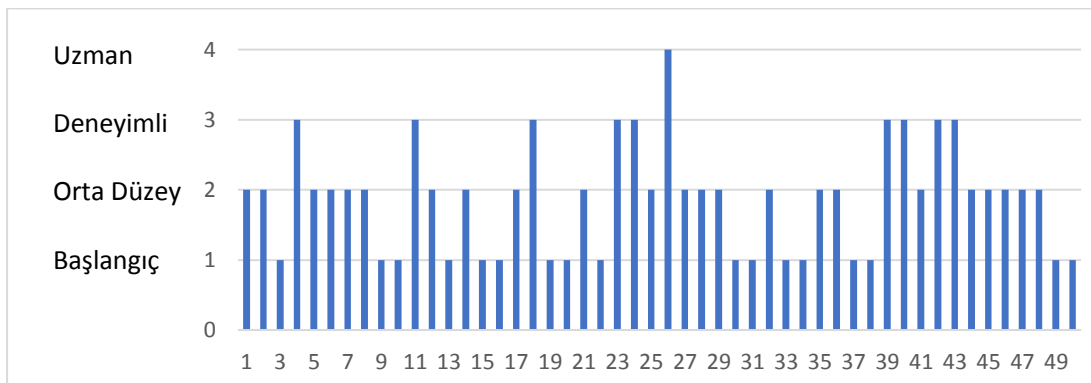


**Şekil 64.** Tedarik Zinciri Boyutuna Yönelik Genel Görünüm

Genel olarak ifade etmek gerekirse Endüstri 4.0 için tedarik zinciri entegrasyonu kavramını organizasyonlara tam anlamıyla yerleştirmek gerekmektedir. Etkin ve işbirlikçi yaklaşımı teşvik etmek için hem organizasyon içinde hem de tedarikçiler arasında bir kültürün oluşturulması gerekmektedir. Tedarik zinciri, Endüstri 4.0 için gizli bir başarı faktörüdür. Bu gizli başarı faktörünü etkin bir şekilde kullanmak tarafları birbirine bağlayan entegre bir tedarik zincirini oluşturmak, tedarikçi ve müşterilerle akıllı bilgi paylaşımı yapmak, gelişmiş teknolojiler kullanarak gerçek zamanlı bilgi toplamak, paylaşımı açmak ve doğru kararlar alınması için etkili analizler yapmak gerekmektedir.

#### 4.4.2.5. İş Modeli Boyutuna Yönelik Bulgular

**Ürün ve hizmetlerin bulanıklaşması** alt boyutu dikkate alındığında çalışmaya katılan firmaların; %34'ünde ürün ve hizmet arasındaki ayrımın bulanıklaşması konusunda farkındalık bulunmamakta, %46 ürün ve hizmet arasındaki ayrımın bulanıklaşması konusundaki ilerlemeler için bazı başlangıç planları ile kavram farkındalığı bulunmakta, %18'inde ürün ve hizmet arasındaki ayrımın bulanıklaşması konusunda yüksek farkındalık ve uygulama planları geliştirilmekte ve yalnızca %2'sinde ürün ve hizmet arasındaki ayrımın bulanıklaşması konusunda planlamalar uygulanmakta ve müşteriye sunulmaktadır.

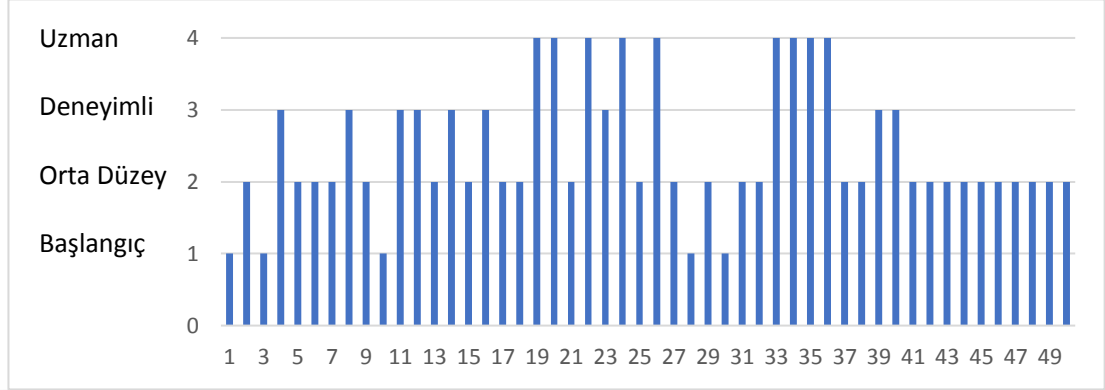


**Şekil 65.** Ürün ve Hizmetleri Bulanıklaşması Alt Boyutuna Yönelik Genel Görünüm

Elde edilen verilere göre çalışmaya katılan firmaların ürün ve hizmetlerin bulanıklaşması konusunda başlangıç ve orta düzey arasında yer aldıkları söylenebilir.

**Veri güdümlü kararlar** alt boyutu dikkate alındığında çalışmaya katılan firmaların; %10'unda veriler yaygın olarak analiz edilmemekte, %54'ünde bazı veriler analiz edilmekte ve performansın gözden geçirilmesi için anahtar iş raporlarında

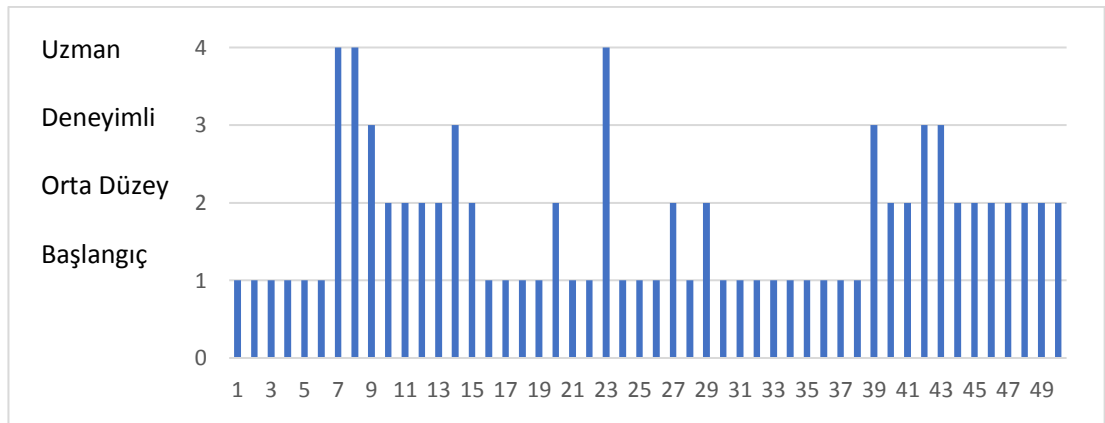
kullanılmakta, %18’inde verilerin çoğunluğu analiz edilmekte ve iş kararlarının verilmesinde belirleyici olmakta ve %18’inde ilgili tüm veriler analiz edilmekte ve iş kararlarında etkili olmaktadır.



**Şekil 66.** Veri Güdümlü Hizmetler Alt Boyutuna Yönelik Genel Görünüm

Veri güdümlü kararlar konusunda çalışmaya katılan firmaların orta ve deneyimli seviyesinde yer almaktadırlar. İş modeli seviyesinde oldukça öneme sahip olan veri güdümlü kararlar firmaların iş kararlarında daha etkili olmalarını sağlamaktadır.

**Gerçek zamanlı izleme** alt boyutu dikkate alındığında çalışmaya katılan firmaların; %50’sinde sınırlı ürün takibi yapılmakta, %34’ünde ürün, üretim ve iç dağıtım alanları arasında hareket ederken takip edilebilmekte, %10’unda ürün, müşteri dağıtım merkezine ulaşana kadar takip edilebilmekte ve yalnızca %6’sında ürün, yaşam döngüsü boyunca izlenebilmektedir.

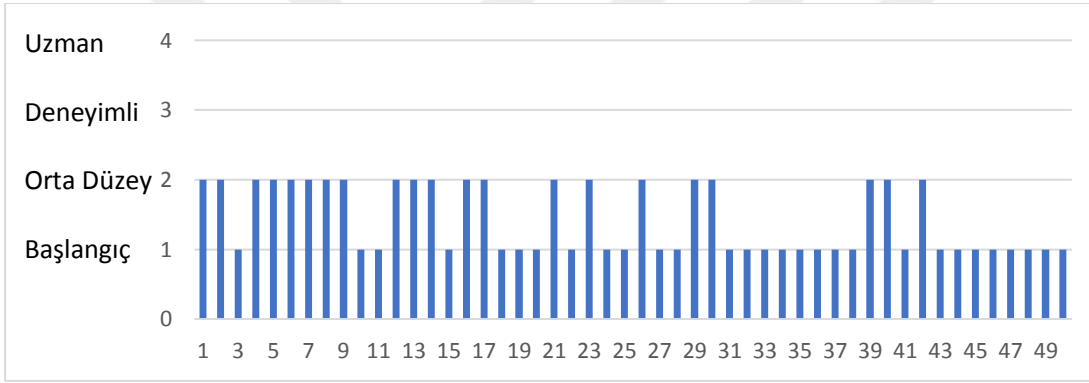


**Şekil 67.** Gerçek Zamanlı İzleme Alt Boyutuna Yönelik Genel Görünüm

Çalışmaya katılan firmaların gerçek zamanlı izleme konusunda başlangıç ve orta düzey arasında yer aldıkları söylenebilir. Bu konuda firmalar bu sürece ihtiyaç

duymadıklarını ve bu nedenle gerekli çalışmalarını yapmadıklarını belirtmişlerdir. Ancak bu durum firmaların hem şimdiki hem de gelecekteki verimlilik ve maliyet çalışmalarında ciddi bir sıkıntı oluşturacağı öngörülebilir.

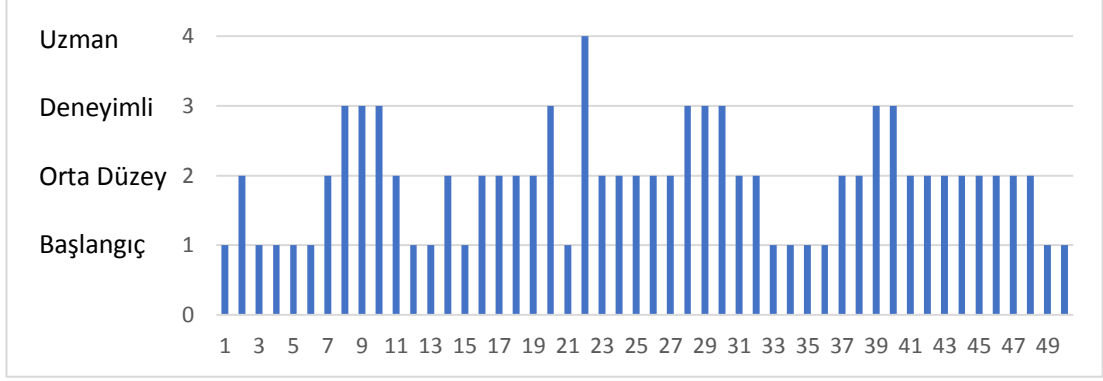
**Gerçek zamanlı ve otomatik bakım** alt boyutu dikkate alındığında çalışmaya katılan firmaların; %58'inde ekipmanlar, bakım programına uygun halde manuel olarak bakımı gerçekleştirilmekte, %42'sinde bazı makineler, performans konularıyla ilgili bir bakım görevini manuel olarak planlamaları konusunda operatörleri uyarabilmektedir. Ayrıca firmalarda makineler, kendi kendine teşhis koyamamakta ve bilgileri otomatik olarak bakım planlama sistemine geçirememekte ve makineler genellikle kendi kendine teşhis koyamamakta ve bakım programı, makineden gelen gerçek zamanlı veri girişlerini temel alarak kendi kendine ayarlama yapmamışlardır.



**Şekil 68.** Gerçek Zamanlı Otomatik Bakım Alt Boyutuna Yönelik Genel Görünüm

Elde edilen verilere göre çalışmaya katılan firmaların gerçek zamanlı ve otomatik bakım konusunda oldukça geri kaldıkları söylenebilir. Bakım konusunda firmaların, makinelerini Endüstri 4.0' a yönelik olarak revize etmeleri ve sistemlerinde buna yönelik entegrasyon sağlamaları önerilebilir.

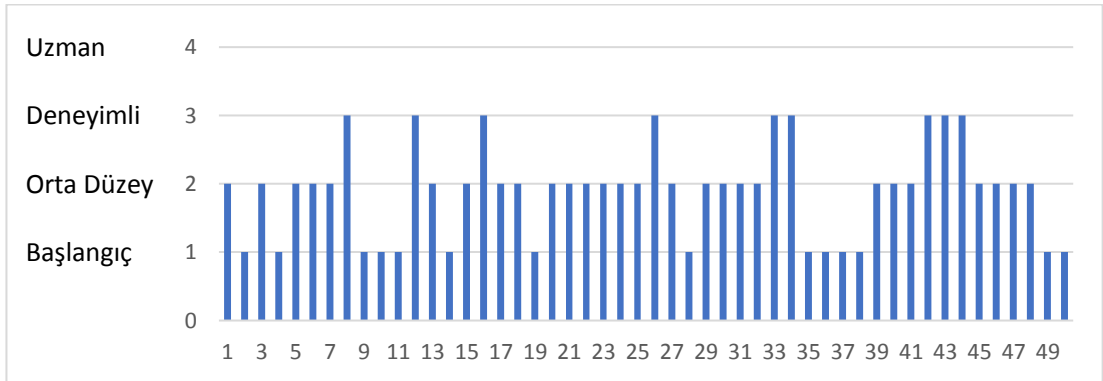
**Entegre pazarlama kanalları** alt boyutu dikkate alındığında çalışmaya katılan firmaların; %30'unda çevrimiçi ve çevirimdışı pazarlama kanalları arasında bir entegrasyon bulunmamakta, %50'sinde çevrimiçi ve çevirimdışı kanalların kendi içlerinde entegrasyonu mevcut olup çevrimiçi ve çevirimdışı kanallar arasında entegrasyon bulunmamakta, %18'inde kanallar entegre edilmiş ve kişiye özel müşteri yaklaşımı mevcut olmakta ancak %2'sinde tüm kanallarda entegre müşteri bilgileri yönetimi bulunmaktadır.



**Şekil 69.** Entegre Pazarlama Kanalları Alt Boyutuna Yönelik Genel Görünüm

Çalışmaya katılan firmalar entegre pazarlama kanalları hakkında farkındalığının düşük olması bu konuda düşük seviyede olmalarına neden olmaktadır. Bu nedenle gerekli çalışmaları yapan firmalar entegrasyonlar ve entegre müşteri bilgileri yönetimi sağlayarak üst seviyelerde yer alacaklardır.

**BT destekli iş süreçleri** alt boyutu dikkate alındığında çalışmaya katılan firmaların; %28’inde sadece ana iş süreçleri BT sistemleri tarafından desteklenmekte, %54’ünde işin bazı alanları BT sistemleri tarafından desteklenmekte ve birbirleri ile entegre haldeyken, %18’inde büyük ölçüde BT süreç desteği mevcut olmakta ancak tam entegrasyon bulunmamaktadır. Kalan hiçbir firmanın BT sistemleri tüm şirket süreçlerini desteklememekte ve tam entegrasyon bulunmamaktadır.



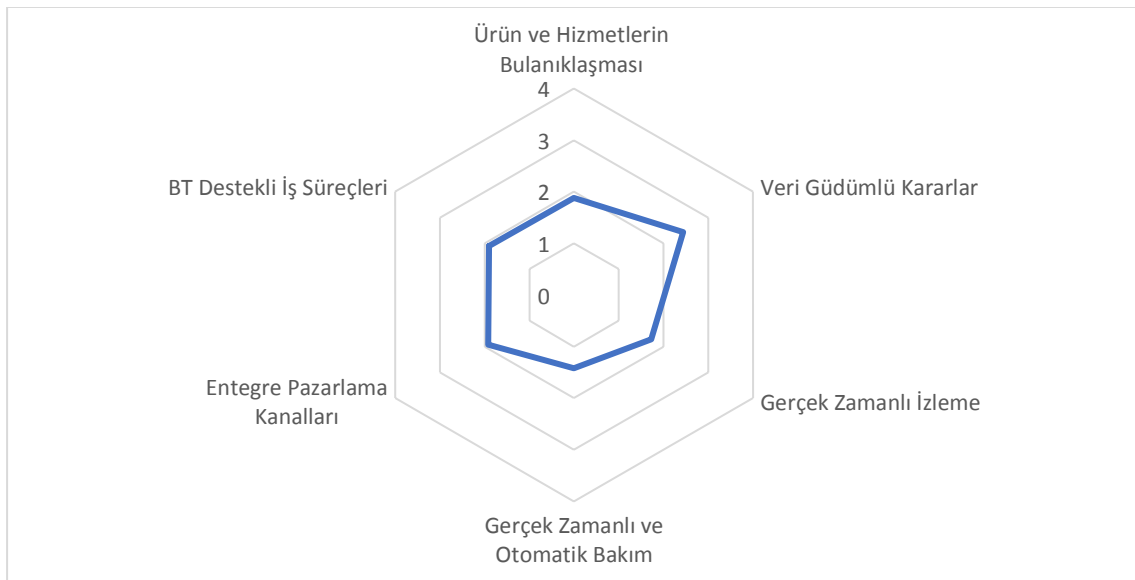
**Şekil 70.** BT Destekli İş Süreçleri Alt Boyutuna Yönelik Genel Görünüm

Çalışmaya katılan firmaların BT destekli iş süreçleri konusunda başlangıç ve orta düzey arasında yer aldıkları söylenebilir. Bu konuda kimi firmalar BT süreçlerine çeşitli nedenlerden dolayı gereken önemi vermedikleri, bu konuya yönelik istihdamlarının bulunmadığını ve gelecekte firmalarının gelişim düzeylerine göre konu hakkında eğilim göstereceklerini beyan etmişlerdir.

Çalışmaya katılan firmaların iş modeli boyutuna ait cevapları tablo 71’de ve bu boyuta yönelik genel şematik görünümü şekil 10’da görülebilir.

**Tablo 18.** İş Modeli Boyutuna Yönelik Bulgular

İş Modeli												
	Seviye 1 Başlangıç		Seviye 2 Orta Düzey		Seviye 3 Deneyimli		Seviye 4 Uzman		Bu konu firmamızla alakalı değildir.		Toplam	
	Cevap Sayısı	%	Cevap Sayısı	%	Cevap Sayısı	%	Cevap Sayısı	%	Cevap Sayısı	%	Cevap Sayısı	%
Ürün ve Hizmetlerin Bulanıklaşması	17	34	23	46	9	18	1	2	-	-	50	100
Veri Güdümlü Kararlar	5	10	27	54	9	18	9	18	-	-	50	100
Gerçek Zamanlı İzleme	25	50	17	34	5	10	3	6	-	-	50	100
Gerçek Zamanlı ve Otomatik Bakım	29	58	21	42	0	0	0	0	-	-	50	100
Entegre Pazarlama Kanalları	15	30	25	50	9	18	1	2	-	-	50	100
BT Destekli İş Süreçleri	14	28	27	54	9	18	0	0	-	-	50	100



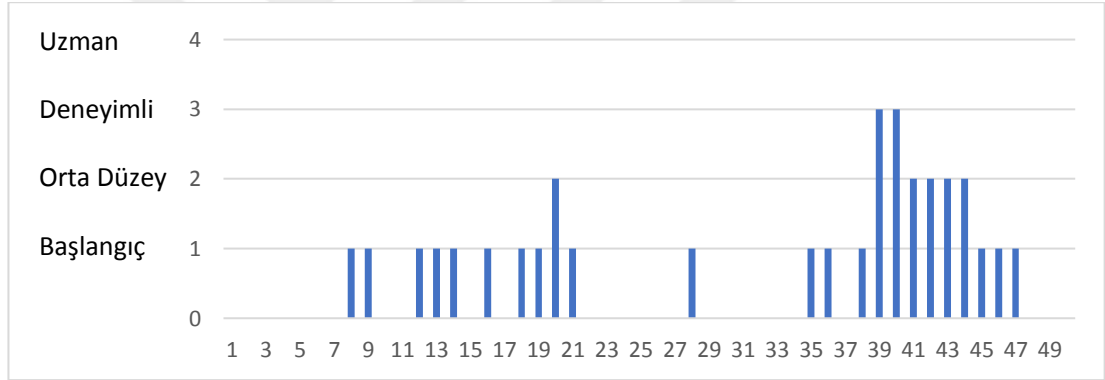
**Şekil 71.** İş Modeli Boyutuna Yönelik Genel Görünüm

İş modeli boyutunda çalışmaya katılan firmaların genel olarak başlangıç ve orta düzey seviyelerinin ötesine geçemedikleri söylenebilir. Bu konuda firmalara önemli görevler düşmektedir. Firmalar BT destekli iş süreçlerine olan desteğini artırarak ve

aynı zamanda tüm kanallarda entegre müşteri yaklaşımı sağlayarak iş modeli konusunda iyi bir ilerleme kaydedebilirler. Firmalar teknolojilere olan yatırımı artırarak gerçek zamanlı izleme ve bakımı mümkün hale getirebilirler.

#### 4.4.2.6. Yasal Hususlar Alt Boyutuna Yönelik Bulgular

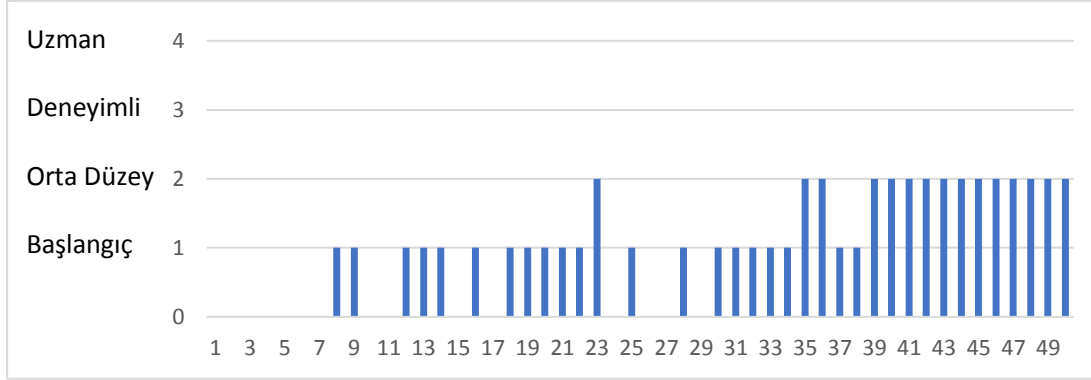
**Sözleşme modelleri** alt boyutu dikkate alındığında çalışmaya katılan firmaların; %32'sinde sözleşme süreci doğrusal ve değişmezdir, %10'unda operasyonel değişiklikleri yansıtacak şekilde sözleşme süreçlerinde bazı değişiklikler yapılmıştır, %4'ünde bazı önemli ve hayati projeler yeni sözleşme modellerini kullanmaktadır ancak bu, genel olarak bütün yönetimde standart değildir. Bu firmaların hiçbirisinde tüm sözleşmeler davranışsal değildir ve en iyi sonucu almaları için tüm tarafları teşvik eder nitelikte olmadığından deneyimli seviyesine ulaşamamışlardır. Ayrıca firmaların %54'ü bu konun firmalarıyla ilgili olmadığını ifade etmişlerdir.



**Şekil 72.** Sözleşme Modelleri Alt Boyutuna Yönelik Genel Görünüm

Çalışmaya katılan firmalar sözleşme modelleri konusunda çok düşük seviyede yer almaktadırlar. Bu konuya gereken önemin verilmesi ve farkındalığın artırılması için önemli çalışmalarda bulunulmalıdır.

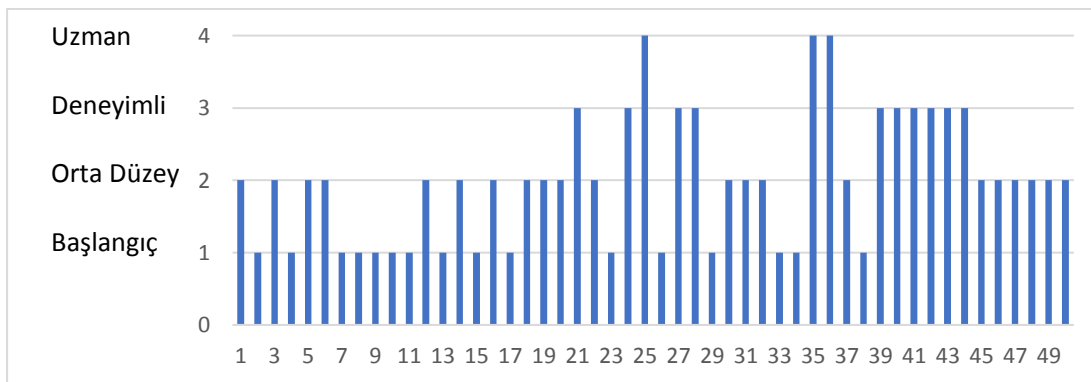
**Riskler** alt boyutu dikkate alındığında çalışmaya katılan firmaların; %40'ında Endüstri 4.0 ile ilgili yeni yasal riskler tanımlanmamış ve değerlendirilmemiş, %30'unda yeni riskler tanımlanmıştır veya değerlendirilmiştir, ancak riskli hafifletecek önlemler planlanmamıştır. Firmalardan hiçbiri deneyimli ve uzman seviyelerine ulaşamamışlardır. Ayrıca firmaların %30'u bu konunun firmalarıyla ilgili olmadığını ifade etmişlerdir.



**Şekil 73.** Riskler Alt Boyutuna Yönelik Genel Görünüm

Firmaların riskler konusunda genel olarak başlangıç seviyesinde yer aldığı söylenebilir. Bu firmalar genel olarak Endüstri 4.0 konusundaki riskler hakkında farkındalıkları bulunmamakla birlikte bu konu üzerinde ilgili çalışmalarını gerekli görüldüğü takdirde uzun bir süreç sonrasında hayata geçirebileceğini ifade etmişlerdir.

**Veri koruma politikaları** alt boyutu dikkate alındığında çalışmaya katılan firmaların; %32'sinin veri koruma politikaları veya prosedürleri bulunmamakta, %42'sinin veri koruma konusunda iç politikaları bulunmakta ancak bu politikalar, tedarikçiler veya müşterilerle etkileşimde uyumu sağlayabilecek düzeyde değildir, %20'sinin veri koruma konusunda sağlam politika ve prosedürler mevcuttur, ancak Genel Veri Koruma Yönetmeliği henüz oluşturulmamıştır ve yalnızca %6'sının veri koruma konusunda bir Genel Veri Koruma Yönetmeliği oluşturulmuş ve Endüstri 4.0'a uyum sağlayabilecek düzeydedir.



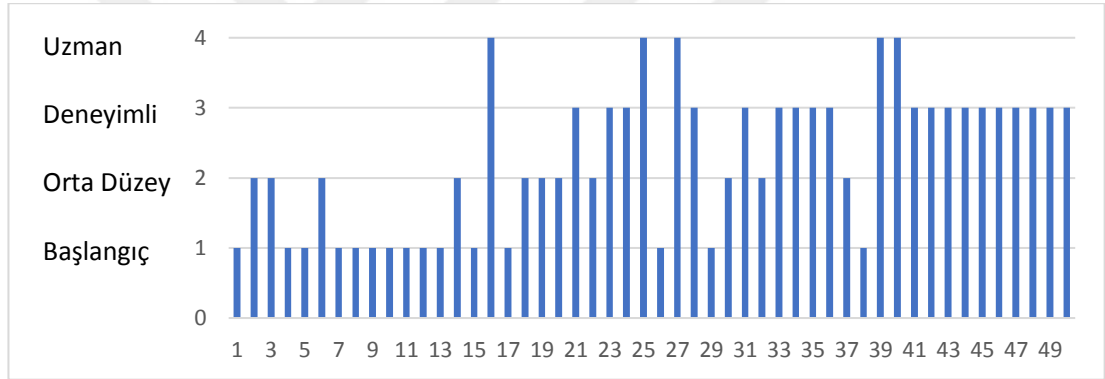
**Şekil 74.** Veri Koruma Politikaları Alt Boyutuna Yönelik Genel Görünüm

Çalışmaya katılan firmaların veri koruma politikaları konusunda, genel olarak orta düzeyde yer aldığı söylenebilir. Bu firmalar genel veri koruma politikaları



oluşturarak ve bu konu üzerinde Endüstri 4.0'a uyum sağlayarak daha yüksek seviyelere ulaşabilirler.

**Fikri mülkiyet hakları** alt boyutu dikkate alındığında çalışmaya katılan firmaların; %30'unda yeni ürün ve hizmetlerdeki fikri mülkiyet hakları tanımlanmamış veya korunma altında değildir, %22'sinde yeni ürün ve hizmetlerde fikri mülkiyet farkındalığı mevcuttur fakat yasal koruma tanımlanmamış veya uygulanmamış, %38'sinde ürün ve hizmetlerdeki fikri mülkiyetler tanımlanmış ve tescil ettirmenin gerekli olup olmadığı ve gerekliyse uygun adımların atılıp atılmadığına ilişkin, kısmi değerlendirmeler yapılmış ve %10'unda ürün ve hizmetlerdeki fikri mülkiyetler tanımlanmış ve tescil ettirmenin gerekli olup olmadığı ve gerekliyse uygun adımların atılıp atılmadığına ilişkin tam bir değerlendirme yapılmıştır.



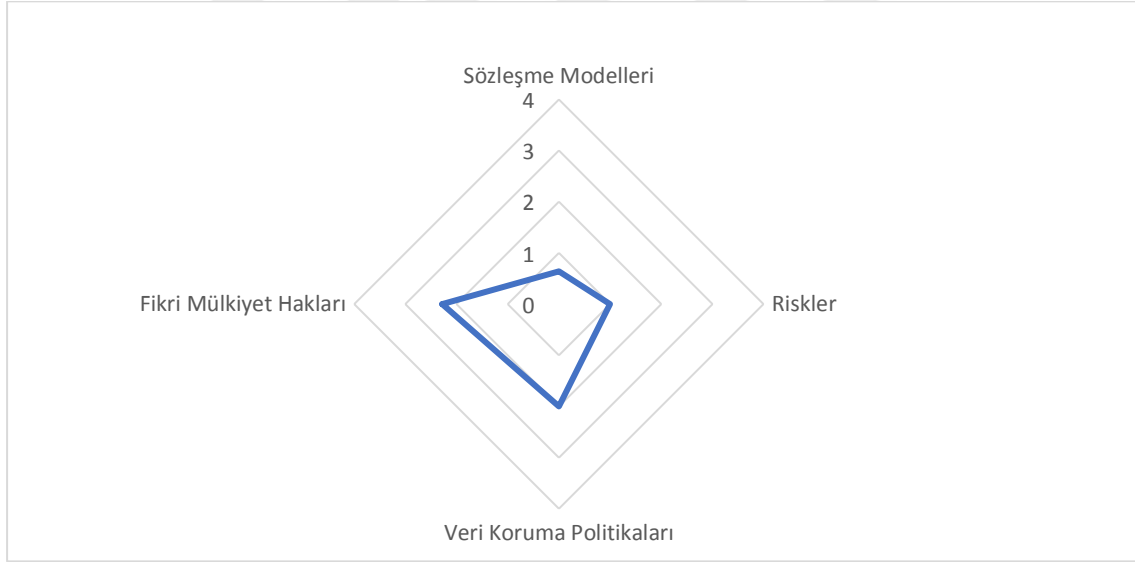
**Şekil 75.** Fikri Mülkiyet Hakları Alt Boyutuna Yönelik Genel Görünüm

Çalışmaya katılan firmaların fikri mülkiyet hakları konusunda yeteri düzeyde olmadıkları söylenebilir. Bu süreçte ciddi bir çalışma içerisinde bulunarak fikri mülkiyet hakları konusunda firmalar farkındalıklarını artırabilir ve önemli bir yer edinebilirler.

Çalışmaya katılan firmaların yasal hususlar boyutuna ait cevapları tablo 76'da ve bu boyuta yönelik şematik genel görünüm şekil 19'da verilmiştir.

**Tablo 19.** Yasal Hususlar Boyutuna Yönelik Bulgular

Yasal Hususlar												
	Seviye 1 Başlangıç		Seviye 2 Orta Düzey		Seviye 3 Deneyimli		Seviye 4 Uzman		Bu konu firmamızla alakalı değildir.		Toplam	
	Cevap Sayısı	%	Cevap Sayısı	%	Cevap Sayısı	%	Cevap Sayısı	%	Cevap Sayısı	%	Cevap Sayısı	%
<b>Sözleşme Modelleri</b>	16	32	5	10	2	4	0	0	27	54	50	100
<b>Riskler</b>	20	40	15	30	0	0	0	0	15	30	50	100
<b>Veri Koruma Politikaları</b>	16	32	21	42	10	20	3	6	-	-	50	100
<b>Fikri Mülkiyet Hakları</b>	15	30	11	22	19	38	5	10	-	-	50	100

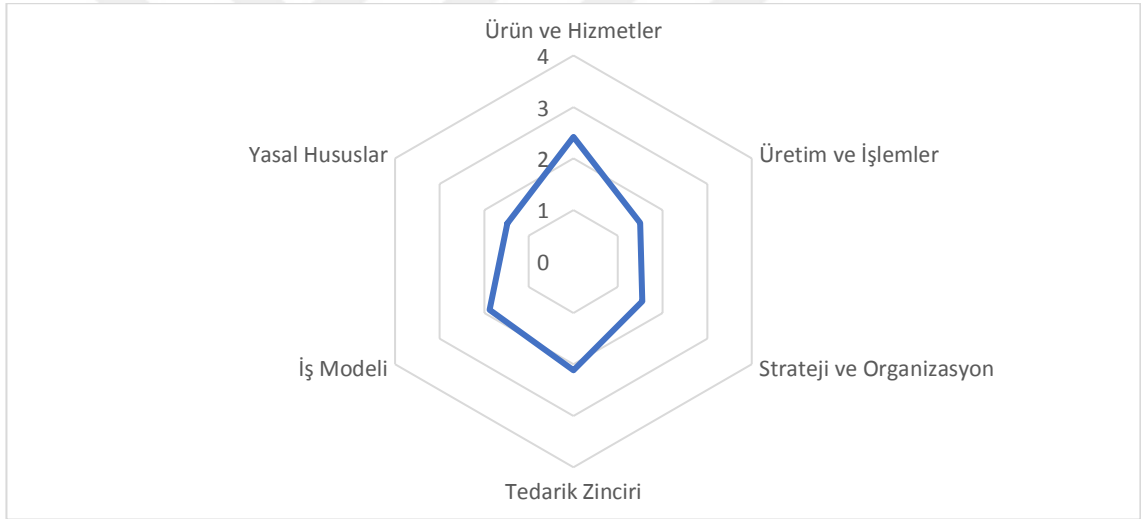


**Şekil 76.** Yasal Hususlar Boyutuna Yönelik Genel Görünüm

Çalışma verileri dikkate alındığında Endüstri 4.0 olgunluk modeli seviyesini yükseltmek için yasal risklerin lider ekip düzeyinde açıkça anlaşılması gerektiği ortadadır. Olgunluk modeli boyutlarında, yasal zorlukların veya potansiyel tuzakların farkındalığı için yapılması gereken çok çalışma bulunmaktadır. Bu konunun başarılı bir şekilde ele alınması için firmaların yatırımları, planlamaları ve eylemleri gerektiği şekilde anlamaları gerekmektedir. Yasal riskleri ve yükümlülükleri önceden tahmin etmek, üreticilerin olası zorlukları planlamasını ve başarıyla yönlendirmesini sağlayacaktır. Fikri mülkiyet zorluklarının önceden tahmin edilmesi, işletmelerin

üçüncü taraflarla daha faydalı düzenlemelere ulaşmalarını sağlayabilir. Mevcut yasal ortam, bu yasal boyutların etkilerini belirsiz bırakmaktadır. Örneğin, güvensiz veya bozulmuş verilerin kullanımı ya da robotların kararları için sorumluluk, büyük tartışmalara ve yeni teknolojileri benimseme konusunda bazı isteksizliklere sebep olmaktadır. Hükümet ve yasa koyucular, Endüstri 4.0 ile tam olarak hazırlanmak ve ilgilenmekle ilgili isteksizlikleri gidermek için karmaşık ve zor meselelerin bir kısmında daha fazla yasal kesinlik sağlanması için tedbir almaları daha uygun bir yaklaşım olabilir.

Olgunluk modelinde tüm boyutlar göz önüne alındığında firmalar Endüstri 4.0 hazırlığı konusunda genel anlamda orta düzeye yakın bir seviyede yer almakta olduğu ve Endüstri 4.0'a en hazır boyut olarak ise ürün ve hizmetler boyutu olduğu söylenebilir.



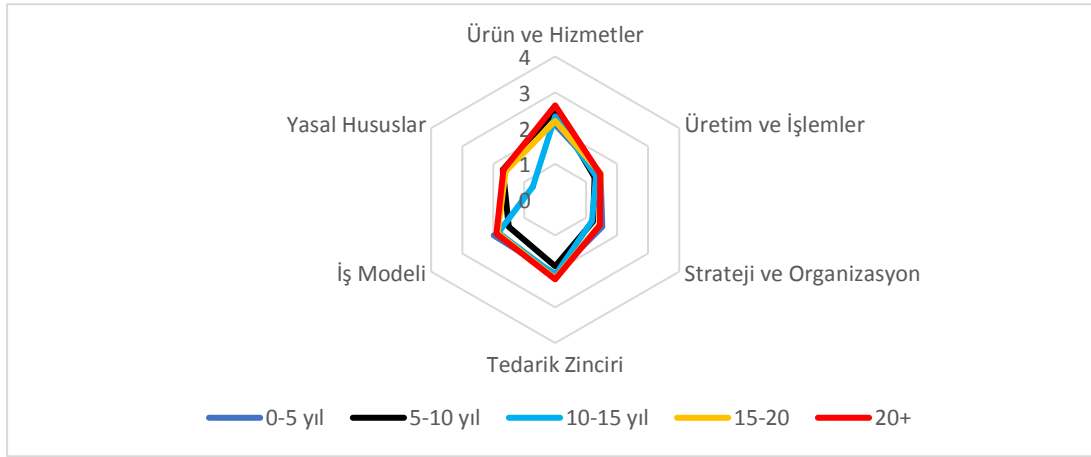
**Şekil 77.** Boyutların Endüstri 4.0 Hazırlığına Yönelik Genel Görünümü

#### **4.5. Hazırlık Boyutlarının Demografik Veriler Açısından Değerlendirilmesi**

Bu bölümde olgunluk modelinin tüm boyutları, firmaların demografik özelliklerine göre değerlendirilmiştir. Bu değerlendirmeler; firmaların faaliyet süreleri, firmaların faaliyet gösterdikleri sektörler, işletme ölçekleri ve firmaların pazar alanları doğrultusunda oluşturulmuştur.

#### 4.5.1. Hazırlık Boyutlarının Firma Faaliyet Süreleri Açısından Değerlendirilmesi

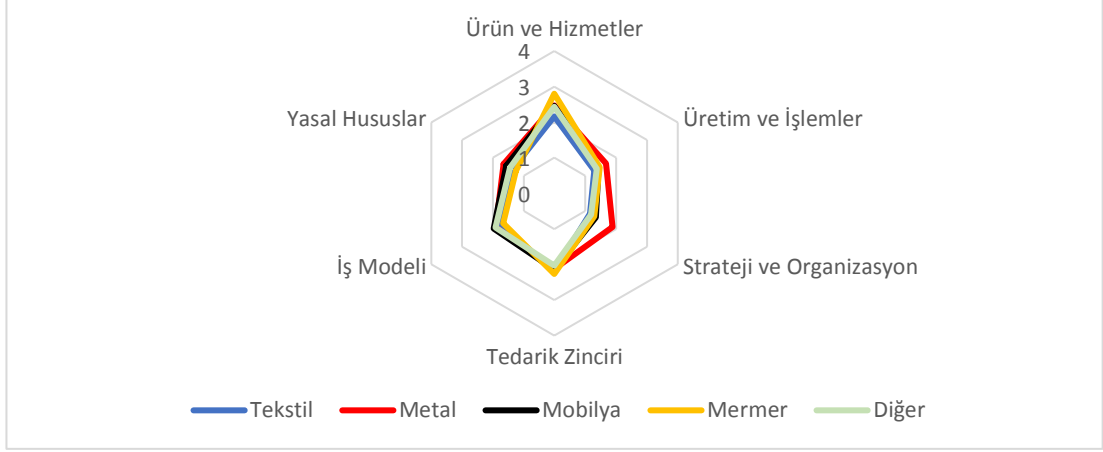
Şekil 78’de de görüldüğü üzere; ürün ve hizmetler, üretim ve işlemler, tedarik zinciri, iş modeli boyutlarında 20 yıl ve daha fazla sürede faaliyet gösteren firmaların daha yüksek performans gösterdiği tespit edilmiştir. Strateji ve organizasyon boyutunda 0 ila 5 yıl arasında faaliyet gösteren firmalar, yasal hususlar boyutunda ise 15 ila 20 yıl arasında faaliyet gösteren firmaların daha yüksek performans gösterdiği tespit edilmiştir.



Şekil 78. Hazırlık Boyutlarının Firma Faaliyet Süreleri Açısından Değerlendirilmesine Yönelik Genel Görünüm

#### 4.5.2. Hazırlık Boyutlarının Firmaların Faaliyet Gösterdikleri Sektör Açısından Değerlendirilmesi

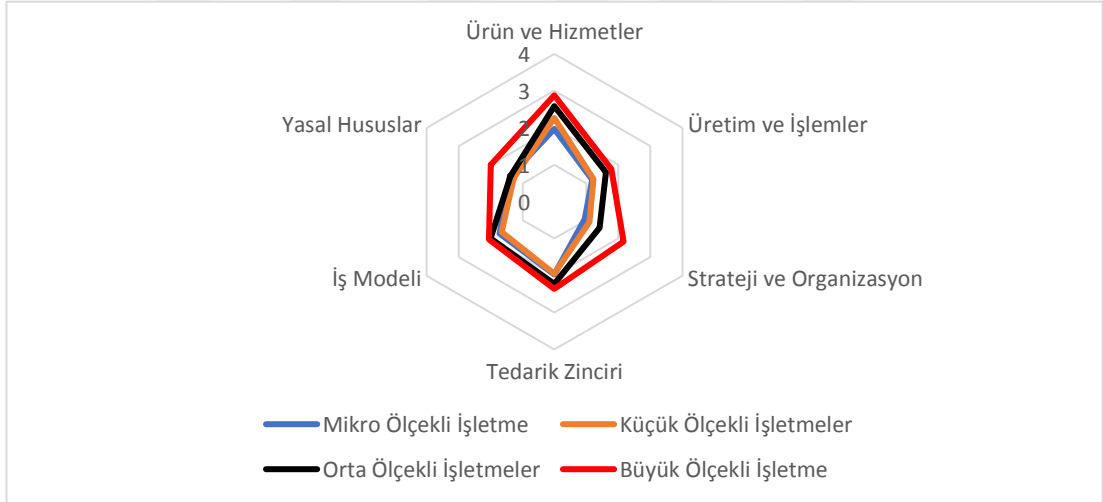
Şekil 79’da da görüldüğü üzere üretim ve işlemler, strateji ve organizasyon, yasal hususlar boyutlarında metal sektöründe faaliyet gösteren firmalar, ürün ve hizmetler ve tedarik zinciri boyutlarında mermer sektöründe faaliyet gösteren firmalar, iş modeli boyutunda ise diğer olarak gruplandırılan (endüstriyel soğutma, medikal, savunma sanayi vb.) firmaların daha yüksek performans gösterdikleri tespit edilmiştir.



**Şekil 79.** Hazırlık Boyutlarının Firmaların Faaliyet Gösterdikleri Sektör Açısından Değerlendirilmesine Yönelik Genel Görünüm

#### 4.5.3. Hazırlık Boyutlarının İşletme Ölçekleri Açısından Değerlendirilmesi

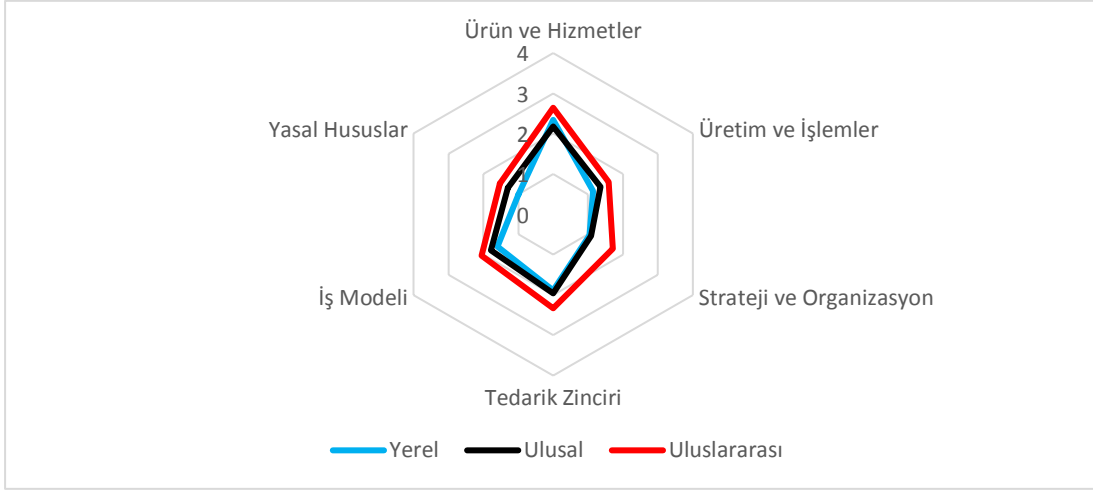
Şekil 80’de de görüldüğü üzere ürün ve hizmetler, üretim ve işlemler, strateji ve organizasyon, tedarik zinciri, iş modeli ve yasal hususlar boyutlarında büyük ölçekli firmaların daha yüksek performans gösterdikleri tespit edilmiştir.



**Şekil 80.** Hazırlık Boyutlarının İşletme Ölçekleri Açısından Değerlendirilmesine Yönelik Genel Görünüm

#### 4.5.4. Hazırlık Boyutlarının Firmaların Pazar Alanı Açısından Değerlendirilmesi

Şekil 81’de de görüldüğü üzere ürün ve hizmetler, üretim ve işlemler, strateji ve organizasyon, tedarik zinciri, iş modeli ve yasal hususlar boyutlarında uluslararası pazar alanına sahip olan firmaların daha yüksek performans gösterdikleri tespit edilmiştir.



**Şekil 81.** Hazırlık Boyutlarının Firmaların Pazar Alanı Açısından Değerlendirilmesine Yönelik Genel Görünüm

## TARTIŞMA VE SONUÇ

Çalışma Sivas ili organize sanayi bölgesinde üretim yapan işletmelerin, Endüstri 4.0 hazırlık düzeylerini tespit etmek ve değerlendirmek amacıyla yapılmıştır. Türkiye’de bu konuda çok sınırlı çalışmalar yapılmış olup, daha çok genel değerlendirmeleri içermektedir. Bu anlamda çalışmanın bir ilin sanayi bölgesi için yapılmış olması farklı bir açıdan Endüstri 4.0 hazırlığını değerlendirme noktasında önem arz etmektedir.

Çalışmada "Bir Endüstri 4.0 Hazırlık Değerlendirme Aracı" isimli olgunluk modeli kullanılmıştır. Bazı çalışmalarda 'hazırlık' ve 'olgunluk' kavramları farklı değerlendirilmekle birlikte, bu model 'hazırlık' ve 'olgunluğu', firmaların Endüstri 4.0 konusunda ne kadar yol aldıklarını ifade eden bir kavram olarak aynı anlamda kullanmıştır. Çok sayıda model arasında bu olgunluk modelinin tercih edilmesinin sebebi; diğerlerine göre daha detaylı ve güncel olmasıdır. Kullanılan bu model, diğerlerinden seviyeleri ve boyutları açısından farklılık arz etmekle birlikte, olgunluk seviyeleri açısından “İmpuls Endüstri 4.0 hazırlık modeline”, alt boyutlar yönünden “Endüstri 4.0 hazırlığını ve olgunluğunu değerlendirmek için bir olgunluk modeline” ve “Endüstri 4.0 dijital kuruluş oluşturma olgunluk modellerine” benzemektedir.

Araştırmada Sivas ili organize sanayi bölgesinde, farklı sektörlerde faaliyet gösteren 157 aktif üretim yapan firmanın tamamına ulaşılmaya çalışılmış, ancak 50 firma ile çalışma gerçekleştirilmiştir. Çalışmada nicel araştırmalarda kullanılan veri toplama tekniklerinden olan anket tekniğinden yararlanılmış ve anket uygulaması, 30 Mayıs – 25 Haziran 2019 tarihleri arasında gerçekleştirilmiştir.

Anket uygulaması sonucu elde edilen veriler, olgunluk modeli boyutları açısından incelenmiş ve boyutların firmaların demografik verileri açısından değerlendirmesi yapılmıştır. Sivas organize sanayi bölgesi için elde edilen bulgular, aynı olgunluk modelinin internet ortamında 19 Aralık 2019 tarihi itibarıyla 9 farklı ülkeden 292 katılımcı ile yapılan çalışmanın sonuçları ile karşılaştırılmıştır.

Çalışmada kullanılan olgunluk modeli ürün ve hizmetler, üretim ve işlemler, strateji ve organizasyon, tedarik zinciri, iş modeli ve yasal hususlar olmak üzere altı boyuttan oluşmaktadır.

**Ürün ve hizmetler** boyutunda, Sivas organize sanayi bölgesinde faaliyet gösteren üretim firmaları, orta ve deneyimli seviyesi arasında yer almıştır. Referans alınan çalışmanın sonuçlarına göre ise ürün ve hizmetler boyutunda firmalar orta ve deneyimli seviyesinde yer almaktadır. Ürün ve hizmetler boyutunda en yüksek seviyede üründe veri kullanım düzeyi alt boyutu, en düşük seviyede ise ürünlerin dijital özellikleri alt boyutu bulunmaktadır. Referans alınan çalışmada en yüksek seviyede üründe veri kullanım düzeyi alt boyutu; en düşük seviyede ise veri güdümlü hizmetler alt boyutu bulunmaktadır.

Firmalar, ürün ve hizmetler boyutu hazırlığını geliştirmek için bazı stratejileri izleyebilirler. Bunların ilki veri güdümlü hizmetler aracılığıyla kişiselleştirilmiş fiziksel ürünler geliştirmek olabilir. Bu sayede veri güdümlü hizmetlerden elde edilen gelir payı artırılabilir. Diğer bir strateji ise üretimde dijital teknolojilerden yararlanarak daha fazla kişiselleştirilebilir ürünler üretebilmektir. Ayrıca hazırlığı yüksek düzeyde geliştirmek için bahsedilen stratejilerin kombinasyonu da sağlanabilir.

**Üretim ve işlemler** boyutunda, Sivas organize sanayi bölgesinde faaliyet gösteren üretim firmaları, başlangıç ve orta düzey arasında yer almıştır. Referans alınan çalışmanın sonuçlarına göre ise üretim ve işlemler boyutunda firmalar başlangıç ve orta düzey seviyesinde yer almaktadır. Üretim ve işlemler boyutunda en yüksek seviyede veri kullanım süreçleri alt boyutu; en düşük seviyede ise kendi kendine optimizasyon süreçleri alt boyutu bulunmaktadır. Referans alınan çalışmada en yüksek seviyede veri kullanım süreçleri alt boyutu; en düşük seviyede ise kendi kendine optimizasyon süreçleri alt boyutu bulunmaktadır. Böylece yapılan çalışma ile referans alınan çalışmanın üretim ve işlemler boyutunda birebir benzerlik gösterdiği söylenebilir.

Üretim ve işlemler boyutu konusundaki hazırlığı geliştirmek için öncelikle firmaların Endüstri 4.0 için genel ekipman hazırlığını anlamaları gerekmektedir. Bu hazırlık, mevcut ekipmanı otomasyonla kontrol edebilme ve ekipmanları işletim sistemine entegre edebilmeleriyle gerçekleştirilebilir. Böylelikle verilerin toplanabilmesi ve mevcut



süreçlerin optimizasyonunu iyileştirmek için fırsatların belirlenebilmesi mümkün olabilir. Bu işlemin güvenli bir şekilde yapılabilmesi için BT güvenliği önemlidir. Bu seviyede gelişimini üst düzeye taşıyan firmalar, özerk firma olma vizyonuna ulaşabilirler.

**Strateji ve organizasyon** boyutunda, Sivas organize sanayi bölgesinde faaliyet gösteren üretim firmaları, başlangıç ve orta düzey arasında yer almıştır. Referans alınan çalışmanın sonuçlarına göre ise strateji ve organizasyon boyutunda firmalar başlangıç ve orta düzey seviyesinde yer almaktadır. Strateji ve organizasyon boyutunda en yüksek seviyede iş birliği alt boyutu; en düşük seviyede ise Endüstri 4.0 ölçütleri alt boyutu bulunmaktadır. Referans alınan çalışmada en yüksek seviyede iş birliği alt boyutu; bulunurken en düşük seviyede ise Endüstri 4.0 ölçütleri alt boyutu bulunmaktadır. Böylece yapılan çalışma ve referans alınan çalışmanın strateji ve organizasyon boyutunda birebir benzerlik gösterdiği söylenebilir.

Strateji ve organizasyon boyutunu geliştirmek isteyen firmalar, öncelikle Endüstri 4.0 gerekliliklerini kabul etmeleri ve bunu iş stratejilerinde tam anlamıyla dahil etmeleri gerekmektedir. Bu noktada lider ekibin Endüstri 4.0 hakkında farkındalık sahibi olması ve yatırımları desteklemesi çok önemlidir. Ayrıca firmalar, departmanlar arasında iş birliğini ve çalışanların dijital becerilerini artırarak bu boyutu daha üst bir seviyeye taşıyabilirler.

**Tedarik zinciri** boyutunda, Sivas organize sanayi bölgesinde faaliyet gösteren üretim firmalar, orta ve deneyimli seviyesi arasında yer almıştır. Referans alınan çalışmanın sonuçlarına göre ise tedarik zinciri boyutunda firmalar orta ve deneyimli seviyesi arasında yer almaktadır. Tedarik zinciri boyutunda en yüksek seviyede tedarik zinciri esnekliği alt boyutu; en düşük seviyede ise tedarik zinciri görünürlüğü alt boyutu bulunmaktadır. Referans alınan çalışmada en yüksek seviyede tedarik süresi alt boyutu; en düşük seviyede ise tedarik zinciri görünürlüğü alt boyutu bulunmaktadır.

Tedarik zinciri boyutunu geliştirmek isteyen firmaların hem şirket içinde hem de müşteriler ve tedarikçiler açısından uyumlu bir şekilde işbirlikçi bir yapı oluşturmaları gerekmektedir. Olgunluk modelinde tedarik zinciri boyutu gizli bir başarı faktörü olarak ele alınmaktadır. Bu nedenle başarılı olabilmek için tarafları tedarik zinciri boyunca birbirine sıkıca bağlayan entegre bir tedarik zinciri anlayışını benimsemeleri gerekmektedir.

**İş modeli** boyutunda, Sivas organize sanayi bölgesinde faaliyet gösteren üretim firmaları başlangıç ve orta düzey arasında yer almıştır. Referans alınan çalışmanın sonuçlarına göre ise iş modeli boyutunda firmalar başlangıç ve orta düzey arasında yer almaktadır. İş modeli boyutunda en yüksek seviyede veri güdümlü kararlar alt boyutu; en düşük seviyede ise gerçek zamanlı ve otomatik bakım alt boyutu bulunmaktadır. Referans alınan çalışmada en yüksek seviyede veri güdümlü kararlar alt boyutu; en düşük seviyede ise entegre pazarlama kanalları alt boyutu bulunmaktadır.

İş modeli boyutunu geliştirmek isteyen firmaların, Endüstri 4.0 ile birlikte değişen yeni iş modellerine entegre olmaları, bunun içinde BT desteğini ve yatırımlarını artırmaları gerekmektedir. Ayrıca firmalar, alternatif iş modelleri üzerinde durarak gelişime daha fazla adapte olabilirler.

**Yasal hususlar** boyutunda Sivas organize sanayi bölgesinde faaliyet gösteren üretim firmaları, başlangıç ve orta düzey arasında yer almıştır. Referans alınan çalışmanın sonuçlarına göre ise yasal hususlar boyutunda firmalar başlangıç ve orta düzey arasında yer almaktadır. Yasal hususlar boyutunda en yüksek seviyede fikri mülkiyet hakları alt boyutu; düşük seviyede ise sözleşme modelleri alt boyutu bulunmaktadır. Referans alınan çalışmada en yüksek seviyede fikri mülkiyet hakları alt boyutu; en düşük seviyede ise sözleşme modelleri alt boyutu bulunmaktadır. Böylece yapılan çalışma ve referans alınan çalışmanın strateji ve organizasyon boyutunda birebir benzerlik gösterdiği söylenebilir.

Yasal hususlar boyutunu geliştirmek isteyen firmaların, Endüstri 4.0 hakkında yasal riskler üzerinde durmaları, fikri mülkiyet hakları hakkında gereken önemi göstermeleri, veri koruma politikalarını geliştirmeleri ve yasal risklere karşılık önlem almaları gerekmektedir.

Tüm boyutlar göz önüne alındığında Sivas organize sanayi bölgesinde faaliyet gösteren firmaların Endüstri 4.0 konusunda genel anlamda orta düzeye yakın bir seviyede yer aldığı söylenebilir. Ürün ve hizmetler boyutunun firmaların boyutlar arasında Endüstri 4.0'a en hazır boyutun olduğu söylenebilir. Referans alınan çalışmada ise Endüstri 4.0 konusunda firmaların genel anlamda orta düzeyde olduğu ve en fazla hazırlıklı oldukları alan ise tedarik zinciri boyutudur.

Çalışmada firmaların Endüstri 4.0 hazırlık düzeylerinin demografik veriler açısından farklılık gösterdiği tespit edilmiştir.

**Firmaların faaliyet yılları** göz önünde tutularak yapılan incelemede, Endüstri 4.0 hazırlık sürecinde 20 yıl ve daha fazla sürede üretim yapan firmaların bu konuya daha yatkın oldukları tespit edilmiştir. Firmaların ne kadar sürede faaliyet gösterdiği önemli olmaksızın hazırlık sürecinde iyi bir seviyede yer alması gerekmektedir.

**Firmaların faaliyet sektörleri** göz önünde tutularak yapılan incelemede, Endüstri 4.0 hazırlık sürecinde metal sektöründeki firmaların bu konuya daha yatkın oldukları tespit edilmiştir. Ancak Endüstri 4.0 imalat ya da hizmet fark etmeksizin bütün şirketleri ilgilendiren bir değişimdir. Bu nedenle tüm sektörlerde faaliyet gösteren firmaların iyi bir seviyede olması amaçlanmaktadır. Tüm sektörlerdeki firmaların Endüstri 4.0'a karşı bir farkındalık oluşturulması bu konuda hayati bir öneme sahiptir.

**İşletme türleri** göz önünde tutularak yapılan incelemede, Endüstri 4.0 hazırlık sürecinde büyük ölçekli işletmelerin bu konuya daha yatkın oldukları tespit edilmiştir. Bu konuda yetersiz olan firmalara, devlet tarafından maddi ve teknik olarak destek ve teşviklerin sağlanması hayati bir önem taşımaktadır.

**Firmaların faaliyet kapsamı** göz önünde tutularak yapılan incelemede, Endüstri 4.0 hazırlık sürecinde uluslararası faaliyet gösteren firmaların bu konuya daha yatkın oldukları tespit edilmiştir. Amaç diğer faaliyet alanında bulunan firmalarında bu konuda daha iyi bir seviyeye gelmesidir.

Çalışmaya başlamadan önce Sivas ilinin üretim ve teknoloji, istihdam seviyesi, farkındalık seviyeleri ve sanayinin ülkeye göre gelişmişlik düzeyi göz önünde bulundurularak yapılan öngörüye göre genel değerlendirmenin referans alınan çalışmaya göre düşük çıkacağı tahmin edilmekteydi. Seviyelerin detaylı olarak incelenmesi sonucunda genel değerlendirmenin referans alınan çalışmaya göre düşük çıktığı görülmüştür.

Çalışmadan elde edilen bulgulara göre genel olarak ifade etmek gerekirse araştırmaya konu firmaların Endüstri 4.0 olgusu üzerinde fazla durmadıkları, bu konuda yatırımlara açık olmadıkları, geleneksel çalışma yöntemlerini terk etmek istemedikleri gibi sonuçlar karşımıza çıkmaktadır. Bunun nedeni ise firmaların Endüstri 4.0 konusunun maliyetli ve kısa sürede kâr getirmeyen bir uygulama olduğu

fikrine sahip olmalarıdır. Aynı zamanda Endüstri 4.0'ı geçici bir trend olarak gören liderlerin bulunması da diğer bir neden olarak ifade edilebilir. Firmalar, Endüstri 4.0 konusunda gelişme göstermek için öncelikle lider ekibin bu konuyu daha iyi anlayabilmesi, farkındalık oluşturabilmesi ve firma genelinde uygulamaları ve yatırımları desteklemesi gerekmektedir. Bu konuları benimseyen firmalar daha sonra siber fiziksel çağın fırsatlarına adapte olmaları gerekir. Üretim anlamında gelişen teknoloji ile birlikte üretimde dijital süreçlere olan önemin artması bu fırsatların temel faktörleri arasındadır. Dijital süreçler sayesinde ancak üretimle kişiselleştirilebilir ürünler geliştirmek mümkün olabilir. Böylelikle veri güdümlü hizmetlerden yararlanılarak, gelirlerinde veri güdümlü hizmetlerin payı artırılabilir. Makine ve ekipmanların Endüstri 4.0'a uyumlu olmaları, üretim ve işlemler konusunda hayati öneme sahip hale gelmektedir. Bu uyumu sağlayan firmalar, karanlık fabrika olarak adlandırılan insan varlığına ihtiyaç duymadan üretimi sürdürebilen özerk firma olabilme seviyesine gelebilirler. Endüstri 4.0 sadece firma değil bütün bir tedarik zincirini etkileyen, geliştiren bir değişimdir. Müşteriler, tedarikçiler ve firmaların arasında tam bir tedarik zinciri entegrasyonu gerçekleştirmeye olanak tanır. Firmaların strateji ve organizasyon yapısında Endüstri 4.0 kültürünü oluşturabilmeleri önemli konulardan biridir. Bu sayede Endüstri 4.0 vizyonuna bir adım daha fazla yaklaşabilirler. Ayrıca firmalar, gelişen teknolojilerden yararlanarak iş modellerini değiştirebilme kabiliyetine sahip olmalı ve Endüstri 4.0 olgusunu bu stratejilere adapte edebilmelidirler. Bütün bunları ilaveten firmaların yasal hususlar konusunda da tedbirli olmaları ve gerekli önlemleri almaları gerekmektedir.

Türkiye sanayi devrimleri olarak ikinci ve üçüncü sanayi devrimi arasında yer almaktadır (TÜBİTAK 2016). Türkiye'de bu duruma yönelik olarak yeni sanayi devrimi sürecini yakalamak için gerekli çalışmaların ve yatırımların yapılması gerekmektedir. Endüstri 4.0 alanında yapılacak farkındalık, yatırımlar ve çalışmalar sayesinde olgunluk boyutları da daha yüksek seviyelere gelebilecektir. Ayrıca Endüstri 4.0 etkileri ilerleyen süreçlerde Türkiye'de ve Sivas ilinde artış göstererek ve çeşitli fırsatlar oluşturarak üretime, ekonomiye ve istihdama katkıda bulunabilecek ve rekabet gücünü artıracaktır. Ancak Endüstri 4.0' a hazırlıklı olmamak kalite, maliyet, hız kısmen rekabet açısından birtakım riskleri beraberinde getirecek istihdam üzerinde ciddi bir baskı oluşturabilecektir. Endüstri 4.0 olgusunun önümüzdeki

yıllarda çok konuşulacak, firmaları, sektörleri ve ülke ekonomilerini doğrudan etkileyecek konuların başında gelecektir. Bu nedenle firmaların, sektörlerin ve bütün bir ekonominin Endüstri 4.0 hazırlık seviyelerinin tespit edilmesi, Endüstri 4.0 yol haritalarının hazırlanması, bu konuda muhatapları harekete geçirecek alt yapıların, teşviklerin ve yasal çerçevelerin hazırlanması ve bir an önce harekete geçmesi gerekmektedir.

Hazırlık seviyelerinin tespiti anlamında önemli olan bu çalışmanın sadece Sivas İli imalat firmalarını kapsamına alması bir sınırlılıktır. Ülkenin bütününün resmini ortaya koyabilmek için benzer çalışmaların tüm sektörleri de kapsayacak şekilde diğer illerde de yapılması gerekmektedir.





## KAYNAKÇA

- Abraham Ajith ve Das Swagatam (2010). *Computational Intelligence In Power Engineering*. Springer, 2010.
- Akdil Kartal Yagiz, Ustundag Alp ve Cevikcan Emre (2018). "Maturity and Readiness Model For Industry 4.0 Strategy." *Industry 4.0: Managing The Digital Transformation*. Springer, Cham, 2018. 61-94.
- Albayrak Mehmet ve Altıntaş Volkan (2017). Artırılmış Gerçeklik Teknolojisinin Veritabanı Dersinde Kullanımı. *İstanbul Eğitimde Yenilikçilik Dergisi*, 3.1: 13-23.
- Alguliyev Rasim, Imamverdiyev Yadigar ve Sukhostat (2018). Lyudmila. Cyber-Physical Systems and Their Security Issues. *Computers in Industry*, 2018, 212-223.
- Ali Munira Mohd, Rai Rahul, Otte Neil ve Smith Barry (2019). A Product Life Cycle Ontology For Additive Manufacturing. *Computers in Industry*, 2019, 105: 191-203.
- Anand, Pm Rubesh (2016). Augmented Reality Enhances the 4-Way Video Conferencing in Cell Phones. In: *Proceedings from the International Conference on Advances in Engineering and Technology*. Elsevier Science Ltd, 2006. p. 603-611.
- Armutlu Hasan ve Akçay Muammer (2013). Bulut Bilişimin Bireysel Kullanımı İçin Örnek Bir Uygulama. *Akademik Bilişim Konferansı-2013*, 2013, 23-25.
- Ashton, Kevin (2009). "That 'internet of things' thing." *RFID journal* 22.7, 2009, 97-114.
- Azuma, Ronald (1997). "A Survey Of Augmented Reality." *Presence: Teleoperators & Virtual Environments* 6.4 (1997): 355-385.
- Azuma Ronald, Baillet Yohan, Behringer Reinhold, Feiner Steven, Julier Simon ve MacIntyre Blair (2001). Recent advances in augmented reality. *IEEE Computer Graphics And Applications*, 2001, 21.6: 34-47.
- Bahrın Mohd, Aiman Kamarul, Othman Mohd Fauzi, Azli Nor Hayati Nor ve Talib Muhamad Farihin (2016). Industry 4.0: A review on industrial automation and robotic. *Jurnal Teknologi*, 2016, 78.6-13: 137-143.
- Banger, Gürcan (2017). "Endüstri 4.0 Ekstra". *Ankara: Dorlion Yayınları*, 2017.

- Barontı Paolo, Pillai Prashant, Chook Vince WC, Chessa Stefano, Gotta Alberto ve Hu Y. Fun (2017). Wireless sensor networks: A survey on the state of the art and the 802.15. 4 and ZigBee standards. *Computer communications*, 2007, 30.7: 1655-1695.
- Bayrak, Ayşe (2018). “Dünya’da ve Türkiye’de Sanayi’de Dijital Dönüşüm (Sanayi 4.0) İncelemesi ve Türkiye’nin Entegrasyonu İçin Değerlendirmeler.”
- Becker Jörg, Knackstedt Ralf ve Pöppelbuß Jens (2009). Developing Maturity Models For It Management. *Business & Information Systems Engineering*, 2009, 1.3: 213-222.
- Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı (2018). Türkiye’nin Sanayi Devrimi Dijital Türkiye Yol Haritası, <https://www.sanayi.gov.tr/tsddtyh.pdf> , (Erişim Tarihi: 11.11.2019).
- Bulut Ela ve Akçacı Taner (2017). "Endüstri 4.0 ve İnovasyon Göstergeleri Kapsamında Türkiye Analizi." *ASSAM Uluslararası Hakemli Dergi* 4.7 2017, 55-77.
- Cebeci Ayşe, Torres Erika ve Gülçin Hikmet (2018). Beken. "Current Debates in Economics." London: IJOPEC Publication, 2018.
- Ceruti Alessandro, Marzocca Pier, Liverani Alfredo ve Bil Cees (2019). Maintenance in Aeronautics in an Industry 4.0 Context: The Role of Augmented Reality and Additive Manufacturing. *Journal of Computational Design and Engineering*.
- Chang, Kuor-Hsin (2014). Bluetooth: A Viable Solution For IoT?[Industry Perspectives]. *IEEE Wireless Communications*, 2014, 21.6: 6-7.
- Çakal Mehmet Ali ve Eymirli Emine Bilgen. (2012). Artırılmış Gerçeklik Teknolojisi. *Kuzey Anadolu Kalkınma Ajansı, TRAI*, [https://www.kudaka.org.tr/ekler/fa254-artirilmis\\_gerceklik\\_teknolojisi.pdf](https://www.kudaka.org.tr/ekler/fa254-artirilmis_gerceklik_teknolojisi.pdf) (Erişim Tarihi: 06.01.2020)
- Çelen, Serap (2017). Sanayi 4.0 ve Simülasyon. *International Journal of 3D Printing Technologies and Digital Industry*, 2017, 1.1: 9-26.
- Çelik Kadir ve Özkan Arif (2017). Eklemeli imalat yöntemleri ile üretim ve onarım uygulamaları. *Düzce Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 2017, 5.1: 107-121.



- Dalenogare Lucas Santos, Benitez Guilherme Brittes, Ayala Néstor Fabián ve Frank Alejandro Germán (2018). The expected contribution of Industry 4.0 technologies for industrial performance. *International Journal of Production Economics*, 2018, 204: 383-394.
- Demirtaş Burak ve Arğan Metin (2015). Büyük Veri ve Pazarlamadaki Dönüşüm: Kuramsal Bir Yaklaşım.
- Ding Derui, Han Qing-Long, Xiang Yang, Ge Xiaohua ve Zhang, Xian-Ming (2018). A survey on security control and attack detection for industrial cyber-physical systems. *Neurocomputing*, 2018, 275: 1674-1683.
- Doğan Korcan ve Arslantekin Sacit (2016). Büyük Veri: Önemi, Yapısı ve Günümüzdeki Durum. *Ankara Üniversitesi Dil ve Tarih-Coğrafya Fakültesi Dergisi*, 2016, 56.1.
- Doğan, Mustafa (2014). *Büyük Veri'nin Kişiler ve Kurumlar Üzerindeki Etkileri* (Doctoral dissertation, İstanbul Bilgi Üniversitesi).
- Dokuz Ahmet Şakir, Çelik Mete (2017). Bulut Bilişim Sistemlerinde Verinin Farklı Boyutları Üzerine Derleme. *Ömer Halisdemir Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 6(2), 316-338.
- Eldem, Mehmet Oktay (2017). Endüstri 4.0. *TMMOB EMO Ankara Şubesi Haber Bülteni*, 3,10-16  
[http://www.emo.org.tr/ekler/09287020c96f18a\\_ek.pdf?dergi=1111](http://www.emo.org.tr/ekler/09287020c96f18a_ek.pdf?dergi=1111) (Erişim Tarihi: 03.01.2020)
- Erbaş Çağdaş ve Demirel Veysel (2014). Eğitimde Artırılmış Gerçeklik Uygulamaları: Google Glass örneği. *Journal of Instructional Technologies & Teacher Education*, 3(2).
- Fırat Oktay Zihni ve Fırat Seniye Ümit (2017). Endüstri 4.0 Yolculuğunda Trendler ve Robotlar. *İstanbul Üniversitesi İşletme Fakültesi Dergisi*, 46(2), 211-223.
- Frank Alejandro Germán, Dalenogare Lucas Santos ve Ayala Néstor Fabián (2019). Industry 4.0 technologies: Implementation patterns in manufacturing companies. *International Journal of Production Economics*, 210, 15-26.
- Gabaçlı Nihal ve Uzunöz Meral (2017). IV. Sanayi Devrimi: Endüstri 4.0 ve Otomotiv Sektörü. In *ICPESS (International Congress on Politic, Economic and Social Studies)* (No. 3).

- Gandomi Amir ve Haider Murtaza (2015). Beyond the hype: Big data concepts, methods, and analytics. *International journal of information management*, 2015, 35.2: 137-144.
- Gantz John ve Reinsel David (2012). The digital universe in 2020: Big data, bigger digital shadows, and biggest growth in the far east. *IDC iView: IDC Analyze the future, 2007(2012)*, 1-16.
- Güneş Volkan, Peter Steffen, Givargis Tony ve Vahid Frank (2014). A survey on concepts, applications, and challenges in cyber-physical systems. *KSII Transactions on Internet & Information Systems*, 8(12).
- Gündüz Kamil Aykotalp ve Akyüz Emine Tuğba (2017). Nesnelerin İnterneti ve Hayvancılık Alanındaki Uygulamalar. *Selçuk Üniversitesi Sosyal ve Teknik Araştırmalar Dergisi*, (14), 232-246.
- Gündüz Muhammed Zekeriya ve Daş Resul (2018). Nesnelerin interneti: Gelişimi, bileşenleri ve uygulama alanları. *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 24(2), 327-335.
- Günebakan, İslam (2016). Kobi'ler İçin Bulut Bilişimin Avantaj ve Dezavantajları.
- Hassan, Wan Haslina (2019). Current research on Internet of Things (IoT) security: A survey. *Computer Networks*, 148, 283-294.
- Henkoğlu Türkay ve Külcü Özgür (2013). Bilgi erişim platformu olarak bulut bilişim: Riskler ve hukuksal koşullar üzerine bir inceleme. *Bilgi Dünyası*, 14(1), 62-86.
- ITU (2015). ITU-TX.1205: series X: data networks, open system communications and security: telecommunication security: overview of cybersecurity
- ITU (2012). Series y: Global information infrastructure, internet protocol aspects and next-generation networks next generation networks—frameworks and functional architecture models. International Telecommunication Union, Geneva, Switzerland, Recommendation ITU-T Y, 2060.
- İçten Tarık ve Bal Güngör (2017). Artırılmış Gerçeklik Üzerine Son Gelişmelerin ve Uygulamaların İncelenmesi. *Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi Part C: Tasarım ve Teknoloji*, 5(2), 111-136.
- Kafıl Ved P, Fukushima Yusuke ve Harai Hiroaki (2016). Internet of things standardization in ITU and prospective networking technologies. *IEEE Communications Magazine*, 54(9), 43-49.

- Kagermann Henning et al (2013). *Umsetzungsempfehlungen für das zukunftsprojekt industrie 4.0: Deutschlands zukunft als produktionsstandort sichern; abschlussbericht des arbeitskreises industrie 4.0*. Forschungsunion, 2013.
- Kavzoğlu Taşkın ve Şahin Emrehan Kutluğ (2012). Bulut Bilişim Teknolojisi ve Bulut CBS Uygulamaları.
- Kiraz Alp, Canpolat Onur, Erkan, Enes Furkan ve Uygun Özer (2019). IMPULS Kriterleri ile Endüstri 4.0 Eğiliminin Değerlendirilmesi: Bir Bulamık Bilişsel Harita Uygulaması. *Akademik Platform Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi*, 7(1), 14-23.
- Kutup, Nejat (2011). Nesnelerin Interneti; 4H Her yerden, Herkesle, Her zaman, Her nesne ile bağlantı. 16. *Türkiye'de İnternet Konferansı inet-tr*, 11, 1-5.
- Lee Jin-Shyan, Yu-Wei Su ve Chung-Chou Shen (2007). A comparative study of wireless protocols: Bluetooth, UWB, ZigBee, and Wi-Fi. *Industrial electronics society*, 5, 46-51.
- Lee Jay, Bagheri Behrad Kao ve Hung-An (2015). A cyber-physical systems architecture for industry 4.0-based manufacturing systems. *Manufacturing letters*, 3, 18-23.
- Lee Amelia Yilin, An Jia ve Chua Chee Kai (2017). Two-way 4D printing: A review on the reversibility of 3D-printed shape memory materials. *Engineering*, 3(5), 663-674.
- Lichtblau Karl, Stich Volker, Bertenrath Roman, Blum Matthias, Bleider Martin, Millack Agnes, Katharina Schmitt, Edgar Schmitz ve Schröter, Moritz (2015). IMPULS-industrie 4.0-readiness. *Impuls-Stiftung des VDMA, Aachen-Köln*.
- Longo Francesco, Nicoletti Letizia ve Padovano Antonio (2019). Ubiquitous knowledge empowers the Smart Factory: The impacts of a Service-oriented Digital Twin on enterprises' performance. *Annual Reviews in Control*.
- Lu, Yang (2017). Industry 4.0: A survey on technologies, applications and open research issues. *Journal of Industrial Information Integration*, 6, 1-10.
- Manyika, James (2011). Big data: The next frontier for innovation, competition, and productivity.

- Melchels Ferry PW, Domingos Marco Andre Neves, Klein Travis, Malda, Jos, Bartolo Paulo ve Hutmacher Dietmar (2012). Additive manufacturing of tissues and organs. *Progress in Polymer Science*, 37(8), 1079-1104.
- Mell Peter ve Grance Timothy (2011). Sp 800-45. The NIST definition of cloud computing.2011
- Mittal Sameer, Khan Muztoba Ahmad, Romero David ve Wuest Thorsten (2018). A critical review of smart manufacturing & Industry 4.0 maturity models: Implications for small and medium-sized enterprises (SMEs). *Journal of manufacturing systems*, 49, 194-214.
- Momeni Farhang, Liu Xun ve Ni Jun (2017). A review of 4D printing. *Materials & design*, 122, 42-79.
- Mulakkal Manu, Trask Ricard S, Ting, Velaska P ve Seddon Annela M. (2018). Responsive cellulose-hydrogel composite ink for 4D printing. *Materials & Design*, 160, 108-118.
- Müller Julian Marius, Buliga Oana ve Voigt Kai-Ingo (2018). Fortune favors the prepared: How SMEs approach business model innovations in Industry 4.0. *Technological Forecasting and Social Change*, 132, 2-17.
- Ngo Tuan D, Kashani Alireza, Imbalzano Gabriele, Nguyen Kate T ve Hui David (2018). Additive manufacturing (3D printing): A review of materials, methods, applications and challenges. *Composites Part B: Engineering*, 143, 172-196.
- Norman Jasmine, Joseph J. Paulraj ve Roja P. Prapoorna (2010). A faster routing scheme for stationary wireless sensor networks-a hybrid approach. *arXiv preprint arXiv:1004.0421*.
- Nuroğlu Elif ve Nuroğlu Hüseyin Hayri (2018). Türkiye ve Almanya'nın Sanayide Dijital Dönüşümü: Yol Haritaları ve Şirketlerin Karşılaştırması1, <http://iibfdergi.sdu.edu.tr/assets/uploads/sites/352/files/yil-2018-cilt-23-sayi-endustri-4-0-ve-orgutsel-degisim-yazi02-28122018.pdf> (Erişim Tarihi: 11.11.2019).
- Osman Ahmed M. Shahat (2019). A novel big data analytics framework for smart cities. *Future Generation Computer Systems*, 91, 620-633.
- Öz, Yaşar (2010). Bulut Bilişim (Cloud Computing) ve Muhasebe. *Bartın Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 7(13), 63-79.

- Özkan Mehmet, Al Arzu ve Yavuz Serkan (2018). Uluslararası politik ekonomi açısından dördüncü sanayi-endüstri devrimi'nin etkileri ve Türkiye. *International Journal of Political Science & Urban Studies*, 6(2).
- Özsoy Koray ve Duman Burhan (2017). Eklemeli İmalat (3 Boyutlu Baskı) Teknolojilerinin Eğitimde Kullanılabilirliği. *International Journal of 3D Printing Technologies and Digital Industry*, 1(1), 36-48.
- Pei Eujin, Loh Giselle Hsiang (2018). Technological considerations for 4D printing: an overview. *Progress in Additive Manufacturing*, 3(1-2), 95-107.
- Peshkin Michael ve Colgate J. Edward (1999). Cobots. *Industrial Robot: An International Journal*, 26(5), 335-341.
- Porter Michael E ve Heppelmann James E (2015), How smart, connected products are transforming companies. *Harvard business review*, 93(10), 96-114.
- Prakash K. Satish, Nancharaiah T. ve Rao VV Subba (2018). Additive Manufacturing Techniques in Manufacturing-An Overview. *Materials Today: Proceedings*, 5(2), 3873-3882.
- Russom, Philip (2011). Big data analytics. *TDWI best practices report, fourth quarter*, 19(4), 1-34.
- Rüßmann Michael, Lorenz Markus, Gerbert Philipp, Waldner Manuela, Justus, Jan, Engel Pascal ve Harnisch, Michael (2015). Industry 4.0: The future of productivity and growth in manufacturing industries. *Boston Consulting Group*, 9(1), 54-89.
- Sağiroğlu, Şeref (2018). Denetimlerde Büyük Veri Kullanımı ve Üzerine Bir Değerlendirme. *Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi Part C: Tasarım ve Teknoloji*, 6(2), 470-480.
- Sani Abubakar Sadiq, Yuan Dong, Jin Jiong, Gao Longxiang, Yu Shui ve Dong Zhao Yang (2019). Cyber security framework for Internet of Things-based Energy Internet. *Future Generation Computer Systems*, 93, 849-859.
- Schmidt Rainer, Möhring Michael, Härting Ralf-Christian, Reichstein Christopher, Neumaier Pascal ve Jozinović Philip (2015). Industry 4.0-potentials for creating smart products: empirical research results. In *International Conference on Business Information Systems*(pp. 16-27). Springer, Cham.

- Schumacher Andreas, Erol Selim ve Sihm, Wilfried (2016). A maturity model for assessing Industry 4.0 readiness and maturity of manufacturing enterprises. *Procedia Cirp*, 52, 161-166.
- Seker, Şadi Evren (2015). Büyük Veri ve Büyük Veri Yaşam Döngüleri. *YBS Ansiklopedi*, 2(3), 10-17.
- Seyrek, İbrahim Halil (2011). Bulut Bilişim: İşletmeler için Fırsatlar ve Zorluklar. *Gaziantep University Journal of Social Sciences*, 10(2).
- Shafranek Ryan T., Millik S. Cem., Smith Patrick T., Lee Chang- Uk, Boydston Andrew J. ve Nelson Alshakim (2019). Stimuli-Responsive Materials in Additive Manufacturing. *Progress in Polymer Science*.
- Siemens (2019). Endüstri 4.0, <http://siemens.edergi.com/pubs/Endustri40/assets/common/downloads/page0011.pdf>, (Erişim Tarihi: 10.06.2019)
- Smartpln (2019). Akıllı Fabrika – Smartpln [http://www.akillifabrika.org/Endustri\\_4.0\\_ve\\_Sistem\\_Entegrasyonlari,cnt-6](http://www.akillifabrika.org/Endustri_4.0_ve_Sistem_Entegrasyonlari,cnt-6) (Erişim Tarihi: 10.06.2019)
- Somyürek, Sibel (2014). Öğretim sürecinde z kuşağının dikkatini çekme: artırılmış gerçeklik. *Eğitim Teknolojisi Kuram ve Uygulama*, 4(1), 63-80.
- Songur Mehmet, Muratoğlu Yusuf ve Şanlı Devran (2018). Causality Relations Between Economic Growth and Energy Consumption in Turkey: A Frequency-Domain Approach.
- Soylu, Ali (2018). Endüstri 4.0 ve girişimcilikte yeni yaklaşımlar. *Pamukkale Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, (32), 43-57.
- Srivinas Jangirala, Das Ashok Kumar ve Kumar Neeraj (2019). Government regulations in cyber security: Framework, standards and recommendations. *Future Generation Computer Systems*, 92, 178-188.
- Stergiou Christos, Psannis Kostas E., Gupta Brij B. ve Ishibashi Yutaka (2018). Security, privacy & efficiency of sustainable Cloud Computing for Big Data & IoT. *Sustainable Computing: Informatics and Systems*, 19, 174-184.
- Sundmaeker Harald, Guillemin, Patrick, Friess, Peter ve Woelfflé Sylvie (2010). Vision and challenges for realising the Internet of Things. *Cluster of European Research Projects on the Internet of Things, European Commision*, 3(3), 34-36.

- Sung, Tae Kyung (2018). Industry 4.0: a Korea perspective. *Technological Forecasting and Social Change*, 132, 40-45.
- Şener Semih ve Elevli Birol (2017). Endüstri 4.0'da Yeni İş Kolları ve Yüksek Öğrenim. *Mühendis Beyinler Dergisi*, 1(2), 1-13.
- Tankard, Colin (2017). Encryption as the cornerstone of big data security. *Network Security*, 2017(3), 5-7.
- Taşkıran Ayşe, Koral Eylem ve Bozkurt Aras (2015). Artırılmış Gerçeklik Uygulamasının Yabancı Dil Öğretiminde Kullanılması.
- Tekin Zeliha ve Karakuş Kübra (2018). Gelenekselden Akıllı Üretime Spor Endüstrisi 4.0. *Itobiad: Journal of the Human & Social Science Researches*, 7(3).
- Tsakayama, Hsyley (2013). Twitter turns 7: Users send over 400 million tweets per day. *The Washington Post*, 21.
- Tümer Abdullah Erdal, Şengül Sümeyra Büşra, Koçer Sabri (2017), " Nesnelerin İnternetine Erişim" <http://ab.org.tr/ab17/bildiri/63.pdf> (Erişim Tarihi: 9 Nisan 2017).
- TÜSİAD (2016). Türkiye'nin Küresel Rekabetçiliği İçin Bir Gereklik Olarak Sanayi 4.0. *Retrieved September, 18, 2018*. (Erişim Tarihi: 11.11.2019).
- ULAKBİM (2019). ULAKBİM İPv6, <http://ulakbim.tubitak.gov.tr/tr/hizmetlerimiz/ipv6-avantajlari> (Erişim Tarihi: 11.10.2019).
- Ustundag Alp ve Cevikcan Emre (2017). *Industry 4.0: managing the digital transformation*. Springer.
- Wu Miao, Lu Ting Jie, Ling Fei Yang, Sun Jing ve Du Hui Ying (2010). Research on the architecture of Internet of Things. In *2010 3rd International Conference on Advanced Computer Theory and Engineering (ICACTE)* (Vol. 5, pp. V5-484). IEEE.
- Wyld, David C. (2009). *Moving to the cloud: An introduction to cloud computing in government*. IBM Center for the Business of Government.
- Yıldız, Aytaç (2018). Endüstri 4.0 ve Akıllı Fabrikalar. *Sakarya University Journal of Science*, 22(2), 546-556.
- Yıldız, Özcan Rıza (2010). Bilişim Dünyasının Yeni Modeli: Bulut Bilişim (Cloud Computing) ve Denetim. *Sayıştay Dergisi*, 74-75.

Yılmaz Fevzi, Arar M. Esad ve Koç, Ebubekir (2013). 3D Baskı ile Hızlı Prototip ve Son Ürün Üretimi.

Zhang Qi, Cheng Lu ve Boutaba Raouf (2010). Cloud computing: state-of-the-art and research challenges. *Journal of internet services and applications*, 1(1), 7-18.

Zhang Wei et al (2018). Shape memory behavior and recovery force of 4D printed textile functional composites. *Composites Science and Technology*, 2018, 160: 224-230.

Zhu Wei, Owen B. Owen, Li Hairong ve Lee Joo-Hyun (2004). Personalized in-store e-commerce with the promopad: an augmented reality shopping assistant. *Electronic Journal for E-commerce Tools and Applications*, 1(3), 1-19.





# EKLER

## Ek 1. Anket Formu



### CUMHURİYET ÜNİVERSİTESİ YÖNETİM BİLİŞİM SİSTEMLERİ

**Sayın katılımcı,** bu çalışma endüstriyel firmaların Endüstri 4.0 olgunluk düzeyini ölçmek için yüksek lisans tezi olarak yapılmaktadır. Lütfen kendinizin ve firmanızın isminizi yazmayınız, firma ve kişisel bilgileriniz gizli tutulacaktır. Katkı ve ilginiz için teşekkür ederiz.

Doç. Dr. Ali Rıza İNCE  
arince@cumhuriyet.edu.tr

Mehmet Zahid ŞİMŞEK  
mzahidsimsek@gmail.com

Firmanızdaki toplam çalışan sayısı nedir?
Firmanızda çalışan mühendis sayısı nedir?
Firmanızda Ar-Ge departmanı bulunmakta mıdır?
<input type="radio"/> Evet <input type="radio"/> Hayır
Ar-Ge çalışanınız var mıdır? Varsa departmanda kaç personel vardır?
Endüstri 4.0 alanında çalışan/çalışabilecek mühendis veya çalışanınız var mıdır? (yazılım, elektronik, mekatronik vb.) Varsa açıklayınız.
Firmanız hangi sektörde faaliyet göstermektedir?
Firmanız kaç yıldır faaliyet göstermektedir?
Firmanızın son 1 yıl içerisindeki ortalama cirosu (TL) nedir?
<input type="radio"/> 0 – 1.000.000
<input type="radio"/> 1.000.001 – 8.000.000

- 8.000.001 – 20.000.000
- 20.000.001 – 30.000.000
- 30.000.001– 40.000.000
- 40.000.001 ve üzeri

Lütfen Firmanızın son 5 yıldaki karlılık trendinizi belirtiniz.

- Artışta
- Azalışta
- Sabit
- Diğer

Firmanızın faaliyet kapsamı nedir?

- Yerel/ Bölgesel Ölçekte
- Ulusal Ölçekte
- Uluslararası Ölçekte
- Dünya Ölçeğinde

## ÜRÜN VE HİZMETLER

	Seviye 1 Başlangıç	Seviye 2 Orta Düzey	Seviye 3 Deneyimli	Seviye 4 Uzman	Diğer
<b>Yandaki ifadelerden hangisi firmanızın üretim sisteminin özelliklerini yansıtmaktadır?</b>	( ) Üretim sistemimizde kitle üretimi standardize edilmiştir ancak sistemimiz ürünün kişiselleştirilmesine müsait değildir.	( ) Üretim sistemimizde ürünlerin büyük çoğunluğu sınırlı geç farklılaşma (ürünün başlangıçta sınırlı özelliklerle standart olarak üretilmesi, ürüne isteğe göre sonradan farklı özellikler ilave edilebilmesi) ile büyük partilerde üretilebilir.	( ) Üretim sistemimizde ürünler büyük ölçüde kişiselleştirilebilir niteliktedir ancak temelde standarttır.	( ) Sipariş usulü çalışılan ürünlerin çoğunluğu için geç farklılaşma yapılabilmektedir (parti boyutu 1 olsa dahi).	( ) Bilgim yok ( ) Firmamız bu konuda ilgili değildir.
<b>Yandaki ifadelerden hangisi ürünlerinizin dijital özelliklerini tanımlayabilir?</b>	Ürünler dijital özellik göstermemektedir.	Ürünler fiziksel değerlerinin yanında, yalnızca fikri mülkiyetler konusunda bir değere sahiptir.	Ürünler fikri mülkiyetler konusunda bir değere sahip olmasının ötesinde bazı dijital özellikler sergilemektedir.	Ürünler fikri mülkiyetler konusunda bir değere sahip olmasının ötesinde yüksek dijital özelliklere de sahiptir.	( ) Bilgim yok ( ) Firmamız bu konuda ilgili değildir.
<b>Yandaki ifadelerden hangisi müşterilere sağlanan veri güdümlü hizmetleri tanımlamaktadır?</b> (Veri güdümlü hizmetler, geçmiş verileri analiz ederek geliştirilen hizmetleri ifade eder)	( ) Firmamızda veri güdümlü hizmetler müşteri ile ilgili bilgiler dikkate alınmadan sunulmaktadır.	( ) Firmamızda veri güdümlü hizmetlerde müşteri ile ilgili bilgiler çok az dikkate alınmaktadır.	( ) Firmamız veri güdümlü hizmetlerde müşteri ile ilgili bilgiler kısmen dikkate alınmaktadır.	( ) Firmamızda veri güdümlü hizmetler de tamamen müşteri ile ilgili bilgiler dikkate alınarak gerçekleştirilmektedir.	( ) Bilgim yok ( ) Firmamız bu konuda ilgili değildir..
<b>Firmanızda satış geçmiş ve müşteri ihtiyaç geçmişi gibi ürün hakkındaki verileri ne ölçüde kullanıyorsunuz?</b>	( ) Firmamızda ürün verisi kullanılmamaktadır.	( ) Firmamızda toplanan ürün verilerin %0 ila %20'si kullanılmaktadır.	( ) Firmamızda toplanan ürün verilerinin %20 ila %50'si kullanılmaktadır.	( ) Firmamızda toplanan ürün verilerin %50'sinden fazlası kullanılmaktadır.	( ) Bilgim yok ( ) Firmamız bu konuda ilgili değildir.
<b>Firmanızın toplam gelirinin ne kadarı veri güdümlü hizmetler tarafından oluşturulmaktadır?</b>	( ) Veri güdümlü hizmetler, gelirimizin çok küçük bir kısmını oluşturmaktadır (<%2,5).	( ) Veri güdümlü hizmetler, gelirimizin küçük bir kısmını oluşturmaktadır (<%2,5 ila %7,5).	( ) Veri güdümlü hizmetler, gelirimizin bir kısmını oluşturmaktadır (<%7,5 ila %10).	( ) Veri güdümlü hizmetler, gelirimizin önemli bir kısmını oluşturmaktadır (>%10).	( ) Bilgim yok ( ) Firmamız bu konuda ilgili değildir.
<b>Firmanızın toplam gelirinin ne kadarı veri güdümlü hizmetler tarafından oluşturulmaktadır?</b>	( ) Veri güdümlü hizmetler, gelirimizin çok küçük bir kısmını oluşturmaktadır (<%2,5).	( ) Veri güdümlü hizmetler, gelirimizin küçük bir kısmını oluşturmaktadır (<%2,5 ila %7,5).	( ) Veri güdümlü hizmetler, gelirimizin bir kısmını oluşturmaktadır (<%7,5 ila %10).	( ) Veri güdümlü hizmetler, gelirimizin önemli bir kısmını oluşturmaktadır (>%10).	( ) Bilgim yok ( ) Firmamız bu konuda ilgili değildir.

<b>ÜRETİM VE İŞLEMLER</b>					
	<b>Seviye 1 Başlangıç</b>	<b>Seviye 2 Orta Düzey</b>	<b>Seviye 3 Deneyimli</b>	<b>Seviye 4 Uzman</b>	
<b>Firmanızda otomasyon seviyesi hangi düzeydedir?</b>	( ) Firmamızda birkaç makine otomasyonla kontrol edilebilmektedir.	( ) Firmamızda bazı makineler ve sistem altyapıları otomasyonla kontrol edilebilmektedir.	( ) Firmamızda çoğu makine ve sistem altyapısı otomasyonla kontrol edilebilmektedir.	( ) Firmamızda makineler ve sistemler otomasyonla tamamen kontrol edilebilmektedir.	( ) Bilgim yok ( ) Firmamız bu konuda ilgili değildir.
<b>Firmanızın üretim faaliyetlerinde makineler ve işletim sistemleri ne ölçüde entegredir (M2M-makinelerin karşılıklı etkileşime geçmesi)?</b>	( ) Makine ve işletim sistemleri M2M kapasitesine sahip değildir. (Makineler ile işletim sistemi, makinelerin karşılıklı etkileşimine uygun değildir)	( ) Makineler ve işletim sistemleri bir dereceye kadar makinelerin karşılıklı etkileşimini gerçekleştirebilmektedir.	( ) Makineler ve işletim sistemleri kısmen makinelerin karşılıklı etkileşimini gerçekleştirebilmektedir.	( ) Makineler ve işletim sistemleri tamamen makinelerin karşılıklı etkileşimini gerçekleştirebilmektedir.	( ) Bilgim yok ( ) Firmamız bu konuda ilgili değildir.
<b>Firmanızdaki makine ve ekipmanlar, Endüstri 4.0 için ne ölçüde hazırdr?</b>	( ) Makine ve ekipmanların, Endüstri 4.0 modelini karşılaması için büyük ölçüde revize edilmesi gerekmektedir.	( ) Ancak bazı makineler ve sistemler, Endüstri 4.0 modelini karşılayabilmesi için geliştirilebilir özelliktedir.	( ) Makineler ve sistemler, bazı gereksinimleri karşılamaktadır ve gerektiğinde revize edilebilir.	( ) Makineler ve sistemler, gelecekteki tüm gereksinimleri karşılayabilecek özelliktedir.	( ) Bilgim yok ( ) Firmamız bu konuda ilgili değildir.
<b>Firmanız üretim süreçlerinde dijital modellemeyi ne ölçüde kullanılmaktadır?</b>	( ) Firmamızda dijital modelleme kullanılmamaktadır.	( ) Firmamızda bazı süreçlerde dijital modelleme kullanılmaktadır.	( ) Firmamızda birçok süreçte dijital modelleme kullanılmaktadır.	( ) Firmamızda ilgili tüm işlemlerde dijital modelleme kullanılmaktadır.	( ) Bilgim yok ( ) Firmamız bu konuda ilgili değildir.
<b>Firmanızın üretim faaliyetlerinde otonom (özerk) olarak yönlendirilen iş ekipmanları (örn. özerk malzeme taşıma ekipmanı) kullanılıyor mu?</b>	( ) Firmamızda otonom olarak yönlendirilen iş ekipmanları mevcut değildir.	( ) Firmamızda otonom olarak yönlendirilen iş ekipmanları kullanılmamaktadır, fakat devam etmekte olan pilot alanlar bulunmaktadır.	( ) Firmamızda otonom olarak yönlendirilen iş ekipmanları seçilmiş bölgelerde kullanılmaktadır.	( ) Firmamızda otonom olarak yönlendirilen iş ekipmanları yaygın olarak benimsenmiştir.	( ) Bilgim yok ( ) Firmamız bu konuda ilgili değildir.
<b>Firmanız üretim biriminde kendi kendini optimize eden süreçler kullanıyor mu?</b>	( ) Firmamızda kendi kendini optimize eden süreçler kullanılmamaktadır.	( ) Firmamızda kendi kendini optimize eden süreçler kullanılmamaktadır ancak bu konuda pilot uygulamalar bulunmaktadır.	( ) Firmamızda kendi kendini optimize eden süreçler seçilen alanlarda kullanılmaktadır.	( ) Firmamızda kendi kendini optimize eden süreçler yaygın olarak kullanılmaktadır.	( ) Bilgim yok ( ) Firmamız bu konuda ilgili değildir.
<b>Firmanızda üretim verileri nasıl ve hangi alanlarda toplanmaktadır?</b>	( ) Firmamızda gerektiğinde veriler manuel olarak toplanmaktadır, örneğin kalite kontrol için örnekleme.	( ) Firmamızda istenilen veriler bazı alanlarda dijital olarak toplanmaktadır.	( ) Firmamızda birçok alanda kapsamlı dijital veri toplanabilmektedir	( ) Firmamızda tüm süreç boyunca kapsamlı otomatik dijital veri toplama imkânı vardır.	( ) Bilgim yok ( ) Firmamız bu konuda ilgili değildir.

<b>Firmanızda toplanan üretim verilerinin ne kadarı, hangi amaçlarla kullanılmaktadır?</b>	<input type="checkbox"/> Firmamızda veriler sadece kalite ve düzenleme amaçlı kullanılmaktadır.	<input type="checkbox"/> Firmamızda bazı veriler, süreçleri kontrol etmek için kullanılmaktadır.	<input type="checkbox"/> Firmamızda bazı veriler süreçleri kontrol etmek ve optimize etmek için kullanılmaktadır. Örneğin öngörücü bakım.	<input type="checkbox"/> Firmamızda tüm veriler sadece süreçleri optimize etmek için değil, karar vermek için de kullanılmaktadır.	<input type="checkbox"/> Bilgim yok <input type="checkbox"/> Firmamız bu konuda ilgili değildir.
<b>Firmanızda verilerin analizinde bulut teknolojileri (çözümleri) ne ölçüde kullanılmaktadır?</b>	<input type="checkbox"/> Firmamızda bulut teknolojileri kullanılmamaktadır.	<input type="checkbox"/> Firmamızda bulut tabanlı yazılım, veri depolama ve veri analizi için planlanan ilk çözümler mevcuttur.	<input type="checkbox"/> Firmamızın bazı iş alanlarında uygulanan bulut çözümleri mevcuttur.	<input type="checkbox"/> Firmamız genelinde uygulanan birçok bulut çözümleri mevcuttur.	<input type="checkbox"/> Bilgim yok <input type="checkbox"/> Firmamız bu konuda ilgili değildir.
<b>Firmanızda BT (Bilişim Teknolojileri) güvenliği ve veri güvenliği ne düzeydedir?</b>	<input type="checkbox"/> Firmamızda BT güvenlik çözümleri planlanmıştır.	<input type="checkbox"/> Firmamızda BT güvenlik çözümleri kısmen uygulanmıştır.	<input type="checkbox"/> Firmamızda tüm güvenlik boşlukları kapatmak için geliştirilen planlar ile kapsamlı BT güvenlik çözümleri uygulanmıştır.	<input type="checkbox"/> Firmamızda BT güvenlik çözümleri, ilgili tüm alanlar için uygulanmıştır ve uyumluluğun sağlanması için sık sık gözden geçirilmektedir.	<input type="checkbox"/> Bilgim yok <input type="checkbox"/> Firmamız bu konuda ilgili değildir.
<b>STRATEJİ VE ORGANİZASYON</b>					
	<b>Seviye 1 Başlangıç</b>	<b>Seviye 2 Orta Düzey</b>	<b>Seviye 3 Deneyimli</b>	<b>Seviye 4 Uzman</b>	
<b>Endüstri 4.0'ın firmanızın stratejisi üzerindeki etkisi ne düzeydedir?</b>	<input type="checkbox"/> Firmamızda Endüstri 4.0 departmanlar düzeyinde kabul görmekte ancak firma stratejisinde yer almamaktadır.	<input type="checkbox"/> Firmamızda Endüstri 4.0 iş stratejisinde dikkate alınmıştır.	<input type="checkbox"/> Firmamızda Endüstri 4.0 stratejisi firmada dikkatlice değerlendirilmekte ve yaygın olarak anlaşılmaktadır.	<input type="checkbox"/> Firmamızda Endüstri 4.0 stratejisi tüm kurumda uygulanmaktadır.	<input type="checkbox"/> Bilgim yok <input type="checkbox"/> Firmamız bu konuda ilgili değildir.
<b>Endüstri 4.0 ölçütleri firmanız tarafından ne ölçüde kullanılmaktadır?</b>	<input type="checkbox"/> Firmamızda Anahtar Performans Göstergeleri Endüstri 4.0 çerçevesinde değerlendirilmemiştir.	<input type="checkbox"/> Firmamızda standartlaştırılmış İş ölçütleri ile birlikte Endüstri 4.0'ın bazı ölçütleri kullanılmaktadır.	<input type="checkbox"/> Firmamızda Endüstri 4.0 ölçütleri firmada geniş bir şekilde kabul edilebilme ve aylık raporlamada kullanılmaktadır.	<input type="checkbox"/> Firmamızda iş ölçütleri ve kişisel gelişim planları Endüstri 4.0 çerçevesi doğrultusunda yapılandırılmıştır.	<input type="checkbox"/> Bilgim yok <input type="checkbox"/> Firmamız bu konuda ilgili değildir.
<b>Firmanızın Endüstri 4.0 uyumu konusunda yatırımlar ne düzeydedir?</b>	<input type="checkbox"/> Firmamızda sadece bir iş alanında Endüstri 4.0 yatırımları vardır.	<input type="checkbox"/> Firmamızda daha gelişmiş iş alanlarında Endüstri 4.0 yatırımları vardır.	<input type="checkbox"/> Firmamızda çok sayıda iş alanında Endüstri 4.0 yatırımları vardır.	<input type="checkbox"/> Firmamızda tüm iş alanlarında Endüstri 4.0 yatırımları vardır.	<input type="checkbox"/> Bilgim yok <input type="checkbox"/> Firmamız bu konuda ilgili değildir.
<b>Firma çalışanlarınızın Endüstri 4.0 için ne ölçüde becerilere sahiptirler?</b>	<input type="checkbox"/> Çalışanlarımızın dijital teknolojilerle ilgili deneyimleri çok az veya hiç yoktur.	<input type="checkbox"/> Firmamızın teknoloji odaklı alanlarında bazı dijital becerilere sahip çalışanlar bulunmaktadır.	<input type="checkbox"/> Çalışanlarımızın İş alanlarının çoğunda gelişmiş dijital ve veri analiz becerileri vardır. Örneğin üretim alanında	<input type="checkbox"/> Çalışanlarımız iş alanlarında ki gerekli ve öncü dijital ve analitik becerilere sahiptir.	<input type="checkbox"/> Bilgim yok <input type="checkbox"/> Firmamız bu konuda ilgili değildir.

<b>Firmanızda departmanlar birbirleriyle ne ölçüde işbirliği yapmaktadırlar?</b>	<input type="checkbox"/> Firmamız, bağımsız fonksiyonel departmanlar halinde faaliyet göstermektedir.	<input type="checkbox"/> Firmamızda departmanlar, arasında sınırlı bir etkileşim vardır.	<input type="checkbox"/> Firmamızda departmanlar, çapraz fonksiyonel işbirliğine açıktır.	<input type="checkbox"/> Firmamızda departmanlar, gelişmeleri sürdürebilmek için şirketler arası işbirliği yapabilmektedir.	<input type="checkbox"/> Bilgim yok <input type="checkbox"/> Firmamız bu konuda ilgili değildir.
<b>Firmanızın lider ekibi Endüstri 4.0'ı ne ölçüde destekliyor?</b>	<input type="checkbox"/> Firmamızın lider ekibi, Endüstri 4.0 yatırımlarının önemini anlayamamıştır.	<input type="checkbox"/> Firmamızın lider ekibi, Endüstri 4.0'ın getirilerini araştırmaktadır.	<input type="checkbox"/> Firmamızın lider ekibi, Endüstri 4.0 yoluyla elde edilecek finansal kazançları kavramıştır ve yatırım için planlar geliştirmektedir.	<input type="checkbox"/> Hem liderlik ekibinde hem de firma genelinde Endüstri 4.0'a yaygın destek mevcuttur.	<input type="checkbox"/> Bilgim yok <input type="checkbox"/> Firmamız bu konuda ilgili değildir.
<b>Firmanızda Endüstri 4.0 yatırımları için ne kadar sıklıkla maliyet / fayda analizi yapılmaktadır?</b>	<input type="checkbox"/> Firmamızda dikkate değer Endüstri 4.0 yatırımı yoktur.	<input type="checkbox"/> Firmamızda hali hazırda Endüstri 4.0 yatırımlarının fayda ve maliyetleri konusunda bir analiz yoktur.	<input type="checkbox"/> Firmamızda Endüstri 4.0 yatırımlarının yıllık maliyet / fayda analizi yapılmaktadır.	<input type="checkbox"/> Firmamızda Endüstri 4.0 yatırımlarının çeyrek dönemler için maliyet / fayda analizleri yapılmaktadır.	<input type="checkbox"/> Bilgim yok <input type="checkbox"/> Firmamız bu konuda ilgili değildir.
<b>TEDARİK ZİNCİRİ</b>					
	<b>Seviye 1 Başlangıç</b>	<b>Seviye 2 Orta Düzey</b>	<b>Seviye 3 Deneyimli</b>	<b>Seviye 4 Uzman</b>	
<b>Firmanızda stok seviyelerinin kontrolü için gerçek zamanlı veri yönetimi ne ölçüde kullanılmaktadır?</b>	<input type="checkbox"/> Firmamızda yalnızca stok seviyeleri tespit edilmektedir.	<input type="checkbox"/> Firmamızda stok seviyelerinin tespitinde manuel olarak güncellenen bilgisayarlı veritabanı kullanılmaktadır.	<input type="checkbox"/> Firmamızda bilgisayarlı veritabanı, stok seviyelerini güncelleyen akıllı cihazlarla birlikte kullanılmaktadır.	<input type="checkbox"/> Firmamızda stok seviyelerinin tespitinde akıllı cihazlar tarafından güncellenen gerçek zamanlı veritabanı kullanılmaktadır.	<input type="checkbox"/> Bilgim yok <input type="checkbox"/> Firmamız bu konuda ilgili değildir.
<b>Firmanızda mevcut tedarik zinciri ne ölçüde entegre edilmiştir?</b>	<input type="checkbox"/> Firmamızda tedarikçiler veya müşterilerle geçici reaktif iletişim vardır.	<input type="checkbox"/> Firmamızda tedarikçiler veya müşterilerle gerektiğinde temel iletişim ve veri paylaşımı yapılabilmektedir.	<input type="checkbox"/> Firmamızda kilit stratejik tedarikçiler / müşteriler arasında veri transferi (örneğin müşteri envanteri seviyeleri) gerçekleştirilebilmektedir.	<input type="checkbox"/> Firmamızda uygun süreçler için tedarikçiler / müşteriler ile tam entegre sistemler mevcuttur (örneğin, gerçek zamanlı entegre planlama).	<input type="checkbox"/> Bilgim yok <input type="checkbox"/> Firmamız bu konuda ilgili değildir.
<b>Firmanızın tedarik zinciri ne ölçüde tedarikçileriniz ve müşterileriniz açısından görünürlük sağlayabilmektedir?</b>	<input type="checkbox"/> Firmamızda tedarikçilerle veya müşterilerle entegrasyon yoktur.	<input type="checkbox"/> Firmamızın yerleşke, kapasite, stok ve operasyon bilgileri, ilk kademe tedarikçiler ve müşteriler tarafından görülebilmektedir.	<input type="checkbox"/> Firmamızın yerleşke, kapasite, envanter ve operasyon bilgileri tedarik zinciri boyunca görülebilmektedir.	<input type="checkbox"/> Firmamızın yerleşke, kapasite, envanter ve operasyon bilgileri tedarik zinciri boyunca gerçek zamanlı olarak görülebilmekte ve izleme ve optimizasyon için kullanılmaktadır.	<input type="checkbox"/> Bilgim yok <input type="checkbox"/> Firmamız bu konuda ilgili değildir.
<b>Yandaki ifadelerden hangisi tedarik zincirinizin esnekliğini en iyi şekilde tanımlar?</b>	<input type="checkbox"/> Firmamızın tedarik zinciri pazar değişikliklerine yavaş tepki verebilmektedir.	<input type="checkbox"/> Firmamız genel müşteri ihtiyaçlarındaki değişikliğe ve pazardaki değişikliklere orta düzeyde cevap verebilmektedir.	<input type="checkbox"/> Firmamız bireysel müşteri ihtiyaçlarına ve pazar çerçevesindeki değişimlere orta düzeyde cevap verebilmektedir.	<input type="checkbox"/> Firmamız bireysel müşteri ihtiyaçlarına ve pazar çerçevesindeki değişimlere hemen cevap verebilmektedir.	<input type="checkbox"/> Bilgim yok <input type="checkbox"/> Firmamız bu konuda ilgili değildir.

<b>Yandaki ifadelerden hangisi firmanızın tedarik süresini en iyi şekilde tanımlamaktadır?</b>	( ) Firmamızda malzeme tedarik süresinin uzun olması yüksek stok seviyelerine sebep olmaktadır.	( ) Firmamızda bazı malzemelerin tedarik sürelerini azaltmak için iyileştirmeler tespit edilmiştir.	( ) Firmamızda anahtar malzemelerin tedarik sürelerini kısaltmak için bazı iyileştirmeler uygulanmaktadır.	( ) Firmamızda farklılaştırılmış stoklama politikaları ve tedarik süreleri siparişleri etkin bir şekilde karşılayabilmektedir.	( ) Bilgim yok ( ) Firmamız bu konuda ilgili değildir.
<b>İŞ MODELİ</b>					
	<b>Seviye 1 Başlangıç</b>	<b>Seviye 2 Orta düzey</b>	<b>Seviye 3 Deneyimli</b>	<b>Seviye 4 Uzman</b>	
<b>Firmanızda iş modeliniz ne ölçüde ürün ve hizmet arasındaki ayrımı zayıflatmakta ve bunları birbirine yaklaştırmaktadır?</b>	( ) Firmamızda ürün ve hizmet arasındaki ayrımın bulanıklaşması konusunda farkındalık yoktur.	( ) Firmamızda ürün ve hizmet arasındaki ayrımın bulanıklaşması konusundaki ilerlemeler için bazı başlangıç planları ile kavram farkındalığı bulunmaktadır.	( ) Firmamızda ürün ve hizmet arasındaki ayrımın bulanıklaşması konusunda yüksek farkındalık ve uygulama planları geliştirilmektedir.	( ) Firmamızda ürün ve hizmet arasındaki ayrımın bulanıklaşması konusunda planlamalar uygulanmakta ve müşteriye sunulmaktadır.	( ) Bilgim yok ( ) Firmamız bu konuda ilgili değildir..
<b>Firmamızda veriler, hizmet ve talimatları oluşturmada ne ölçüde kullanılmaktadır?</b>	( ) Firmamızda veriler yaygın olarak analiz edilmemektedir.	( ) Firmamızda bazı veriler analiz edilmekte ve performansın gözden geçirilmesi için anahtar iş raporlarında kullanılmaktadır.	( ) Firmamızda verilerin çoğunluğu analiz edilmekte ve iş kararlarının verilmesinde belirleyici olmaktadır.	( ) Firmamızda ilgili tüm veriler analiz edilmekte ve iş kararlarında etkili olmaktadır.	( ) Bilgim yok ( ) Firmamız bu konuda ilgili değildir.
<b>Firmanız ürünlerini ne derecede gerçek zamanlı olarak takip etmektedir?</b>	( ) Firmamızda sınırlı ürün takibi yapılmaktadır.	( ) Firmamızda; ürün, üretim ve iç dağıtım alanları arasında hareket ederken takip edilebilmektedir.	( ) Firmamızda; ürün, müşteri dağıtım merkezine ulaşana kadar takip edilebilmektedir.	( ) Firmamızda; ürün, yaşam döngüsü boyunca izlenebilmektedir.	( ) Bilgim yok ( ) Firmamız bu konuda ilgili değildir.
<b>Yandaki ifadelerden hangisi firmanızın bakım ve bakım planlaması yaklaşımını en iyi şekilde ifade eder?</b>	( ) Firmamızda ekipmanların, bakım programına uygun halde manuel olarak bakımı gerçekleştirilmektedir.	( ) Firmamızda bazı makineler, performans konularıyla ilgili bir bakım görevini manuel olarak planlamaları konusunda operatörleri uyarabilmektedir.	( ) Firmamızda bazı makineler, kendi kendine teşhis koymakta ve bilgileri otomatik olarak bakım planlama sistemine geçirebilmektedir.	( ) Firmamızda tüm makineler genellikle kendi kendine teşhis koyabilmektedir ve bakım programı, makineden gelen gerçek zamanlı veriyi temel alarak kendi kendini ayarlayabilmektedir.	( ) Bilgim yok ( ) Firmamız bu konuda ilgili değildir..
<b>Yandaki ifadelerden hangisi firmanızın pazarlama kanallarınız arasındaki entegrasyonu en iyi şekilde tanımlar?</b>	( ) Firmamızda çevrimiçi ve çevirim dışı pazarlama kanalları arasında bir entegrasyon yoktur.	( ) Firmamızda çevrimiçi ve çevirim dışı kanalların kendi içlerinde entegrasyonu vardır ancak çevrimiçi ve çevirim dışı kanallar arasında entegrasyon yoktur.	( ) Firmamızda kanallar entegre edilmiştir ve kişiye özel müşteri yaklaşımı mevcuttur.	( ) Firmamızda tüm kanallarda entegre müşteri bilgileri yönetimi mevcuttur.	( ) Bilgim yok ( ) Firmamız bu konuda ilgili değildir.

<b>Firmanız BT ile ne ölçüde desteklenmektedir?</b>	<input type="checkbox"/> Firmamızda sadece ana iş süreçleri BT sistemleri tarafından desteklenmektedir.	<input type="checkbox"/> Firmamızda işin bazı alanları BT sistemleri tarafından desteklenmekte ve birbirleri ile entegre haldedir.	<input type="checkbox"/> Firmamızda büyük ölçüde BT süreç desteği vardır fakat tam entegrasyon mevcut değildir.	<input type="checkbox"/> Firmamızda BT sistemleri tüm şirket süreçlerini desteklemektedir ve tam entegrasyon mevcuttur.	<input type="checkbox"/> Bilgim yok <input type="checkbox"/> Firmamız bu konuda ilgili değildir.
<b>Yasal Hususlar</b>					
	<b>Seviye 1 Başlangıç</b>	<b>Seviye 2 Orta Düzey</b>	<b>Seviye 3 Deneyimli</b>	<b>Seviye 4 Uzman</b>	
<b>Endüstri 4.0'ın yeni gereksinimlerini karşılamak için etkileşimde olduğunuz taraflar (tedarikçiler ve müşteriler) arasındaki sözleşme modelinizi hangi ifade daha iyi yansıtmaktadır?</b>	<input type="checkbox"/> Firmamızda sözleşme süreci doğrusal ve değişmezdir.	<input type="checkbox"/> Firmamızda operasyonel değişiklikleri yansıtacak şekilde sözleşme süreçlerinde bazı değişiklikler yapılmıştır.	<input type="checkbox"/> Firmamızda bazı önemli ve hayati projeler yeni sözleşme modellerini kullanmaktadır ancak bu, genel olarak bütün yönetimde standart değildir.	<input type="checkbox"/> Firmamızda tüm sözleşmeler davranışsaldır ve en iyi sonucu almaları için tüm tarafları teşvik eder niteliktedir.	<input type="checkbox"/> Bilgim yok <input type="checkbox"/> Firmamız bu konuda ilgili değildir.
<b>Firmanız Endüstri 4.0 ile ilişkili yasal riskleri tanıma ve değerlendirmede ne aşamada?</b>	<input type="checkbox"/> Firmamızda Endüstri 4.0 ile ilgili yeni yasal riskler tanımlanmamış ve değerlendirilmemiştir.	<input type="checkbox"/> Firmamızda yeni riskler tanımlanmıştır ve / veya değerlendirilmiştir, ancak riskli hafifletecek önlemler planlanmamıştır.	<input type="checkbox"/> Firmamızda yeni riskler tanımlanmıştır ve değerlendirilmiştir, hafifletici önlemler devreye alınmıştır.	<input type="checkbox"/> Firmamızın çalışma grubu değişen risk profilini değerlendirilmiştir ve bunları azaltmak için yürürlükte olan prosedürlere sahiptir.	<input type="checkbox"/> Bilgim yok <input type="checkbox"/> Firmamız bu konuda ilgili değildir.
<b>Firmanızın şu andaki veri koruma yönetimi ve seviyesi nedir?</b>	<input type="checkbox"/> Firmamızda veri koruma politikaları veya prosedürleri yoktur.	<input type="checkbox"/> Firmamızın veri koruma konusunda iç politikalar mevcuttur fakat bu politikalar tedarikçiler / müşterilerle etkileşimde uyumu sağlayabilecek düzeyde değildir.	<input type="checkbox"/> Firmamızda veri koruma konusunda sağlam politika ve prosedürler mevcuttur, ancak Genel Veri Koruma Yönetmeliği henüz oluşturulmamıştır.	<input type="checkbox"/> Firmamızda veri koruma konusunda bir Genel Veri Koruma Yönetmeliği oluşturulmuş ve Endüstri 4.0'a uyum sağlayabilecek düzeydedir.	<input type="checkbox"/> Bilgim yok <input type="checkbox"/> Firmamız bu konuda ilgili değildir.
<b>Yandaki ifadelerden hangisi firmanızın fikri mülkiyetler konusundaki yaklaşımını en iyi şekilde tanımlamaktadır?</b>	<input type="checkbox"/> Firmamızda yeni ürün ve hizmetlerdeki fikri mülkiyet hakları tanımlanmamış veya korunma altında değildir.	<input type="checkbox"/> Firmamızda yeni ürün ve hizmetlerde fikri mülkiyet farkındalığı mevcuttur fakat yasal koruma tanımlanmamış veya uygulanmamıştır.	<input type="checkbox"/> Firmamızda ürün ve hizmetlerdeki fikri mülkiyetler tanımlanmış ve tescil ettirmenin gerekli olup olmadığı ve gerekliyse uygun adımların atılıp atılmadığına ilişkin kısmi değerlendirmeler yapılmıştır.	<input type="checkbox"/> Firmamızda ürün ve hizmetlerdeki fikri mülkiyetler tanımlanmış ve tescil ettirmenin gerekli olup olmadığı ve gerekliyse uygun adımların atılıp atılmadığına ilişkin tam değerlendirmeler yapılmıştır.	<input type="checkbox"/> Bilgim yok <input type="checkbox"/> Firmamız bu konuda ilgili değildir.



## ÖZ GEÇMİŞ

### KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı : Mehmet Zahid ŞİMŞEK  
Uyruğu : Türkiye Cumhuriyeti  
Doğum Tarihi ve Yeri : 1994/Sivas  
e-posta : mzahidsimsek@gmail.com

### EĞİTİM

Derece	Kurum	Mezuniyet Yılı
Lisans	Sivas Cumhuriyet Üniversitesi	2016
Yüksek Lisans	Sivas Cumhuriyet Üniversitesi	2020